

(19)



(11)

EP 4 090 468 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
10.04.2024 Patentblatt 2024/15

(21) Anmeldenummer: **21700191.6**

(22) Anmeldetag: **08.01.2021**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
B02C 4/32 (2006.01) B02C 4/02 (2006.01)

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
B02C 4/02; B02C 4/32

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2021/050209

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2021/144191 (22.07.2021 Gazette 2021/29)

(54) **VORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUM MAHLEN VON EINSATZMATERIAL**

APPARATUS AND METHOD FOR MILLING OF RAW MATERIAL

DISPOSITIF ET PROCÉDÉ POUR BROIER UNE MATIÈRE DE CHARGE

(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: **14.01.2020 DE 102020200404**
14.01.2020 BE 202005022
14.01.2020 DE 102020200401
14.01.2020 BE 202005020
14.01.2020 DE 102020200402
14.01.2020 BE 202005023

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
23.11.2022 Patentblatt 2022/47

(73) Patentinhaber:
• **thyssenkrupp Polysius GmbH**
59269 Beckum (DE)
• **thyssenkrupp AG**
45143 Essen (DE)

(72) Erfinder: **GUERRERO PALMA, Pedro**
59510 Lippetal (DE)

(74) Vertreter: **thyssenkrupp Intellectual Property GmbH**
ThyssenKrupp Allee 1
45143 Essen (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
CN-A- 104 998 714 DE-A1- 3 224 249
DE-A1- 3 724 742 DE-A1-102015 110 033

EP 4 090 468 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 eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Mahlen von Einsatzmaterial, insbesondere eine Vorrichtung in Ausgestaltung als Walzenmühle, mit einer festgelagerten Festwalze und einer losgelagerten Loswalze, wobei die Loswalze relativ zur Festwalze verlagerbar ist. Dabei können die Walzen an einem Rahmen gelagert und abgestützt sein, insbesondere zusammen an einem gemeinsamen Rahmen. Insbesondere sind Walzenpressenvorrichtungen in Ausgestaltung als Gutbett-Walzenmühlen für Einsatzmaterial in Form von Mineralien oder Abbaumaterial betroffen. Insbesondere sind auch so genannte Rollenpressen (engl.: "roller press") betroffen, beispielsweise mit einer Antriebsleistung im Bereich von mindestens 200 KW bis 5.000 KW. Insbesondere betrifft die Erfindung eine Vorrichtung und ein Verfahren gemäß dem Oberbegriff des jeweiligen unabhängigen oder nebengeordneten Anspruchs.

[0002] Einsatzmaterial wie zum Beispiel Kalkstein, Klinker, Erz oder ähnliche Gesteine wird zum Beispiel mittels Walzenpressen (auch allgemein "roller press" genannt) gemahlen. Die Walzen werden üblicherweise einerseits festgelagert und andererseits translatorisch verlagerbar gelagert. Eine auf die losgelagerte Loswalze in Richtung des Mahlspalts ausgeübte Hydraulikkraft bewirkt eine translatorische Verlagerung relativ zur Kontaktstelle der Walzen, beziehungsweise eine Kraftbeaufschlagung im Mahlspalt. Insbesondere wird die Loswalze an wenigstens zwei Punkten in translatorischer Richtung beaufschlagt, auch um Drehmomenten vorbeugen zu können.

[0003] Anders ausgedrückt: Walzenpressen weisen üblicherweise eine festgelagerte Festwalze und eine losgelagerte Loswalze auf, wobei die Loswalze translatorisch relativ zur Festwalze verlagerbar ist, und wobei die Walzen in einem Rahmen gelagert und abgestützt sind. Beispielsweise sind ein unterer und ein oberer Rahmen teil vorgesehen, an welchem jeweils ein (translatorisches) Gleitlager für die Loswalze vorgesehen ist. Zusätzlich zu hydraulischen Aktoren zur relativen Positionierung der Loswalze relativ zur Festwalze sind oftmals auch zusätzliche stabilisierende Aktoren erforderlich.

[0004] Insbesondere auch bei vergleichsweise großer Größe der Walzenpressen und großen wirkenden Kräften und Momenten oder Impulsen ist es in konstruktiver Hinsicht nicht trivial, eine Walzenpresse für ein möglichst breites Spektrum an Betriebszuständen oder unterschiedliche Einsatzmaterialien auszulegen. Die Frage, auf welche Weise Reaktionskräfte von den Walzen auf den Rahmen übertragen und ins Fundament weitergeleitet werden können beziehungsweise sollten, begründet große ingenieurstechnische Anstrengungen. Die konstruktiven Anforderungen sind dabei insbesondere auch hinsichtlich großer Dauerbelastungen hoch. Unabhängig von deren Größe muss die Walzenpresse dabei auch möglichst robust hinsichtlich Schiefelauf, Überlast oder dergleichen negativer Effekte sein. Beispielsweise

bleibt eine exakte Einstellbarkeit und exakte relative Ausrichtung der Walzenachsen daher bei vielen Walzen-Typen ebenfalls ein wichtiger Faktor hinsichtlich der Auswahl eines vorteilhaften konstruktiven Gesamt-Konzeptes. Insbesondere müssen die Achsen der Walzenpresse möglichst in einem minimal engen Toleranzbereich exakt positioniert werden können, insbesondere relativ zueinander. Mit anderen Worten: Eine große dynamische Dauerbelastung in Kombination mit engen Toleranzbereichen für die relative Position der Walzen begründet hohe konstruktive Anforderungen.

[0005] Somit ist auch der Aufwand vergleichsweise hoch, welcher in die Konzipierung des Rahmens (Tragstruktur) und in die Abstützung der Krafteinleitungspunkte sowie in Hinblick auf vorteilhafte Kraftflusspfade investiert werden muss. Nicht zuletzt aufgrund schwankender, zum Teil unbekannter Zusammensetzung und Härte des Einsatzmaterials unterliegen die Walzenpressen und die verwendeten Lager selbst dann sehr hohen Belastungen und Beanspruchungen, wenn sie mit großem Sicherheitsfaktor ausgelegt wurden. Beispielsweise kann bei bisherigen Vorrichtungen ein Schiefelauf nicht in allen Fällen effektiv vermieden werden, oder aber ein bestimmter in möglichst engen Toleranzgrenzen gewünschter Schiefelauf kann nicht exakt genug eingestellt werden. Beispielsweise ist ein Schiefelauf einer der Achsen (insbesondere Kontaktachse) im Bereich von 0 bis 10 Millimeter (mm) oder maximal 15 mm betroffen. Einerseits ist ein geringer Schiefelauf durchaus gewünscht (insbesondere um eine unregelmäßige Beaufschlagung der Walz mit Material auszugleichen), und andererseits soll der Schiefelauf nicht zu groß werden, insbesondere da dies die Effizienz der Mahlung nachteilig beeinflussen könnte. Aus diesem Beispiel geht hervor, dass insbesondere auch bei Walzenpressen im oberen Leistungsspektrum höchste Anforderungen an die Güte der Konstruktion, Abstützung und Lagerung gestellt werden.

[0006] Die Antriebsleistung von den tendenziell eher großen, schweren Walzenpressen liegt zum Beispiel im Bereich von 2x 150-200 KW, also in der Summe zum Beispiel 350 KW, kann jedoch auch noch deutlich größer sein, zum Beispiel 2x 3000 KW. Die räumlichen Abmessungen in den drei Raumrichtungen können dabei zum Beispiel jeweils zwei bis vier Meter betragen. Jedoch sind auch deutlich größere oder kleinere Bauformen realisierbar oder im Einsatz; insbesondere kann eine Skalierung je nach zu behandelndem Einsatzmaterial für einen jeweiligen Einsatzfall individuell erfolgen. Die vorliegende Erfindung ist weitgehend unabhängig vom jeweiligen Walzentyp skalierbar; besonders vorteilhaft wirkt sich die vorliegende Erfindung insbesondere bei vergleichsweise großen Walzenpressen aus.

[0007] DE 10 2015 114 992 A2 beschreibt eine Rollenpresse zum Mahlen von Mahlgut, wobei die Rollen beziehungsweise Walzen derart gelagert sind, dass ein Wechsel der Rollen vereinfacht werden kann, insbesondere indem sich eine Wirkungslinie einer resultierenden Betriebskraft in einem Halbraum innerhalb einer Trag-

konstruktion erstreckt, wobei eine/die Losrolle mit Schwenkeinrichtungen zusammenwirkt, welche als beidseitiger Hebel um ein Schwenklager schwenken.

[0008] Ebenso beschreibt DE 10 2015 114 998 A2 eine Rollenpresse zum Mahlen von Mahlgut, wobei die Rollen für einen vereinfachten Wechsel der Losrolle gelagert sind, insbesondere mit einer Schwenkachse eines beidseitigen Hebels in einer vorteilhaften Anordnung unterhalb eines Kraftbeaufschlagungspunktes an einem Ende des Hebels, und mit der Achse der Losrolle unterhalb der Schwenkachse.

[0009] Die Loswalzen dieser Walzenpressen sind also nicht rein translatorisch gelagert, sondern können verschwenkt werden.

[0010] Aus der DE 37 24 742 A1 ist ein Walzenbrecher mit Festwalze und Loswalze bekannt.

[0011] Aus der DE 32 24 249 A1 ist eine Walzenmühle mit zwei Walzen mit einstellbarem Durchgangsspalt bekannt.

[0012] Aus der GB 2 103 107 A ist eine Befestigungsvorrichtung für eine Mahlwalze bekannt.

[0013] Aus der DE 38 18 540 A1 ist ein Walzwerk mit verstellbarem Walzenspalt bekannt.

[0014] Aus der CN 104 998 714 A ist eine Maschine bekannt, wobei die Maschine eine Antriebsrolle und eine angetriebene Rolle hat, die mit einem Mittelteil eines Kreisverbindungsdrahtes verbunden sind. Die Enden der Antriebswalze und der angetriebenen Walze sind koaxial mit einer Endwelle verbunden. Über eine Schwenkwelle ist ein Schwenkarm auf einer rotierenden Welle montiert. Die Drehwelle ist auf einem Schwenklagersitz montiert. Eine Abtriebswelle ist mit einem Untersetzungsgetriebe verbunden, das auf dem Schwenkarm montiert ist. Eine Schwenkarm-Druckplatte ist mit einem oberen Teil eines Maschinenrahmens verbunden und füllt Gas in einen Pressluftsack.

[0015] Aus der DE 10 2013 010 220 A1 ist eine Hochdruck-Walzenpresse mit Pendelaufhängung bekannt.

[0016] Aus der DE 10 2015 110 033 A1 ist eine Gutbett-Walzenmühle mit zwei gegenläufigen Walzen und zwei schwenkbar mit dem Fundament verbundenen Walzenhalterungen bekannt.

[0017] Ausgehend von diesen unterschiedlichen Bauformen besteht Interesse an einer noch zweckdienlicheren Bauform, insbesondere für vergleichsweise massive, großvolumige Walzenvorrichtungen.

[0018] Aufgabe der Erfindung ist es, eine Vorrichtung und ein Verfahren mit den eingangs beschriebenen Merkmalen zur Verfügung zu stellen, womit das Mahlen von Einsatzmaterial weiter optimiert werden kann, beziehungsweise womit einzelne Walzen zum Mahlen von Einsatzmaterial auf besonders zweckdienliche Weise in Kombination miteinander verwendet werden können. Insbesondere ist es auch Aufgabe, eine robuste Vorrichtung auch bei vergleichsweise hohen Reaktionskräften und starken Belastungen mit möglichst einfachem und robustem konstruktivem Aufbau bereitzustellen, womit auch ein Schieflauf verringert oder sogar weitgehend ver-

mieden werden kann, oder womit ein Schieflauf zumindest in einem sehr engen Toleranzbereich definiert werden kann. Nicht zuletzt besteht dabei jeweils auch Interesse an einer möglichst kostengünstigen Lösung, bei möglichst einfachem Design für eine robuste, langlebige Anlagentechnik.

[0019] Diese Aufgabe wird gelöst durch eine Vorrichtung und ein Verfahren gemäß den unabhängigen Patentansprüchen. Vorteilhafte Ausführungsbeispiele werden in den Unteransprüchen aufgeführt.

[0020] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß insbesondere gelöst durch eine Walzenpressenvorrichtung eingerichtet zum Mahlen von Einsatzmaterial (beispielsweise Mahlgut in Form von Mineralien), insbesondere in Ausgestaltung als Walzenmühle, speziell als Gutbett-Walzenmühle, mit: einer festgelagerten Festwalze mit einer zumindest annähernd ortsfest gelagerten Walzenachse; einer losgelagerten Loswalze mit einer ortsvariabel in vordefinierbarer Relativposition zur Festwalze anordenbaren Walzenachse; einem zumindest die Festwalze und wahlweise auch die Loswalze lagernden Rahmen; wenigstens einer in einem Kraftbeaufschlagungspunkt auf die Loswalze wirkenden Kraftbeaufschlagungseinheit; wobei die Fest- und Loswalze zum Aufbringen einer Mahlkraft (resultierende Walzenkraft im Mahlspace) und zum gegenseitigen Kontaktieren in einem Walzenkontaktpunkt oder zum Definieren eines Mahlspace für das Einsatzmaterial relativ zueinander lagerbar und positionierbar sind, insbesondere mittels der Kraftbeaufschlagungseinheit; und wobei die Loswalze mit der ortsvariablen Walzenachse derart schwenkbar um eine Schwenkachse in der Art eines einseitigen Hebels gegen die Festwalze lagerbar/gelagert ist, dass die relative Position der Loswalze (beziehungsweise der ortsvariablen Walzenachse) relativ zur Festwalze zum Aufbringen der Mahlkraft durch diese einseitig um die Schwenkachse erfolgende Schwenkbewegung definierbar ist, wobei der einseitige Hebel zwischen der Schwenkachse und dem Kraftbeaufschlagungspunkt gebildet ist. Dies liefert eine robuste Anordnung einerseits, und ermöglicht ein vergleichsweise spannungsfreies, variables Positionieren der Walzen relativ zueinander. Insbesondere kann auch eine hohe Effizienz sichergestellt werden, insbesondere auch energetische Effizienz. Dabei kann auf elegante, einfache Weise auch besonders hohen konstruktiven Anforderungen gerecht werden.

[0021] Es hat sich gezeigt, dass die schwenkbare Lagerung der Loswalze auch große Vorteile hinsichtlich Krafteinleitung und Kraft-Aufbringung liefert, insbesondere bei sehr massiven Walzen. Insbesondere können die bereitgestellten Kräfte (insbesondere Hydraulikkräfte) effizient und effektiv genutzt werden. Insbesondere kann der Betrag der erforderlichen Kraft, und damit letztlich auch die erforderliche Energie, minimiert werden. Nicht zuletzt kann die gesamte Vorrichtung dabei dank optimierter Kraftflusspfade auch schlanker konstruiert werden, also bei weniger Aufwand hinsichtlich Material und Kosten und Gesamtgewicht. Im Umkehrschluss

kann auch eine zu installierende Hydraulikkraft minimiert werden; der Aufwand für hydraulische Armaturen und druckbeständige Leitungen und Adapter kann spürbar verringert werden. Anders ausgedrückt: Die ortsvariable Walzenachse ist mit vergleichsweise kleiner Aktuationskraft schwenkbar im Mahlpalt positionierbar. Dabei definiert die Schwenkachse insbesondere auch einen Angelpunkt des einseitigen Hebels. Die ortsfeste Walzenachse kann dabei wahlweise auch ganz ohne vorgesehenen Verlagerungs-Mechanismus komplett ortsfest sein/bleiben, also für alle denkbaren Betriebsbedingungen oder Betriebszustände.

[0022] Als Loswalze im weiteren Sinne ist dabei diejenige Walze zu verstehen, die aktiv relativ zur Festwalze positionierbar ist und für eine relative Verlagerung auch örtlich verlagerbar gelagert ist. Im gleichen Sinne ist als Festwalze dabei analog eine Walze zu verstehen, die ortsfest gelagert ist, ohne dass eine örtliche Verlagerung vorgesehen ist. In einem weiter unten noch beschriebenen Spezialfall kann die Festwalze auch in einem Schwenklager gelagert sein. Die hier gewählten Begriffe für Fest- und Loslagerung sind unabhängig von etwaigen mechanischen beziehungsweise kinematischen Anforderungen zur statischen/dynamischen Bestimmtheit. Die hier gewählten Begriffe dienen vornehmlich der Illustration der beiden unterschiedlichen Walzentypen.

[0023] Erfindungsgemäß ist die Schwenkachse auf der Tangente der Festwalze und der Loswalze am Walzenkontaktpunkt angeordnet, sofern durch einen Mahlpalt von null durch direkt Kontakt der Festwalze und der Loswalze es einen Walzenkontaktpunkt gibt. Ist der Mahlpalt von null verschiedenen, so ist die Schwenkachse zwischen der Tangente der Festwalze am Schnittpunkt der Verbindungslinie zwischen der ortsfest gelagerten Walzenachse und der ortsvariabel anordenbaren Walzenachse und der Tangente der Loswalze am Schnittpunkt der Verbindungslinie zwischen der ortsfest gelagerten Walzenachse und der ortsvariabel anordenbaren Walzenachse angeordnet ist. Zwischen den Tangenten umfasst im Sinne der Erfindung auch auf wenigstens einer der Tangenten liegend, was insbesondere im Spezialfall eines Mahlpaltes von null ergibt, da in diesem Spezialfall beide Tangenten aufeinander fallen und so die Schwenkachse auf beiden zusammenfallenden Tangenten angeordnet ist. Aber auch im Falle eines von null verschiedenen Mahlpaltes kann die Schwenkachse insbesondere auf der Tangente der Festwalze am Schnittpunkt der Verbindungslinie zwischen der ortsfest gelagerten Walzenachse und der ortsvariabel anordenbaren Walzenachse liegen, da dieses einen variablen Mahlpalt von null an ermöglichen würde. Insbesondere ist der Mahlpalt im Vergleich zum Durchmesser der Festwalze und zum Durchmesser der Loswalze klein, sodass die Annahme eines Mahlpaltes von null im Rahmen der Toleranzen liegen kann.

[0024] In besonderen Fällen von ineinander greifenden Festwalze und Loswalze kann der Mahlpalt auch negative Werte annehmen, die dann maximal auf

die Tiefe des Eingreifens der Walzen ineinander beschränkt ist.

[0025] Die erfindungsgemäße Anordnung ermöglicht insbesondere auch, dass der Rahmen auf vorteilhafte Weise verwendet werden kann. Insbesondere können herkömmliche, bewährte Ausgestaltungen und Konstruktionen des Rahmens auch für die erfindungsgemäße Anordnung implementiert werden.

[0026] Die erfindungsgemäße Anordnung ist bevorzugt eingerichtet für Antriebsleistungen im Bereich von mindestens 200 KW bis 5.000 KW. Die verwendeten Lager sind insbesondere eingerichtet für das Abfangen und Weiterleiten von Impulsen und Reaktionskräften, die von Mahlgut in Form von Mineralien oder Steinen oder dergleichen beim Mahlen auf die Walzen und Lager ausgeübt werden. Anlagentechnisch, verfahrenstechnisch und konstruktiv vorteilhafte oder realisierbare Maßnahmen können durch dieses Anwendungsgebiet vorgegeben beziehungsweise eingeschränkt sein. Der Fachmann muss dabei auch speziell für das gewünschte Anwendungsgebiet nach besonders adäquaten Maßnahmen suchen.

[0027] Vorteilhafter Weise kann eine (rein) mechanische Schieflaufunterdrückung bei einer erfindungsgemäßen Walzenvorrichtung entbehrlich werden. Auch hydraulische Maßnahmen zur Schieflaufunterdrückung können zumindest teilweise entbehrlich werden. Insbesondere liefert die erfindungsgemäße auch Anordnung den Vorteil, dass Schieflauf allein dank der Art und Weise der Lagerung der Walzen relativ zueinander und dank einer Schwenkbewegung der Loswalze auf effektive Weise verringert oder sogar vollständig vermieden werden kann.

[0028] Als einseitiger Hebel beziehungsweise als einseitige Hebelanordnung ist dabei eine Anordnung zu verstehen, bei welcher nur ein Ende des Hebels verschwenkt wird, und der Hebel ist an der anderen Seite im Schwenklager angeordnet. Lastarm und Kraftarm fallen zusammen. Beim einseitigen Hebel wird nur ein Ende des Hebels mit Kraft beaufschlagt. Es gibt nur einen Kraftbeaufschlagungspunkt, und das Schwenken des Hebels führt nicht zu einer Kraftwirkung oder Drehmomenterzeugung am anderen Ende des Hebels. Vielmehr ist am anderen Ende (Angelpunkt) ein Drehlager vorgesehen, zum Verschwenken des Hebels um das Drehlager. Ein Wirkungspunkt beziehungsweise ein Interaktionspunkt beziehungsweise eine mechanische Schnittstelle ist auf der Strecke zwischen dem Schwenklager und dem Ende des Hebels angeordnet. Anders ausgedrückt: Es gibt keine schwenkende Gegenbewegung. Bei einer beidseitigen Hebelanordnung hingegen werden zwei Enden eines Hebels miteinander verschwenkt, d.h., das eine Ende führt eine schwenkende Relativbewegung aus, und das andere Ende führt ebenfalls eine schwenkende Relativbewegung aus, so dass die relative Länge der beiden Hebelarme von Bedeutung ist.

[0029] Der Kraftbeaufschlagungspunkt ist beispielsweise jeweils an einem Lagerstein der Loswalze oder

zwischen Lagersteinen der Loswalze angeordnet, wobei bei einer Kraftbeaufschlagung zwischen den Lagersteinen bevorzugt eine Kopplung der Lagersteine erfolgt, insbesondere derart, dass eine Hydraulikkraft über die Kopplung auf die Lagersteine übertragbar ist. Als Lagersteine können zum Beispiel Lagerbuchsen, Wälzlager oder dergleichen rotatorische Lagerelemente vorgesehen sein. Die Lagersteine dienen insbesondere zur Aufnahme der Lager und zur Übertragung der Reaktionskräfte auf die Lager. Eine Kopplung von zwei oder mehreren Lagersteinen ist nicht zwingend erforderlich. Falls ein Schiefelauf gänzlich unterbunden werden soll, kann eine Kopplung der Lagersteine jedoch besonders zielführend sein. Im Speziellen kann die Kopplung zum Beispiel dadurch realisiert werden, dass die beiden Lagersteine und wenigstens eine Komponente für die Kopplung aus einem Gussteil bestehen. Die Kopplung kann auch durch eine Verbindung (zum Beispiel geschraubt) eines Stahlrohrs/Stahlrahmens mit den Lagersteinen realisiert werden. Bei gekoppelten Lagersteinen kann der Kraftbeaufschlagungspunkt zum Beispiel zwischen den beiden Lagersteinen liegen, oder aber es ist gleichwohl je Lagerstein jeweils ein Kraftbeaufschlagungspunkt vorgesehen.

[0030] Es hat sich gezeigt, dass die Verwendung von mehreren (wenigstens zwei) Hydraulikzylindern in einzelnen Anwendungsfällen besonders vorteilhaft sein kann, insbesondere jeweils gekoppelt an einen Lagerstein, so dass jede Seite beziehungsweise jeder Lagerstein einen Kraftbeaufschlagungspunkt definiert. Dies macht eine Kopplung der Lagersteine untereinander entbehrlich.

[0031] Die Erfindung beruht auch auf dem Konzept, mittels einer einseitigen Hebelanordnung lediglich durch translatorische Aktuierung eine Positionierung einer Loswalze relativ zu einer Festwalze sicherzustellen. Rotatorische Stellbewegungen oder zum Beispiel auch die Verwendung von Exzentern sind nicht erforderlich. Erfindungsgemäß kann daher eine vergleichsweise schlanke, einfache Konstruktion mit vergleichsweise wenigen interagierenden Komponenten und wenigen Relativbewegungen bereitgestellt werden. Hierdurch kann auch eine konstruktive Anpassung oder Skalierung auf einfache Weise erfolgen.

[0032] Die Begriffe "festgelagert" und "losgelagert" beziehen sich dabei insbesondere auf einen Betriebszustand zum Mahlen von Einsatzmaterial. Anders ausgedrückt: Die Festwalze wird beim Mahlen üblicherweise nicht verlagert, kann aber gleichwohl derart gelagert sein, dass zum Beispiel zu Montagezwecken eine Verlagerung der Festwalze vorgenommen werden kann. Für den Mahl-Vorgang hingegen wird üblicherweise nur die Loswalze positioniert. Wahlweise kann das erfinderische Konzept jedoch auch auf zwei gegeneinander losgelagerte Walzen übertragen werden.

[0033] Gemäß einem Ausführungsbeispiel ist die Walzenpressenvorrichtung als Gutbett-Walzenmühle ausgestaltet. Es hat sich gezeigt, dass die hier beschriebenen

erfindungsgemäßen Vorteile insbesondere auch bei einer Gutbett-Walzenmühle besonders vorteilhaft realisierbar sind.

[0034] In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung entspricht der Abstand r_{Abs} zwischen der Schwenkachse und der Verbindungslinie zwischen der ortsfest gelagerten Walzenachse und der ortsvariabel anordenbaren Walzenachse entlang einer rechtwinklig auf der Verbindungslinie zwischen der ortsfest gelagerten Walzenachse und der ortsvariabel anordenbaren Walzenachse liegenden Gerade wenigstens dem 0,15 fachen der Summe des Radius der Festwalze r_{Fest} und des Radius der Loswalze r_{Los} und höchstens dem 1 fachen der Summe des Radius der Festwalze r_{Fest} und des Radius der Loswalze r_{Los} . Es ergibt sich somit:

$$0,15 \cdot (r_{\text{Fest}} + r_{\text{Los}}) \leq r_{\text{Abs}} \leq 1 \cdot (r_{\text{Fest}} + r_{\text{Los}})$$

[0035] Hierdurch wird eine kompakte und stabile Bauweise ermöglicht.

[0036] Besonders bevorzugt entspricht der Abstand r_{Abs} zwischen der Schwenkachse und der Verbindungslinie zwischen der ortsfest gelagerten Walzenachse und der ortsvariabel anordenbaren Walzenachse entlang einer rechtwinklig auf der Verbindungslinie zwischen der ortsfest gelagerten Walzenachse und der ortsvariabel anordenbaren Walzenachse und durch die Schwenkachse liegenden Gerade wenigstens dem 0,2 fachen der Summe des Radius der Festwalze r_{Fest} und des Radius der Loswalze r_{Los} und höchstens dem 0,8 fachen der Summe des Radius der Festwalze r_{Fest} und des Radius der Loswalze r_{Los} . Es ergibt sich somit:

$$0,2 \cdot (r_{\text{Fest}} + r_{\text{Los}}) \leq r_{\text{Abs}} \leq 0,8 \cdot (r_{\text{Fest}} + r_{\text{Los}})$$

[0037] Ganz besonders bevorzugt entspricht der Abstand r_{Abs} zwischen der Schwenkachse und der Verbindungslinie zwischen der ortsfest gelagerten Walzenachse und der ortsvariabel anordenbaren Walzenachse entlang einer rechtwinklig auf der Verbindungslinie zwischen der ortsfest gelagerten Walzenachse und der ortsvariabel anordenbaren Walzenachse und durch die Schwenkachse liegenden Gerade wenigstens dem 0,25 fachen der Summe des Radius der Festwalze r_{Fest} und des Radius der Loswalze r_{Los} und höchstens dem 0,75 fachen der Summe des Radius der Festwalze r_{Fest} und des Radius der Loswalze r_{Los} . Es ergibt sich somit:

$$0,25 \cdot (r_{\text{Fest}} + r_{\text{Los}}) \leq r_{\text{Abs}} \leq 0,75 \cdot (r_{\text{Fest}} + r_{\text{Los}})$$

[0038] Noch weiter besonders bevorzugt entspricht der Abstand r_{Abs} zwischen der Schwenkachse und der Verbindungslinie zwischen der ortsfest gelagerten Walzenachse und der ortsvariabel anordenbaren Walzen-

achse entlang einer rechtwinklig auf der Verbindungslinie zwischen der ortsfest gelagerten Walzenachse und der ortsvariabel anordenbaren Walzenachse und durch die Schwenkachse liegenden Gerade wenigstens dem 0,25 fachen der Summe des Radius der Festwalze r_{Fest} und des Radius der Loswalze r_{Los} und höchstens dem 0,6 fachen der Summe des Radius der Festwalze r_{Fest} und des Radius der Loswalze r_{Los} . Es ergibt sich somit:

$$0,25 \cdot (r_{\text{Fest}} + r_{\text{Los}}) \leq r_{\text{Abs}} \leq 0,6 \cdot (r_{\text{Fest}} + r_{\text{Los}})$$

[0039] In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung entspricht der Abstand zwischen der Schwenkachse und dem Kraftbeaufschlagungspunkt den 1fachen bis 5fachen des Abstandes zwischen der Schwenkachse und der Verbindungslinie zwischen der ortsfest gelagerten Walzenachse und der ortsvariabel anordenbaren Walzenachse entlang einer rechtwinklig auf der Verbindungslinie zwischen der ortsfest gelagerten Walzenachse und der ortsvariabel anordenbaren Walzenachse und durch die Schwenkachse liegenden Gerade. In anderen Worten ist der virtuelle Hebel zwischen dem Kraftbeaufschlagungspunkt und der Schwenkachse 1 bis 5 mal so lang wie der Abstand zwischen dem Walzenkontaktpunkt und der Schwenkachse.

[0040] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung entspricht der Abstand zwischen der Schwenkachse und dem Kraftbeaufschlagungspunkt den 1,5fachen bis 4fachen des Abstandes zwischen der Schwenkachse und der Verbindungslinie zwischen der ortsfest gelagerten Walzenachse und der ortsvariabel anordenbaren Walzenachse entlang einer rechtwinklig auf der Verbindungslinie zwischen der ortsfest gelagerten Walzenachse und der ortsvariabel anordenbaren Walzenachse und durch die Schwenkachse liegenden Gerade.

[0041] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung entspricht der Abstand zwischen der Schwenkachse und dem Kraftbeaufschlagungspunkt den 1,5fachen bis 3fachen des Abstandes zwischen der Schwenkachse und der Verbindungslinie zwischen der ortsfest gelagerten Walzenachse und der ortsvariabel anordenbaren Walzenachse entlang einer rechtwinklig auf der Verbindungslinie zwischen der ortsfest gelagerten Walzenachse und der ortsvariabel anordenbaren Walzenachse und durch die Schwenkachse liegenden Gerade.

[0042] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung entspricht der Abstand zwischen der Schwenkachse und dem Kraftbeaufschlagungspunkt den 1,75fachen bis 2,75fachen des Abstandes zwischen der Schwenkachse und der Verbindungslinie zwischen der ortsfest gelagerten Walzenachse und der ortsvariabel anordenbaren Walzenachse entlang einer rechtwinklig auf der Verbindungslinie zwischen der ortsfest gelagerten Walzenachse und der ortsvariabel anordenbaren Walzenachse und durch die Schwenkachse lie-

genden Gerade.

[0043] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung entspricht der Abstand zwischen der Schwenkachse und dem Kraftbeaufschlagungspunkt den 2fachen bis 2,5fachen des Abstandes zwischen der Schwenkachse und der Verbindungslinie zwischen der ortsfest gelagerten Walzenachse und der ortsvariabel anordenbaren Walzenachse entlang einer rechtwinklig auf der Verbindungslinie zwischen der ortsfest gelagerten Walzenachse und der ortsvariabel anordenbaren Walzenachse und durch die Schwenkachse liegenden Gerade.

[0044] In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist der Winkel zwischen dem Vektor zwischen der Schwenkachse und dem Kraftbeaufschlagungspunkt und dem Vektor zwischen der Schwenkachse und der Verbindungslinie zwischen der ortsfest gelagerten Walzenachse und der ortsvariabel anordenbaren Walzenachse entlang einer rechtwinklig auf der Verbindungslinie zwischen der ortsfest gelagerten Walzenachse und der ortsvariabel anordenbaren Walzenachse und durch die Schwenkachse liegenden Gerade. Zwischen 80° und 100° , bevorzugt zwischen 85° und 95° , besonders bevorzugt beträgt der Winkel 90° .

[0045] In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist der Mahlpalt ungleich null. Insbesondere ist der Mahlpalt zwischen einem Minimalwert $x_{0,\text{min}}$ und einem Maximalwert $x_{0,\text{max}}$ im Mahlbetrieb einstellbar. Der kürzeste Abstand zwischen der Schwenkachse ist in dieser Ausführungsform bevorzugt zwischen dem halben Minimalwert $x_{0,\text{min}}$ und dem halben Maximalwert $x_{0,\text{max}}$ eingestellt. Besonders bevorzugt kann der Minimalwert $x_{0,\text{min}}$ null sein.

[0046] In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung umfasst der einseitige Hebel die geradlinige Verbindungslinie zwischen dem Kraftbeaufschlagungspunkt und der Schwenkachse. Unter umfasst ist im Sinne der Erfindung hier zu verstehen, dass die geradlinige Verbindung innerhalb des mechanischen Hebels verläuft. Somit wird die Kraft direkt und geradlinig durch den einseitigen Hebel geführt. Insbesondere ist der einseitige Hebel somit nicht U-förmig oder parabolisch unter Auslassung der direkten Verbindungslinie zwischen dem Kraftbeaufschlagungspunkt und der Schwenkachse ausgeführt.

[0047] In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung verläuft die ortsvariabel anordenbaren Walzenachse durch den einseitigen Hebel.

[0048] In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist die ortsvariabel anordenbaren Walzenachse maximal um das 0,1fache der Länge der geradlinige Verbindungslinie zwischen dem Kraftbeaufschlagungspunkt und Schwenkachse von der geradlinige Verbindungslinie zwischen dem Kraftbeaufschlagungspunkt und Schwenkachse beabstandet, besonders bevorzugt ist die ortsvariabel anordenbaren Walzenachse maximal um das 0,02fache der Länge der geradlinige Verbindungslinie zwischen dem Kraftbeaufschlagungspunkt

und Schwenkachse von der geradlinige Verbindungslinie zwischen dem Kraftbeaufschlagungspunkt und Schwenkachse beabstandet.

[0049] In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung erfolgt die Krafteinwirkung auf den Kraftbeaufschlagungspunkt in einem Winkel von 75° bis 105° zur Verbindungslinie zwischen der ortsfest gelagerten Walzenachse und der ortsvariabel anordenbaren Walzenachse. Bevorzugt erfolgt die Krafteinwirkung auf den Kraftbeaufschlagungspunkt in einem Winkel von 85° bis 95° zur Verbindungslinie zwischen der ortsfest gelagerten Walzenachse und der ortsvariabel anordenbaren Walzenachse, besonders bevorzugt erfolgt die Krafteinwirkung auf den Kraftbeaufschlagungspunkt in einem Winkel von 90° zur Verbindungslinie zwischen der ortsfest gelagerten Walzenachse und der ortsvariabel anordenbaren Walzenachse. Besonders bevorzugt erfolgt die Kraftbeaufschlagung von unten nach oben. Hierdurch ist eine besonders kompakte Bauweise möglich.

[0050] Gemäß einem Ausführungsbeispiel ist der Walzenkontaktpunkt in einem Abschnitt zwischen dem Kraftbeaufschlagungspunkt und der Schwenkachse angeordnet und/oder ist in einem Abstand zur Schwenkachse kleiner der Länge des einseitigen Hebels angeordnet, wobei der Walzenkontaktpunkt einen/den Lastarm des einseitigen Hebels definiert. Dabei kann auch ein durch Einsatzmaterial definierter Kontaktpunkt als Walzenkontaktpunkt verstanden werden, also bei einem spürbar großen Mahlpalt. Dabei kann der Walzenkontaktpunkt auch als wirksamer Kraftübertragungspunkt im Mahlpalt verstanden werden.

[0051] Gemäß einem Ausführungsbeispiel ist die ortsvariable Walzenachse auf einem gekrümmten Bewegungspfad relativ zur Festwalze verlagerbar, insbesondere auf einer Kreisbahn. Dies ermöglicht zum Beispiel auch eine Justage der relativen Walzenposition im Mahlpalt. Die ortsvariable Walzenachse kann dabei durch eine rotatorische Stellbewegung um die Schwenkachse relativ zur Festwalze positionierbar sein.

[0052] Gemäß einem Ausführungsbeispiel ist die ortsvariable Walzenachse in einem sich ausgehend von der Schwenkachse erstreckenden Hebel-Abschnitt zwischen dem Kraftbeaufschlagungspunkt und der Schwenkachse angeordnet, nämlich in einem Abstand zur Schwenkachse kleiner gleich der halben Hebellänge. Hierdurch kann auch eine vorteilhafte Kraftverteilung sichergestellt werden. Die Schwenkachse und der Kraftbeaufschlagungspunkt können eine Hebelanordnung bilden, bei welcher die Loswalze als einseitiger Hebel um die Schwenkachse positionierbar ist, wobei der Walzenkontaktpunkt in einem wirksamen Hebelabstand zur Schwenkachse angeordnet ist, welcher kleiner gleich der halben Hebellänge zwischen dem Kraftbeaufschlagungspunkt und der Schwenkachse ist. Dies ermöglicht einen guten Kraft-Effekt in der Mahlstelle, insbesondere bei vergleichsweise geringen Kräften im Beaufschlagungspunkt.

[0053] Gemäß einem Ausführungsbeispiel ist die

Schwenkachse zumindest annähernd parallel zur ortsfesten Walzenachse ausgerichtet. Wahlweise ist die Schwenkachse exakt parallel zur ortsfesten Walzenachse und/oder zur ortsvariablen Walzenachse ausgerichtet.

[0054] Gemäß einem Ausführungsbeispiel ist die ortsvariable Walzenachse auf einer Kreisbahn um die Schwenkachse schwenkbar, insbesondere mit exakt kreisförmiger Bewegungsbahn um einen auf der Schwenkachse angeordneten Momentanpol (Momentanpol im weiteren Sinne, da die Schwenkachse nicht notwendigerweise verlagerbar sein muss). Wahlweise kann die Schwenkachse beziehungsweise ein entsprechendes Schwenklager zusätzlich auch translatorisch verlagerbar sein. Wahlweise ist die Bewegungsbahn keine Kreisbahn, sondern eine Kurve, abgeflacht aufgrund überlagerter Translation. Eine translatorische Verlagerung kann weitere Möglichkeiten für das Anpassen von Betriebsparametern oder für die relative Anordnung der Walzenachsen liefert. Was die Größe eines Mahlpaltes betrifft, so reicht es jedoch üblicherweise aus, wenn dieser im Bereich von nur wenigen Millimetern variierbar ist, was bereits allein durch Verschwenken sichergestellt werden kann.

[0055] Die ortsvariable Walzenachse kann derart um die Schwenkachse schwenkbar sein, dass die ortsvariable Walzenachse in wenigstens zwei Raumrichtungen (x, z) relativ zur ortsfesten Walzenachse positionierbar ist, insbesondere jeweils mit von der ortsfesten Walzenachse abweichender x- und z-Koordinate (beziehungsweise abweichender x- und z-Position). Die Variation in z-Richtung liefert auch den Vorteil, dass nicht nur die Größe, sondern auch die Geometrie des Mahlpaltes variierbar ist. Insbesondere kann das Mahlgut auch bei stark inhomogener Ausgestaltung vorteilhaft gemahlen werden.

[0056] Nicht miteinander gekoppelte Lagersteine können dabei beispielsweise auch unterschiedlich stark schwenken, insbesondere um einen Schiefelauf oder einen Effekt entsprechend jenem eines Schiefelaufs einstellen zu können. Hierdurch kann ein Mahlpalt erzeugt werden, welcher nicht parallel verläuft, sondern von einem Ende der Walze zum anderen Ende unterschiedlich öffnet. Durch diese Maßnahme ist auch bei nicht gekoppelten Lagersteinen eine Variation hinsichtlich Schiefelauf-Effekten möglich.

[0057] Gemäß einem Ausführungsbeispiel ist die Loswalze innerhalb des Rahmens (beziehungsweise innenliegend vom Rahmen) schwenkgelagert und am Rahmen abgestützt. Hierdurch kann mittels des Rahmens zum Beispiel auch zumindest teilweise ein Fundament oder die Schnittstelle dafür bereitgestellt werden. Als eine Anordnung innerhalb des Rahmens ist dabei auch eine Anordnung zu verstehen, bei welcher der Rahmen in z-Richtung nur einseitig, insbesondere nur unterseitig von den Walzen vorgesehen ist. Als eine Anordnung innerhalb des Rahmens ist dabei insbesondere auch eine Anordnung zu verstehen, bei welcher der Rahmen die Wal-

zen in zumindest einer Raumrichtung vollständig überlappt. Dabei kann die Schwenkachse in einem Abstand zu wenigstens einer der Walzenachsen angeordnet sein, der kleiner gleich dem Abstand von Festlagern der Festwalze zu der ortsfesten Walzenachse ist. Dies begünstigt eine Abstützung im Rahmen. Ferner kann eine vorteilhafte Kraftverteilung auch bei vergleichsweise kleinen Hebellängen sichergestellt werden.

[0058] Gemäß einem Ausführungsbeispiel ist wenigstens eine der Walzen unabhängig von der anderen Walze am Rahmen abgestützt und gelagert, insbesondere in einer durch den Mahlpalt verlaufenden Ebene. Dies liefert auch eine vorteilhafte Anordnung bezüglich Kraftfluss und relativen Bewegungspfaden.

[0059] Gemäß einem Ausführungsbeispiel ist wenigstens eine der Walzen in einer durch den Mahlpalt verlaufenden Ebene abgestützt. Dies liefert nicht zuletzt auch gute Variabilität bezüglich der Anordnung des Kraftbeaufschlagungspunktes beziehungsweise bezüglich der Kraftbeaufschlagungsrichtung.

[0060] Gemäß einem Ausführungsbeispiel sind die Walzenachsen, bei Kontaktierung der Walzen im Walzenkontaktpunkt, derart relativ zur Schwenkachse angeordnet, dass eine Verbindungslinie durch diese drei Achsen in einer orthogonal dazu verlaufenden Ebene ein Dreieck bildet, insbesondere ein bevorzugt zumindest annähernd gleichschenkliges Dreieck, bevorzugt mit den Basiswinkeln an der Verbindungslinie zwischen den Walzenachsen jeweils kleiner 50 Grad, insbesondere kleiner 45 Grad, bevorzugt kleiner 40 Grad, weiter bevorzugt kleiner 35 Grad. Anders ausgedrückt: Vorteilhafter Weise definieren die drei Achsen eine zumindest annähernd gleichschenklige Dreieckanordnung, insbesondere mit der Schwenkachse als nach unten weisende Spitze. Diese symmetrische Anordnung der Walzenachsen relativ zur Schwenkachse, mit der Schwenkachse in möglichst geringem Abstand zu den Walzenachsen, liefert auch ein vorteilhaftes Hebelverhältnis und kann konstruktive Vereinfachungen ermöglichen, insbesondere auch eine gemeinsame Lagerung (gleichwohl bevorzugt unabhängig voneinander) an derselben Schwenkachse oder zumindest annähernd in derselben Position am Rahmen.

[0061] Der Basiswinkel der (beispielsweise gleichschenkligen) Dreieckanordnung kann dabei auch in einem Bereich von ca. 15°, bevorzugt nur 10° oder nur 5° um die hier genannten Werte schwanken. Insbesondere kann der Basiswinkel für eine jeweilige Anwendung auch individuell in einem Wertebereich von 45° plus minus 15° gewählt werden.

[0062] Dabei kann eine Ausrichtung des einseitigen Hebels (Schwenkwinkelausrichtung) kleiner 90° relativ zur Horizontalebene sein, insbesondere kleiner 45°, beispielsweise im Bereich von 20° bis 40°. Gemäß einer Variante entspricht die Schwenkwinkelausrichtung dem Basiswinkel der Dreieckanordnung.

[0063] Gemäß einem Ausführungsbeispiel ist die Schwenkachse unterhalb von der ortsfesten Walzenachse angeordnet, insbesondere mit einem Abstand von ma-

ximal dem halben Walzendurchmesser (maximaler Abstand entspricht dem Radius der Festwalze und/oder der Loswalze). Dies liefert auch eine vorteilhafte Anordnung bezüglich Zusammenwirken von Kraftbeaufschlagung und Gravitationskräften.

[0064] Vorteilhafter Weise ist die einseitige Hebelanordnung derart ausgestaltet, dass die im Walzenschwerpunkt oder im Schwerpunkt der gesamten verschwenkbaren Anordnung wirkende Gravitationskraft gegen die Kraftbeaufschlagung wirkt. Anders ausgedrückt: Der Lastarm des einseitigen Hebels wird einerseits durch die Reaktionskraft an der Walzenkontaktstelle definiert, andererseits auch durch die im Schwerpunkt angreifende Gravitationskraft. Die Loswalze ist also derart einseitig um die Schwenkachse gelagert, dass sowohl die Reaktionskraft an der Walzenkontaktstelle als auch die Gravitationskraft einer Kraftbeaufschlagung im Beaufschlagungspunkt (am Kraftarm des Hebels) entgegenwirken. Dies liefert gute Reaktivität und kann auch die Mahlcharakteristik verbessern, insbesondere indem die Rückstellbewegung (größer werdender Mahlpalt) schwerkraftgetrieben unterstützt wird. Insbesondere da die Schwerkraft die Walze zurückstellt beziehungsweise den Mahlpalt tendenziell eher öffnet als schließt, kann auch auf eine Vorrichtung zum Öffnen des Spaltes verzichtet werden (minimierter vorrichtungstechnischer Aufwand).

[0065] Gemäß einem Ausführungsbeispiel ist die Loswalze derart schwenkbar gelagert und angeordnet, dass die im Schwerpunkt der Loswalze angreifende Gravitationskraft am Lastarm des einseitigen Hebels in mahlspaltvergrößernder Art und Weise in der Richtung einer Rückstellbewegung wirkt. Hierdurch kann auch ein vorteilhaftes Mahlverhalten realisiert werden. Insbesondere kann eine gute Reaktivität sichergestellt werden, und ein Verkeilen oder Blockieren bei zum Beispiel besonders hartem oder großem Einsatzmaterial kann effektiv vermieden werden.

[0066] Gemäß einem Ausführungsbeispiel ist die Loswalze beziehungsweise die ortsvARIABLE Walzenachse zumindest annähernd parallel zur Festwalze ausgerichtet und in (wenigstens) zwei Lagersteinen gelagert, wobei die Lagersteine der Loswalze an einem Punkt (insbesondere um die Schwenkachse) drehbar fixiert sind und an einem weiteren Punkt (Kopplungspunkt beziehungsweise Abstützpunkt) gekoppelt sind. Ein solches optionales Koppeln der Lagersteine ermöglicht auch ein besonders effektives Bekämpfen von Schiefelauf. Der weitere Punkt (Kopplungspunkt beziehungsweise Abstützpunkt) ist dabei bevorzugt beabstandet zur Schwenkachse angeordnet.

[0067] Eine Kopplung kann dabei insbesondere auf mechanische oder hydraulische Weise erfolgen, insbesondere mittels Kreuzverband, Gusselement und/oder Torsionswelle (mechanisch), oder mittels über Kreuz geschaltetem Hydraulikzylinder (hydraulisch).

[0068] Gemäß einem Ausführungsbeispiel ist je Lagerstein ein in Längsrichtung wirkender oder ausgerichteter Hydraulikzylinder (Komponente der Kraftbeaufschla-

gungseinheit) zur Kraftbeaufschlagung der Loswalze vorgesehen. Dabei können (die) auf Lagersteine der (jeweiligen) Walze(n) wirkende Hydraulikzylinder der Kraftbeaufschlagungseinheit ölseitig verbunden sein. Die Kraftbeaufschlagungseinheit kann einen zwischen zwei Lagersteinen der Loswalze angeordneten oder wirkenden Hydraulikzylinder aufweisen. Lagersteine der (jeweiligen) Walze(n) können eine Führung in Lagersteinlängsrichtung aufweisen. Die Führung dient insbesondere dazu, die Lagersteine in einer vordefinierten Ebene zu halten, insbesondere bezüglich einer Rotation, insbesondere um zu vermeiden, dass sich die Lagersteine verdrehen (auf die Walzen wirken auch Axialkräfte in x-Richtung). Insofern kann die Führung eine Parallelogramm-Anordnung der Lagersteine der Loswalze stabilisieren beziehungsweise versteifen.

[0069] Gemäß einem Ausführungsbeispiel ist die Loswalze an einem weiteren Punkt (Kraftbeaufschlagungspunkt) oberhalb oder unterhalb der Walzenachse derart hydraulisch einseitig tangential um die Loswalze beaufschlagbar, dass die hydraulische Beaufschlagung ein Drehmoment um die Schwenkachse bewirkt und dabei die Mahlkraft/Walzenkraft definiert.

[0070] Gemäß einem Ausführungsbeispiel sind sowohl der Kraftbeaufschlagungspunkt als auch die Schwenkachse sowie Festlager für die Festwalze derart geometrisch angeordnet, dass eine verbindende Linie durch diese Stellen beziehungsweise Komponenten, oder ein entsprechend von diesen Stellen umgrenzter eingefasster Bereich, geometrisch in einem horizontalen Abstand von maximal zweifachem Walzendurchmesser der Walzen (beziehungsweise des Durchmessers einer/der relativ größeren Walze) und in einem vertikalen Abstand von maximal Faktor 1,5, insbesondere maximal Faktor 1,2 des Walzendurchmessers der Walzen beziehungsweise einer/der relativ größeren Walze verläuft, insbesondere mit der verbindenden Linie (Kontur, Verlauf) oder einer entsprechenden Bereichsumfangskontur im Querschnitt orthogonal zur Schwenkachse in Ausgestaltung als Dreieck oder Viereck jeweils mit Eckwinkeln kleiner 180 °.

[0071] Diese Art und Weise der Integration der einzelnen Komponenten in den Rahmen (oder zumindest einseitig seitlich an einem Rahmen) liefert auch eine kompakte und robuste Konstruktion. Hinsichtlich Krafteinleitungs-Richtungen und relativer Abstände und HebelVerhältnisse kann dabei gleichwohl auch noch ein vorteilhaft großer Variationsbereich sichergestellt werden. Bei einer an der Schwenkachse gelagerten Festwalze kann sich auch der Spezialfall ergeben, dass der umgrenzte Bereich nahezu linienförmig wird (also extrem flach), oder aber je nach vertikaler Anordnung (Höhenposition) der Schwenkachse die Geometrie eines sehr flachen, breiten Dreiecks mit Basiswinkel(n) im Bereich von nur einigen wenigen Grad annimmt. Anders ausgedrückt: Eine Krafteinleitung und das Abfangen und Weiterleiten von Reaktionskräften kann örtlich auf einen sehr schmalen Bereich eingegrenzt werden (insbesondere nur einseiti-

ger Rahmen), oder der von den Kraft- und Lagerpunkten umgrenzte Bereich ist zumindest sehr kompakt und auf eine vorteilhafte geometrische Grundform zurückzuführen, welche einen kompakten, stabilen Rahmen ermöglicht.

[0072] Somit basiert die Erfindung gemäß einer der ausführbaren Varianten auch auf dem Konzept, ein Kräfte-Dreieck mit vorteilhaften Hebel-Längen und bei vorteilhafter Anordnung der Krafteinleitungspunkte zu bilden, wobei die Lager- und Reaktionskräfte ebenfalls an diesem Kräfte-Dreieck übertragen werden. Die längste Seite des Kräfte-Dreiecks kann dabei durch den sich zwischen Schwenkachse und Kraftbeaufschlagung erstreckenden einseitigen Hebel bereitgestellt werden.

[0073] Gemäß einem Ausführungsbeispiel sind der Walzenkontaktpunkt, der Kraftbeaufschlagungspunkt und die Schwenkachse derart relativ zueinander angeordnet, dass ein Hebelverhältnis von Abstand zwischen Kraftbeaufschlagungspunkt und Schwenkachse zu Abstand zwischen Kraftbeaufschlagungspunkt und Walzenkontaktpunkt von mindestens Faktor 2 einstellbar ist. Die ortsvariable Walzenachse, der Kraftbeaufschlagungspunkt und die Schwenkachse können derart relativ zueinander angeordnet sein, dass ein Hebelverhältnis von Abstand zwischen Kraftbeaufschlagungspunkt und Schwenkachse zu Abstand zwischen ortsvariabler Walzenachse und Schwenkachse von mindestens Faktor 2 einstellbar ist. Diese Anordnung liefert insbesondere auch hohe Effektivität beziehungsweise Effizienz.

[0074] Gemäß einem Ausführungsbeispiel ist zumindest die Loswalze derart dimensioniert und/oder derart im Rahmen angeordnet, dass ein Freiraum in z-Richtung zum Rahmen sichergestellt ist. Die Abmessungen der mit der Loswalze verlagerten Struktur in z-Richtung können kleiner sein als die Abmessungen der festgelagerten Struktur der Festwalze in z-Richtung. Hierdurch kann insbesondere auch ein für einen breiten Bewegungs-/Schwenkbereich vorteilhafter Freiraum geschaffen werden.

[0075] Gemäß einem Ausführungsbeispiel wird die Loswalze in einem einzigen Beaufschlagungspunkt oder zumindest in einem einzigen radialen Abstand in tangentialer Richtung um die Walzenachse und um die Schwenkachse beaufschlagt, insbesondere in einer (hydraulischen) Wirkrichtung zumindest annähernd orthogonal zur Walzenachse, insbesondere in vertikaler (z) oder horizontaler (x) Wirkrichtung bei horizontal ausgerichteten Walzenachsen und horizontal ausgerichteter Ebene (xy) durch die Walzenachsen.

[0076] Gemäß einem Ausführungsbeispiel ist die Loswalze schwenkbar um die Schwenkachse relativ zur Festwalze positionierbar, insbesondere durch Einstellen einer/der einseitig zumindest annähernd tangential ausgerichteten (bevorzugt hydraulischen) Kraft im Beaufschlagungspunkt. Anders ausgedrückt: Die aufgebrachte Kraft ist windschief relativ zur Walzenachse ausgerichtet.

[0077] Gemäß einem Ausführungsbeispiel ist die Los-

walze im Rahmen zumindest in einer Schwenkrichtung frei positionierbar, insbesondere zumindest relativ zu einem unterseitigen Rahmenteil oder zusätzlich auch relativ zu einem oberseitigen Rahmenteil des Rahmens. Der/das unterseitige Rahmenteil kann insbesondere direkt an ein Fundament gekuppelt sein.

[0078] Gemäß einem Ausführungsbeispiel ist die Loswalze schwenkbar um einen/den Schwenkpunkt (Schwenkachse) gelagert, welcher in einer Ebene exakt unterhalb oder oberhalb des Walzenkontaktpunktes von Festwalze und Loswalze angeordnet ist, also exakt auf halber Strecke zwischen den beiden Walzenachsen. Anders ausgedrückt: Die Schwenkachse wird in lotrechter Flucht zum Mahlspace angeordnet. Dies liefert auch konstruktive Vorteile, nicht zuletzt auch hinsichtlich der Lagerung der Festwalze.

[0079] Die Walzenpressenvorrichtung ist vorteilhafter Weise eingerichtet, die Schwenkbewegung ausschließlich durch eine Aktuierung beziehungsweise Kraftbeaufschlagung in translatorischer Richtung zu initiieren, also ohne Drehmoment oder ohne rotatorische Stellbewegung. Insbesondere erfolgt die Kraftbeaufschlagung zumindest annähernd in orthogonaler und/oder paralleler Richtung relativ zur Reaktionskraft (Kontaktkraft) an den Walzen. Dies liefert nicht zuletzt auch eine vergleichsweise einfache, robuste Kinematik.

[0080] Gemäß einem Ausführungsbeispiel ist die Schwenkachse in einer Ebene angeordnet, welche sich parallel zu den Walzenachsen erstreckt, insbesondere in einer durch den Mahlspace oder exakt durch den Walzenkontaktpunkt verlaufenden Ebene, insbesondere in einer in vertikaler Richtung verlaufenden Ebene. Diese zumindest in x-Richtung symmetrische Anordnung relativ zu den Walzenachsen liefert insbesondere auch bei zumindest annähernd gleich großen Walzen Vorteile hinsichtlich Abstützung der Walzen und hinsichtlich Kraftfluss. Die z-Position in Höhenrichtung kann dabei weitgehend frei gewählt werden, insbesondere hinsichtlich einer besonders vorteilhaften Rahmenkonstruktion und/oder einer optional gemeinsamen Abstützung beider Walzen an der Schwenkachse.

[0081] Wahlweise kann die Loswalze derart relativ zur Festwalze positioniert/positionierbar sein, dass die Schwenkachse in einem x-Abschnitt zwischen dem Mahlspace (oder dem Walzenkontaktpunkt) und der Walzenachse der Loswalze angeordnet ist (also in x-Richtung zur ortsvariablen Walzenachse hin versetzt), insbesondere in einem x-Abstand zur ortsvariablen Walzenachse von mindestens $\frac{2}{3}$ des x-Abstandes zwischen ortsvariabler Walzenachse und Walzenkontaktpunkt beziehungsweise Mahlspace (insbesondere in einem x-Abstand von mindestens $\frac{2}{3}$ des Loswalzenradius), bevorzugt mindestens $\frac{3}{4}$ dieses x-Abstandes. Dies liefert nicht zuletzt auch ein vorteilhaftes Kräfteverhältnis. Anders ausgedrückt: Eine symmetrische x-Anordnung der Schwenkachse im Mahlspace kann wahlweise auch variiert werden, insbesondere durch x-Versatz in Richtung der ortsvariablen Walzenachse.

[0082] Ein durch die erfindungsgemäße Anordnung realisierbares Kräftedreieck wird durch die Punkte P1, P2 und P3 gebildet. Die Anordnung der jeweiligen Walzenachse ist in diesem Zusammenhang weniger beachtlich. Jedoch kann erwähnt werden, dass die vom Kräftedreieck aufgespannte Fläche bevorzugt nur die Loswalze (beziehungsweise deren Querschnittsfläche) überdeckt, und dass wahlweise die Walzenachse der Loswalze vom Kräftedreieck eingeschlossen ist. Für die Wahl der Hebelverhältnisse können auch Dimensionierungs-Aspekte berücksichtigt werden. Je größer der Abstand P2/P3 im Verhältnis zum Abstand P1/P3 gewählt ist, umso kleiner können die Hydraulikzylinder beziehungsweise Krafteinleitungs-Aktuatoren ausgelegt werden. Andererseits steigt dabei auch die Belastung im Punkt P3. Ein Verhältnis von zumindest annähernd 1 zu 2 kann bevorzugt sein, insbesondere wenn die Anzahl an Zylindern (Aktuatoren) möglichst gering sein soll (insbesondere im Vergleich zum Stand der Technik halbiert sein soll, also insbesondere im Vergleich zur translatorischen Aktuierung). In vielen Fällen sind auch Kostenaspekte von großer Bedeutung, so dass das Verhältnis der Abstände auch hinsichtlich Kosten optimiert werden kann. Steigen die Kosten der Konstruktion für den Lagerungspunkt P3 stärker als die Kosten für die Zylinder, wird das Verhältnis eher kleiner gewählt sein/werden, und vice versa. Insofern kann das Verhältnis auch im Einzelfall in einem Bereich von zum Beispiel 1 zu 1 bis 1 zu 3 gewählt werden, insbesondere 1 zu 1,5 bis 1 zu 2,5, vorzugsweise 1:2. Der Fachmann kann für einen jeweiligen Anwendungsfall basierend auf der vorliegenden Offenbarung in Abhängigkeit von priorisierten Randbedingungen ein Optimum finden.

[0083] Es hat sich gezeigt, dass eine/die Kontaktklinie der beiden Walzen (ohne Einsatzmaterial im Mahlspace) beziehungsweise die Mittellinie (Mittenlängsachse) des Mahlspace sich in der Höhe am geringsten ändert, wenn die Schwenkachse in x-Richtung nahe zum Mahlspace angeordnet ist/wird. D.h., eine solche mehr oder weniger fluchtende Anordnung (fluchtend in z-Richtung) von Mahlspace-Mitte und Schwenkachse ermöglicht, die beiden Walzenachsen zumindest annähernd in derselben Höhenposition zu halten, auch bei Variation der Spaltbreite. Dabei öffnet der Mahlspace also möglichst horizontal, was auch vorteilhaft ist hinsichtlich einer Materialaufgabe von oben (schwerkraftgetriebene Zufuhr des Einsatzmaterials).

[0084] Gemäß einem Ausführungsbeispiel erfolgt die (bevorzugt hydraulische) Kraftbeaufschlagung um die Schwenkachse mittels wenigstens eines Plungers, insbesondere mittels Plunger mit Kippvorrichtung, insbesondere mittels Plunger mit Hydrostat als Kippvorrichtung. Dies begünstigt auch eine Regelung von hydraulischen Kräften und ein möglichst exaktes Positionieren. Die Kraftbeaufschlagungseinheit kann beispielsweise wenigstens einen Plunger beziehungsweise Tauchkolben beziehungsweise Ventilkolben umfassen. Speziell beim Schwenkmechanismus liefern Plunger auch den

Vorteil einer besonders kompakten Bauweise. Jedoch kann der Zylindertyp jeweils individuell für den Anwendungsfall optimiert ausgewählt werden.

[0085] Gemäß einem Ausführungsbeispiel ist die Schwenkachse am Rahmen angeordnet, insbesondere in einem in den Rahmen integrierten Schwenklager, insbesondere an einem unterseitigen Rahmenteil. Dies liefert nicht zuletzt auch konstruktive Vorteile und wirkt sich günstig auf den Kraft-/Momentenfluss aus.

[0086] Die Festwalze kann beispielsweise in wenigstens einem Lager mit derselben z-Koordinate wie die Schwenkachse gelagert sein.

[0087] Gemäß einem Ausführungsbeispiel ist die Festwalze zumindest an einem/dem unterseitigen Rahmenteil und wahlweise auch an einem/dem oberseitigen Rahmenteil des Rahmens gelagert, insbesondere festgelagert ist. Anders ausgedrückt: Wahlweise kann die Abstützung der Festwalze in z-Richtung auch nur einseitig erfolgen. Diese Variationsmöglichkeiten, die sich insbesondere im Vergleich zu einem translatorischen Gleitlager realisieren lassen, ermöglichen auch ein einziges Konstruktionskonzept für eine Vielzahl von Anwendungen, ohne Optimierungs-Maßnahmen einschränken zu müssen.

[0088] Gemäß einem Ausführungsbeispiel ist die Schwenkachse in wenigstens einer Raumrichtung in einem Abstand (insbesondere z-Abstand oder Höhenabstand) zur ortsfesten und/oder zur ortsvariablen Walzenachse angeordnet, der kleiner gleich dem Radius der Festwalze und/oder der Loswalze ist, insbesondere kleiner Faktor 0,8 oder kleiner 0,7 des Radius der Loswalze. Dies liefert auch eine vorteilhafte Kraftverteilung.

[0089] Gemäß einem Ausführungsbeispiel ist wenigstens ein Festlager der Festwalze in der Höhe der Schwenkachse angeordnet (dieselbe z-Koordinate). Es hat sich gezeigt, dass hierdurch Kraftmomente minimiert werden können, insbesondere hinsichtlich Kräften in x-Richtung (Mahlkräfte beziehungsweise Reaktionskräfte im Mahlpalt). Auch dies begünstigt eine vorteilhafte Rahmenkonstruktion.

[0090] Gemäß einem Ausführungsbeispiel ist die Festwalze in wenigstens einem Lager mit derselben z-Koordinate wie die Schwenkachse gelagert, also auf derselben Höhenposition. Dies liefert insbesondere auch bei nur einseitigem Rahmen eine vorteilhafte konstruktive Anordnung. Das Festlager kann auch in der Art eines Anschlags für eine Schwenkbewegung ausgestaltet sein oder den Anschlag umfassen; dann erfüllt das Festlager vornehmlich eine Funktion als Anschlag oder Stopp.

[0091] Eine konstruktive Ausgestaltung mit einem Festlager, das zur Erbringung einer Gegenkraft in der Höhe der Schwenkachse angeordnet wird, liefert Vorteile hinsichtlich Kräfteverteilung und Beanspruchung des Rahmens. Die horizontale Mahlkraft bewirkt eine horizontale Reaktionskraft auf die Lagersteine der Loswalze und Festwalze. Bei einer konstruktiven Anordnung, bei welcher die Lagersteine im Schwenkpunkt oder nahe des Schwenkpunktes miteinander verbunden werden können,

ist es möglich, diese Reaktionskräfte an diesen Stellen aufzuheben beziehungsweise zu kompensieren. Somit können andere Bauteile, wie zum Beispiel der Grundrahmen, entlastet werden beziehungsweise können optional auch schlanker ausgelegt werden (mit entsprechenden Kostenvorteilen).

[0092] Insbesondere ist die Schwenkachse in einem Schwenklager angeordnet, welches durch Lagerkomponenten gebildet ist, die eingerichtet sind für die entsprechende Schwenkbewegung, insbesondere für Schwenkbewegungen in einem derartigen Winkel-Bereich, dass ein Spalt zwischen den beiden Walzen bis zu 200 mm einstellbar ist, insbesondere für maximale Spaltgrößen je nach Baureihe im Bereich zwischen 80 mm und 200 mm. Beispielsweise ist ein Stehlagergehäuse am Grundrahmen verschraubt. Ein durch die Lagerbohrung geführter Bolzen verbindet Lagerteile der Los- und Festwalze. Das Schwenklager ist zum Beispiel als wartungsfreies oder besonders wartungsarmes Schwenklager mit Teflongewebe-Beschichtung ausgestaltet. Im Betrieb bewegt sich die Loswalze beispielsweise in einem vergleichsweise kleinen Winkelbereich zwischen +/- 1 mm und +/- 5 mm. Insofern kann das Schwenklager ein für den Last-Betriebsbereich von Schwenkwinkeln im Bereich von +/- 1 mm bis +/- 5 mm optimiert sein. Deutlich größere Schwenkwinkel sind, zumindest unter Last, nicht notwendiger Weise erforderlich.

[0093] In einem Schwenklagergehäuse wird vorzugsweise ein wartungsfreies Schwenklager verbaut. Das Gehäuse wird zum Beispiel mit den Grundrahmen befestigt (insbesondere verschraubt, verschweißt). Das Schwenklager kann auch in einem Lagerstein verbaut sein. Die Schwenkachse wird zum Beispiel einseitig oder beidseitig von einem Lagerstein im Grundrahmen fixiert.

[0094] Die Festwalze ist am Rahmen insbesondere in einem unterseitigen Rahmenteil abgestützt beziehungsweise gelagert. Die Festwalze kann wahlweise auch an einem oberseitigen Rahmenteil abgestützt beziehungsweise gelagert sein.

[0095] Im Folgenden werden Aspekte beschrieben, welche insbesondere im Zusammenhang mit einer Kraftbeaufschlagung zumindest annähernd orthogonal zur Schwerkrafttrichtung besonders vorteilhaft sind. Die Kraftbeaufschlagung erfolgt dabei beispielsweise exakt in horizontaler Richtung. Bei dieser Art von Krafteinleitung kann auch auf bisherige Konzepte zurückgegriffen werden. Anders ausgedrückt: Bisher verwendete Rahmen und Aktuatoren für eine translatorische Verlagerung der Loswalze können wahlweise auch für die erfindungsgemäße Schwenk-Lagerung verwendet werden, beziehungsweise es kann eine Umrüstung oder Nachrüstung bestehender Vorrichtungen erfolgen.

[0096] Gemäß einem Ausführungsbeispiel erfolgt die Kraftbeaufschlagung in derselben Richtung wie die resultierende Mahlkraft/Walzenkraft (Kontaktkraft zwischen den Walzen), insbesondere mit dem Kraftbeaufschlagungspunkt zumindest annähernd in einem wirksamen Hebelabstand, der mindestens zweifach so groß ist

wie der Hebelabstand zwischen der Schwenkachse und dem Walzenkontaktpunkt. Hierdurch kann auch gute Effizienz und sensible Kraft-Dosierbarkeit sichergestellt werden.

[0097] Gemäß einem Ausführungsbeispiel ist die im Kraftbeaufschlagungspunkt aufgebrachte Hebelkraft (insbesondere Hydraulikkraft) zumindest annähernd in Richtung der Mahlkraft ausgerichtet, insbesondere exakt in Richtung der Mahlkraft, insbesondere in horizontaler Wirkrichtung. Hierdurch lässt sich die Wirkung im Kontaktpunkt der Walzen besonders gut einstellen und regeln.

[0098] Wahlweise ist die Hydraulikkraft in einer Wirkrichtung maximal um 40 °, bevorzugt maximal um 35 °, weiter bevorzugt maximal um 30 ° abweichend von der Richtung der Mahlkraft (Kontaktkraft an den Walzen) ausgerichtet, insbesondere in einer Wirkrichtung zumindest annähernd parallel zur Mahlkraft, insbesondere in horizontaler Wirkrichtung. Diese Variabilität ist zum Beispiel dann von Vorteil, wenn der Mahlspace in einem breiten Größenspektrum eingestellt werden soll.

[0099] Im Folgenden werden Aspekte beschrieben, welche insbesondere im Zusammenhang mit einer Kraftbeaufschlagung zumindest annähernd entgegen der Schwerkrafttrichtung (parallel dazu) besonders vorteilhaft sind, insbesondere nach vertikal oben, wobei der entsprechende Aktuator dafür am Fundament oder am unteren Rahmenteil abgestützt sein kann.

[0100] Gemäß einem Ausführungsbeispiel ist der einseitige Hebel zwischen dem Kraftbeaufschlagungspunkt und der Schwenkachse derart durch relative Anordnung des Walzenkontaktpunktes und der Schwenkachse und des Kraftbeaufschlagungspunktes gebildet, dass der Hebelabstand zwischen Kraftbeaufschlagungspunkt und Schwenkachse größer ist als Faktor 2 des Abstandes zwischen ortsvariabler Walzenachse und Schwenkachse. Der wirksame Hebelabstand zwischen dem Kraftbeaufschlagungspunkt und der ortsvariablen Walzenachse kann größer gleich sein wie der wirksame Hebelabstand zwischen der ortsvariablen Walzenachse und der Schwenkachse, insbesondere mindestens Faktor 1,2 bis Faktor 1,5 größer, beispielsweise Faktor 2. Dies liefert jeweils auch einen guten Hebel-Effekt.

[0101] Gemäß einem Ausführungsbeispiel ist die Loswalze durch die Kraftbeaufschlagung entgegen der an der Loswalze wirkenden Gewichtskraft durch Kraftbeaufschlagung nach oben, insbesondere vertikal nach oben, insbesondere orthogonal zur Kontaktkraft im Walzenkontaktpunkt gelagert. Dies liefert nicht zuletzt auch gute Reaktivität bezüglich der Positionierung der Loswalze; dies kann auch eine schonende Lagerung mit langer Lebensdauer begünstigen. Dabei kann die Hebellänge des einseitigen Hebels beziehungsweise Kraftarms weitgehend frei gewählt werden.

[0102] Gemäß einem Ausführungsbeispiel ist die Kraftbeaufschlagungseinheit unterseitig im Rahmen abgestützt, insbesondere in einem unterseitigen Rahmenteil. Hierdurch ergeben sich nicht zuletzt auch konstruktive Vorteile. Als unterseitige Abstützung ist dabei eine Abstützung unterhalb von den Walzenachsen zu verstehen. Der/das unterseitige Rahmenteil kann an ein Fundament gekoppelt/koppelbar sein. Dies liefert auch einen vorteilhaften Kraftfluss direkt aus dem Rahmen heraus, so dass der Rahmen vergleichsweise schlank ausgelegt werden kann.

[0103] Gemäß einem Ausführungsbeispiel ist die Kraftbeaufschlagung (insbesondere Hydraulikkraft) nicht in Richtung der Mahlkraft/Walzenkraft ausgerichtet, sondern in einem Winkel größer 45 °, insbesondere in einer Wirkrichtung mindestens um 50 °, bevorzugt mindestens um 55 °, weiter bevorzugt mindestens um 60 ° abweichend von der Richtung der Mahlkraft/Walzenkraft, insbesondere in einer Wirkrichtung zumindest annähernd orthogonal zur Mahlkraft/Walzenkraft, insbesondere in vertikaler (z) Wirkrichtung. Die Kraftbeaufschlagung auf die Loswalze erfolgt dabei insbesondere ausschließlich an einem/dem Kraftbeaufschlagungspunkt unterhalb von den Walzenachsen. Dies ermöglicht jeweils auch eine vorteilhafte Anordnung der einzelnen Komponenten relativ zueinander in konstruktiver Hinsicht.

[0104] Im Folgenden werden Aspekte beschrieben, welche insbesondere im Zusammenhang mit einer Kraftbeaufschlagung zumindest annähernd entgegen der Schwerkrafttrichtung besonders vorteilhaft sind, speziell bei einem oben offenen Rahmen und/oder einer (auch) an der Schwenkachse gelagerten Festwalze. Bei einer solchen Anordnung können auch die Vorteile einer vergleichsweise direkten Krafteinleitung in das Fundament mit den Vorteilen eines kostengünstigen Rahmens und guter Zugänglichkeit kombiniert werden.

[0105] Gemäß einem Ausführungsbeispiel ist die Festwalze an einer Schwenkachse gelagert, insbesondere um dieselbe Schwenkachse wie die Loswalze, wobei die Festwalze dabei in wenigstens einem Festlager bezüglich einer Schwenkbewegung blockierbar ist, insbesondere in einem Festlager (Anschlag) zum Weiterleiten von Mahl-/Walzenkontaktkräften. Hierdurch werden auch besonders schlanke Konstruktionen realisierbar, insbesondere ohne oberseitigen Rahmenteil. In diesem Spezialfall ist der Begriff "Festwalze" also dahingehend auszulegen, dass die Festwalze die Walze ist, auf die eine Reaktionskraft wird, welche durch Krafteinwirkung auf die Loswalze hervorgerufen wird. Die Festwalze soll sich dabei nicht verlagern; gleichwohl kann es vorteilhaft sein, die Festwalze ebenfalls in einem/dem Schwenklager zu lagern, wenngleich diese Lagerung dazu vorgesehen ist, die Reaktionskräfte ohne Relativbewegung der Festwalze in den Rahmen weiterzuleiten (insbesondere über einen Anschlag).

[0106] Die Festwalze kann zum Weiterleiten von Mahl-/Walzenkontaktkräften in wenigstens einem Festlager auf derselben Höhenkoordinate wie die Schwenkachse abgestützt sein. Das Festlager ist insbesondere eingerichtet, Kräfte in Umfangsrichtung um die Schwenkachse aufzunehmen. Das Festlager kann insbesondere

auch einen Anschlag aufweisen.

[0107] Die Festwalze kann auch an der Schwenkachse gelagert sein. Dies hat nicht zuletzt auch Vorteile hinsichtlich einer Kompensation von Mahlkräften und Lagerkräften.

[0108] Gemäß einem Ausführungsbeispiel ist der Rahmen ohne oberseitiges Rahmenteil ausgestaltet, insbesondere ausschließlich umfassend wenigstens ein/einen unterseitiges/unterseitigen Rahmenteil, wobei die Walzen unterseitig abgestützt und gelagert sind. Dabei können sowohl die Loswalze als auch die Festwalze in einem Rahmenteil abgestützt und/oder gelagert sein, welches sich ausschließlich unterhalb der Walzenachsen erstreckt. Hierdurch lässt sich auch ein vorteilhafter Kraft-/Momentenfluss sicherstellen.

[0109] Es hat sich gezeigt, dass mittels Kraftbeaufschlagung durch einseitigen Hebel (beziehungsweise in einer einseitigen Hebelanordnung mit dem Lastarm in Überlappung mit dem Kraftarm) ein besonders vorteilhaftes Kraftbeaufschlagungs-Konzept bei vorteilhaften konstruktiven Möglichkeiten und bei vorteilhafter Kinetik realisierbar ist.

[0110] Das Antreiben wird hier beispielhaft für beide Walzen beschrieben. Wahlweise wird nur eine der Walzen angetrieben.

[0111] Gemäß einer Ausführungsform wird die Loswalze bei der Schwenkbewegung in der (Dreh-)Richtung der Kraftbeaufschlagung bewegt. Hierdurch kann auch eine kompakte Anordnung in einem stabilen Rahmen mit vorteilhafter Kraftweiterleitung sichergestellt werden.

[0112] Gemäß einer Ausführungsform erfolgt das Kraftbeaufschlagen am Kraftarm des einseitigen Hebels, wobei die Loswalze derart relativ zur Festwalze verschwenkt wird, dass die Loswalze die Festwalze im Abschnitt des Kraftarms kontaktiert und durch den Walzenkontaktpunkt oder durch das kontaktierte Einsatzmaterial/Mahlgut den Lastarm definiert (Lastarm fällt bei einseitigem Hebel mit Kraftarm zusammen). Hierdurch ist auch eine vorteilhafte Regelbarkeit realisierbar. Zudem kann über die Wahl der Hebelverhältnisse auch die Reaktivität und/oder die Kraft-Effektivität der Anordnung auf einfache Weise optimiert werden.

[0113] Gemäß einer Ausführungsform erfolgt die Kraftbeaufschlagung in einem Winkel von mindestens 60 °, bevorzugt mindestens 75 ° oder maximal 30 °, bevorzugt maximal 15 ° zur Mahlkraft (Reaktionskraft an der Walzenkontaktstelle), insbesondere zumindest annähernd orthogonal zur Mahlkraft oder zumindest annähernd in Richtung der Mahlkraft beziehungsweise entgegengesetzt zur Mahlkraft (Reaktionskraft). Anders ausgedrückt: Diverse Vorteile der vorliegenden Erfindung können auch dann besonders gut realisiert werden, wenn die Kraftbeaufschlagung zumindest annähernd in horizontaler und/oder zumindest annähernd in vertikaler Richtung erfolgt, bei Bezugnahme auf eine Anordnung der beiden Walzenachsen in einer horizontalen Ebene. Hierdurch lassen sich zwei vorteilhafte Kraftbeaufschlagungs-Konzepte alternativ oder auch in Kombination mit-

einander realisieren, insbesondere bei zumindest annähernd vertikaler und/oder horizontaler Kraftbeaufschlagung. Nicht zuletzt können dabei unterschiedliche vorteilhafte Varianten für die Ausgestaltung des Rahmens für einen jeweiligen Einzelfall realisiert werden.

[0114] Es hat sich gezeigt, dass eine Kraftbeaufschlagung (insbesondere mittels Hydraulikzylindern) in zumindest annähernd vertikaler Richtung besonders vorteilhaft ist, insbesondere in Hinblick auf eine Kraftweiterleitung (Reaktionskraft der Walzen) direkt ins Fundament. Anders ausgedrückt:

[0115] Die erfindungsgemäße Lagerung um die Schwenkachse ermöglicht unter anderem auch das konstruktive Konzept, dass die Kraft vom Mahlpalt über die Kraftbeaufschlagungspunkte direkt ins Fundament geleitet wird, insbesondere zumindest annähernd in vertikaler Richtung, so dass eine Kraftumleitung von horizontaler Krafttrichtung auf vertikale Krafttrichtung in irgendwelchen Rahmenteil nicht mehr erforderlich ist oder größtenteils entfallen kann.

[0116] Gemäß einer Ausführungsform erfolgt die Kraftbeaufschlagung in einem Winkel von mindestens 60 °, bevorzugt mindestens 75 ° zur Mahlkraft (Reaktionskraft an der Walzenkontaktstelle), insbesondere zumindest annähernd orthogonal zur Mahlkraft oder zumindest annähernd in vertikaler Richtung, insbesondere vertikal nach oben. Dies begünstigt auch eine vorteilhafte Realisierung eines schlanken Rahmenkonzeptes. Optional kann der Rahmen oben offen sein.

[0117] Gemäß einer Ausführungsform erfolgt die Kraftbeaufschlagung in einem Winkel von maximal 30 °, bevorzugt maximal 15 ° zur Mahlkraft (Reaktionskraft an der Walzenkontaktstelle), insbesondere zumindest annähernd parallel zur Mahlkraft oder zumindest annähernd in horizontaler Richtung. Dies begünstigt nicht zuletzt auch die Realisierung des erfindungsgemäßen Walzenkonzeptes in herkömmlichen Rahmen, insbesondere bei minimierter Anzahl von Aktuatoren, insbesondere auch ohne Risiko eines Verklemmens oder Verkeilens an translatorischen Führungen, insbesondere auch bei dank vorteilhafter Hebelverhältnisse minimierten Kräften. Anders ausgedrückt: Das erfindungsgemäße Walzenkonzept kann beispielsweise auch durch vergleichsweise einfache Umrüstung bestehender Anlagen implementiert werden.

[0118] Gemäß einem Ausführungsbeispiel erfolgt die Kraftbeaufschlagung (insbesondere ausschließlich) in einem Winkel von maximal 15 ° oder maximal 10 ° zur Mahlkraft, insbesondere zumindest annähernd in Richtung der Mahlkraft beziehungsweise entgegengesetzt zur Mahlkraft, insbesondere in einer zumindest annähernd horizontalen Ebene.

[0119] Gemäß einem alternativen Ausführungsbeispiel erfolgt die Kraftbeaufschlagung (insbesondere ausschließlich) in einem Winkel von mindestens 75 ° oder mindestens 80 ° zur Mahlkraft, insbesondere zumindest annähernd orthogonal zur Richtung der Mahlkraft, insbesondere in einer zumindest annähernd vertikalen Ebene.

ne.

[0120] Gemäß einer Ausführungsform erfolgt die Kraftbeaufschlagung derart, dass ein Kraftarm des einseitigen Hebels (wirksamer Hebelabstand zwischen Schwenkachse und Kraftbeaufschlagungspunkt) realisiert wird, welcher mindestens doppelt so lang ist wie der Lastarm des einseitigen Hebels (wirksamer Hebelabstand zwischen Schwenkachse und ortsvariabler Walzenachse), insbesondere mindestens Faktor 2,5 oder Faktor 3 so lang. Hierdurch kann auch ein guter Krafteffekt erzielt werden; insbesondere kann die erforderliche Energie zum Bereitstellen einer vordefinierten Beaufschlagung effektiv minimiert werden. Gemäß einer Ausführungsform erfolgt die Walzenkontaktkraft durch Regeln der Kraftbeaufschlagung an einem Kraftbeaufschlagungspunkt in einem einzigen vordefinierten Abstand zur Schwenkachse. Hierdurch kann auch eine besonders schlanke Anordnung bereitgestellt werden.

[0121] Gemäß einer Ausführungsform wird die Loswalze ausschließlich durch die Schwenkbewegung, also ohne translatorische Verlagerung, relativ zur Festwalze positioniert. Die Schwenkbewegung kann dabei auch ausschließlich durch eine Aktuierung beziehungsweise Kraftbeaufschlagung in translatorischer Richtung initiiert werden, also ohne Drehmoment oder ohne rotatorische Stellbewegung. Hierdurch lassen sich die erfindungsgemäßen Vorteile besonders spürbar realisieren.

[0122] Gemäß einer Ausführungsform werden die Walzen derart gelagert und abgestützt, dass Reaktionskräfte zur Mahlkraft entweder auf dieselbe horizontale Ebene wie die Schwenkachse und/oder wie der Kraftbeaufschlagungspunkt beziehungsweise zumindest annähernd parallel zur Reaktionskraft im Mahlpalt in den Rahmen geleitet werden, oder in zumindest annähernd vertikaler Richtung und/oder zumindest annähernd orthogonal zur Reaktionskraft im Mahlpalt an einem Gegenlager der Loswalze in den Rahmen weitergeleitet werden. Dies liefert nicht zuletzt auch vorteilhafte Kraftflusspfade beziehungsweise eine kompakte oder auch besonders stabile Rahmen-Anordnung. Insbesondere können Kraftmomente minimiert werden. Kräfte in x-Richtung können weitgehend momentenfrei in den Rahmen geleitet werden.

[0123] Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der Beschreibung wenigstens eines Ausführungsbeispiels anhand von Zeichnungen, sowie aus den Zeichnungen selbst.

[0124] Dabei zeigt

- Fig. 1 eine Rollen- beziehungsweise Walzenpressenanordnung gemäß dem Stand der Technik;
 Fig. 2 in einer teilweise geschnittenen Seitenansicht in schematischer Darstellung eine Walzenpressenvorrichtung gemäß einem Ausführungsbeispiel;
 Fig. 3 in einer teilweise geschnittenen Seitenansicht in schematischer Darstellung eine Walzenpressenvorrichtung gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel;

- Fig. 4 in einer teilweise geschnittenen Seitenansicht in schematischer Darstellung eine Walzenpressenvorrichtung gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel;
 Fig. 5 in schematischer Darstellung eine Walzenpressenvorrichtung mit einer Dreieckanordnung gemäß Ausführungsbeispielen.
 Fig. 6 Skizze mit Mahlpalt 0;
 Fig. 7 Skizze mit Mahlpalt > 0 .

[0125] Bei Bezugszeichen, die nicht explizit in Bezug auf eine einzelne Figur beschrieben werden, wird auf die anderen Figuren verwiesen. Die Figuren werden zwecks leichteren Verständnisses zunächst zusammen unter Bezugnahme auf alle Bezugszeichen beschrieben. In den jeweiligen Figuren gezeigte Einzelheiten oder Besonderheiten werden individuell beschrieben. Sofern dies nicht explizit verneint wird, sind einzelne Merkmale der jeweiligen Ausführungsbeispiele mit den anderen Ausführungsbeispielen kombinierbar.

[0126] Eine Walzenpresse beziehungsweise eine Walzenpressenvorrichtung 10 zum Mahlen von Einsatzmaterial M ist in/an einem Rahmen 1, 11 angeordnet und umfasst wenigstens eine Festwalze 2 und wenigstens eine Loswalze 3. Üblicherweise erfolgt eine translatorische Lagerung der Loswalze in wenigstens einem Gleitlager 4. Der Rahmen 11 umfasst beispielsweise ein(en) unterseitiges/unterseitigen Rahmenteil 11a und ein(en) oberseitiges beziehungsweise oberseitigen Rahmenteil 11b. Die Festwalze ist in wenigstens einem (Fest-)Lager 12 gelagert.

[0127] Gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung ist ein Loslager 13 für die Loswalze als Schwenklager ausgestaltet. Ferner kann ein Gegenlager 14 zur Aufnahme von Reaktionskräften vorgesehen sein, insbesondere umfassend einen Anschlag, an welchem die Festwalze gegen Reaktionskräfte abgestützt werden kann. Mittels einer Kraftbeaufschlagungseinheit 15, insbesondere mit wenigstens einem Hydraulikaktor (beispielsweise Plunger mit Kippvorrichtung), kann eine Beaufschlagung einer einseitigen Hebelanordnung 16 erfolgen, zwecks Schwenkbewegung der Loswalze um die Schwenkachse. Die Kraft wird am Kraftarm 16.1 des einseitigen Hebels eingeleitet und über den Lastarm 16.2 auf die Festwalze übertragen. Der Lastarm erstreckt sich von der Schwenkachse in derselben Richtung wie der Kraftarm, und wird insbesondere zwischen Schwenkachse und Schwerpunkt der Loswalze beziehungsweise aller mit der Loswalze zusammen verschwenkten Komponenten gebildet. Eine Steuerungs-/Regelungseinrichtung 20 ist an eine Messeinrichtung 21 gekoppelt, insbesondere umfassend einen Schwenkwinkelgeber. Im Folgenden werden einzelne (Relativ-)Abstände und Wirkungs-Punkte näher erläutert; für Details wird auf die entsprechenden

[0128] Figuren hingewiesen:

- d1 wirksamer Abstand beziehungsweise Hebelarm zwischen Schwenkachse und ortsvariabler Walzenachse, insbesondere Abstand orthogonal zur Kraftrichtung in x- oder z-Richtung;
- d2 wirksamer Abstand beziehungsweise Hebelarm zwischen ortsvariabler Walzenachse und Kraftbeaufschlagungspunkt, insbesondere Abstand in x- oder z-Richtung
- d3 seitlicher Abstand der Schwenkachse von der ortsvariablen Walzenachse, insbesondere Abstand in x-Richtung;
- d4 seitlicher Abstand der Schwenkachse von der ortsfesten Walzenachse, insbesondere Abstand in x-Richtung;
- d5 Abstand zwischen Schwenkachse und Rahmen beziehungsweise unterseitigem Rahmenteil, insbesondere in z-Richtung;
- F (Vektor) resultierende Walzenkraft beziehungsweise Walzenkontaktkraft (Mahlkraft) im Mahlpalt beziehungsweise an der Kontaktstelle;
- F1 (Vektor) auf Loswalze ausgeübte (hydraulische) Kraft, insbesondere in x-Richtung;
- F2 (Vektor) auf Loswalze ausgeübte (hydraulische) Kraft, insbesondere in z-Richtung entgegen der Schwerkraftrichtung;
- P1 Walzenkontaktpunkt beziehungsweise (theoretischer) Kraftübertragungspunkt im Mahlpalt;
- P2 (Kraft-)Beaufschlagungspunkt, insbesondere für eingeleitete Hydraulikkraft;
- P3 Schwenkpunkt beziehungsweise Schwenkachse;
- X0 Mahlpalt, insbesondere yz-Ebene durch Walzenkontaktpunkt;
- y2 ortsfeste Walzenachse;
- y3 ortsvariable Walzenachse;
- Z0 Freiraum (Schwenkkavität) für Loswalze relativ zum Rahmen;
- x, y, z Längs-, Quer- und Hochachse beziehungsweise Richtung.

[0129] Es folgt nun eine spezifische Bezugnahme auf den Stand der Technik (Fig. 1) und auf einzelne Ausführungsbeispiele der Erfindung (Fig. 2 bis 5), wobei die Fig. 5 auf schematische Weise die in allen Ausführungsbeispielen realisierbare erfindungsgemäße Anordnung beziehungsweise Lagerung der Walzen illustriert.

[0130] Fig. 1 zeigt eine vorbekannte Walzenpresse, bei welcher die Loswalze translatorisch im Rahmen 1 oben und unten jeweils in einem Gleitlager gelagert ist. Ein translatorisches Verlagern der Loswalze gegen die Festwalze, insbesondere durch Kraftbeaufschlagung an wenigstens zwei Krafteinleitungspunkten, führt auch zu Reaktionskräften in den Festlagern 12.

[0131] Die Kraftbeaufschlagung erfolgt in diesem Beispiel an zwei Punkten (oberhalb und unterhalb des Schwerpunktes der Loswalze), insbesondere mittels Zy-

lindern, insbesondere jeweils in horizontaler Richtung entsprechend der translatorischen Verlagerungsrichtung (beziehungsweise in derjenigen Richtung, in welcher sich das translatorische Gleitlager erstreckt). Diese Art der Kraftbeaufschlagung ist insbesondere einem möglichst symmetrischen Kraftverlauf im Rahmen geschuldet. Die Kontaktstelle der Walzen im Mahlpalt befindet sich demnach auch zumindest annähernd mittig im Rahmen, zumindest bezüglich der z-Richtung beziehungsweise bezüglich der beiden dargestellten Kraftbeaufschlagungspunkte (Kraft-Vektorpfeile F1, entsprechend der auf die Loswalze ausgeübten Kraft).

[0132] Fig. 2 zeigt eine erste Variante zum Ausbilden einer einseitigen Hebelanordnung 16 gemäß dem vorliegenden erfinderischen Konzept. Die Kraftbeaufschlagung im Punkt P2 erfolgt im Wesentlichen in horizontaler Richtung (insbesondere nur an einem einzigen Kraftbeaufschlagungspunkt), wobei der Lastarm ca. halb so lang ist wie der Kraftarm (d1 ungefähr gleich d2). Durch die Kraftbeaufschlagung wird die Loswalze verschwenkt. Die Schwenkachse P3 (Drehpunkt für die Schwenkbewegung) ist zumindest annähernd im Mahlpalt X0 angeordnet (d3 ungefähr gleich d4), also an derselben x-Koordinate. Die Kraftbeaufschlagung kann dabei wahlweise an nur einem Punkt oder an mehreren Punkten erfolgen. Anders ausgedrückt: Im Gegensatz zum Aufbau gemäß Fig. 1 ist keine symmetrische Anordnung von zwei Kraftbeaufschlagungs-Zylindern erforderlich.

[0133] In Fig. 2 ist ferner die wirksame Hebellänge angedeutet (Strichlinie), in Projektion orthogonal zur Kraftbeaufschlagung, nämlich einerseits der Kraftarm 16.1 (relativ schmaler zwecks Illustration), dessen Länge durch die Position der Kraftbeaufschlagungsstelle P2 definiert wird, und andererseits der Lastarm 16.2 (relativ breiter zwecks Illustration), dessen Länge durch den Kraftübertragungspunkt P1 beziehungsweise durch die Kontaktstelle der Walzen im Mahlpalt definiert wird. Die Schwenkbewegung wird durch den Hin- und Rück-Pfeil um die Schwenkachse P3, 13 illustriert. Je nach Belastungszustand und Größe beziehungsweise Partikelspektrum des Einsatzmaterials kann eine Schwenkbewegung im Betrieb mehr oder weniger stark sein.

[0134] Die Loswalze 3 ist demnach zwischen den Punkten P2 und P3 im Rahmen gehalten. Wahlweise wird eine Kraft zwischen der Loswalze und dem Rahmen nur in diesen Punkten übertragen, und indirekt auch über die Kontaktstelle P1.

[0135] Die wenigstens eine Kraftbeaufschlagungseinheit 15 kann dabei auch eingerichtet sein, in beiden Wirkungsrichtungen (entgegengesetzte Schwenkrichtungen) zu aktivieren (insbesondere sowohl Zug- als auch Druckkräfte). Wahlweise wird nur gegen die Festwalze aktiviert, insbesondere da ein Zurückschwenken der Loswalze vorteilhafterweise (rein) schwerkraftgetrieben erfolgen kann. Dies begünstigt nicht zuletzt auch ein schnelles, reaktives und damit belastungsarmes Betriebsverhalten selbst bei vergleichsweise massiven, schweren Walzen. Nicht zuletzt kann dadurch auch die

Art und Weise der Kraftbeaufschlagung im Mahlpalt auf vergleichsweise einfache Art und Weise angepasst oder optimiert werden, insbesondere in Abhängigkeit vom Einsatzmaterial. Anders ausgedrückt: Im Gegensatz zu der in Fig. 1 gezeigten translatorischen Lagerung ist keine große Kraft erforderlich, um die Loswalze aus dem Mahlpalt heraus zurück (in Fig. 1 nach links) zu bewegen. Auch dies kann Vorteile hinsichtlich der Konstruktion des Rahmens und/oder der Auswahl der Antriebe/Aktuatoren liefern.

[0136] Am Beispiel der Fig. 2 kann auch ein durch die Punkte P1, P2 und P3 definiertes Kräfte-Dreieck beschrieben werden. Die jeweilige Walzenachse ist in diesem Zusammenhang weniger beachtlich. Je größer der Abstand P2/P3 (insbesondere in z-Richtung) im Verhältnis zum Abstand P1/P3 ist, desto kleiner können die Hydraulikzylinder beziehungsweise Krafteinleitungs-Aktuatoren ausgelegt werden. Andererseits steigt bei einem großen z-Abstand P2/P3 auch die Belastung im Punkt P3, also die auf die Schwenkachse wirkende Belastung (insbesondere große Hebelkraft bei Kontakt der Walzen). Ein Verhältnis P2/P3 zu P1/P3 von zumindest annähernd 1 zu 2 kann bevorzugt sein, insbesondere wenn die Anzahl an Zylindern (Kraftbeaufschlagungs-Aktuatoren) möglichst gering sein soll (bezogen auf eine translatorische Lagerung: insbesondere halbiert sein soll). In vielen Fällen sind Kostenaspekte auch von großer Bedeutung, so dass das Verhältnis der Abstände auch hinsichtlich Kosten optimiert werden wird. Steigen die Kosten der Konstruktion für den Lagerungspunkt P3 stärker als die Kosten für die Zylinder, wird das Verhältnis eher kleiner gewählt sein/werden, und vice versa. Insofern kann das Verhältnis auch im Einzelfall in einem Bereich von zum Beispiel 1 zu 1 bis 1 zu 3 gewählt werden, insbesondere 1 zu 1,5 bis 1 zu 2,5, vorzugsweise 1 zu 2.

[0137] Fig. 3 zeigt eine zweite Variante zum Ausbilden einer einseitigen Hebelanordnung 16 gemäß dem vorliegenden erfinderischen Konzept. Die Kraftbeaufschlagung im Punkt P2 erfolgt im Wesentlichen in vertikaler Richtung beziehungsweise im Wesentlichen orthogonal zur Reaktionskraft F im Walzenkontaktpunkt (insbesondere auch zumindest annähernd orthogonal zu einer Erstreckungsebene des unteren Rahmentails oder eines Fundamentes), wobei der Lastarm 16.2 deutlich kürzer ist als die Hälfte des Kraftarms 16.1 (z-Abstand P1 zu P3 < x-Abstand P2 zu P3). Die Schwenkachse P3 ist im Mahlpalt X0 angeordnet (Abstand d3 ungefähr gleich Abstand d4).

[0138] In dieser Anordnung ist die Wirkung der Gravitationskraft besonders effektiv. Die Loswalze kann besonders reaktiv hinsichtlich eine Rückstellbewegung gelagert werden, und die Schwenkachse kann zumindest zu gewissem Anteil bezüglich der Gewichtskraft der Loswalze entlastet werden.

[0139] In konstruktiver Hinsicht kann bei einer Anordnung gemäß Fig. 3 ein Rahmenabschnitt seitlich außen von der Loswalze vergleichsweise schwach ausgestaltet sein oder auch komplett entfallen. Eine Kraftweiterleitung

von der Loswalze auf den Rahmen kann insbesondere auch mittels einer diagonal verbindenden Stütze oder dergleichen Querträger zwischen der Loswalze und dem Rahmen erfolgen, insbesondere mittels einer Rahmenstütze 11.1 oder Strebe, insbesondere mit Richtungsvorgabe für den Kraftfluss. Vorteilhafter Weise ist eine derartige Querstütze direkt oder mittelbar mit einer Unterseite des Rahmens oder auch direkt mit einem Fundament verbunden. Die Kraftweiterleitung von der Loswalze auf den Rahmen kann auf diese Weise umgelenkt werden, insbesondere mit vorgegebener Richtung ins Fundament. Effekt: Die Kraftweiterleitung kann auf sehr belastungsarme Weise erfolgen, und der Rahmen kann entsprechend schlank ausgelegt werden.

[0140] Fig. 4 zeigt eine dritte Variante zum Ausbilden einer einseitigen Hebelanordnung 16 gemäß dem vorliegenden erfinderischen Konzept. Die Fig. 4 veranschaulicht mehrere Aspekte, die jeweils für sich vorteilhaft sein können, die aber nicht notwendiger Weise in Kombination miteinander realisiert sein müssen, insbesondere die folgenden Aspekte: vorteilhaft schlanker Aufbau; vorteilhafter Kraftflusspfad; vorteilhafte Kraftkopplung mit einem/dem Fundament (nicht dargestellt; unterhalb Rahmenteil 11a); synergetische Abstützung der Walzen, insbesondere vorteilhafte Nutzung der Schwenkachse 13 als gemeinsame Lagerachse (insbesondere zwecks Kompensation von Reaktionskräften).

[0141] Die Kraftbeaufschlagung im Punkt P2 erfolgt im Wesentlichen in vertikaler Richtung beziehungsweise zumindest annähernd orthogonal zur Reaktionskraft im Walzenkontaktpunkt, wobei der Lastarm 16.2 ca. halb so lang ist wie der Kraftarm (d1 ungefähr gleich d2). Die Schwenkachse P3 ist im Mahlpalt X0 angeordnet (d3 ungefähr gleich d4), also in derselben x-Position unterhalb vom Walzenkontaktpunkt. Als Besonderheit ist hervorzuheben, dass die Festwalze optional um dieselbe Schwenkachse P3 beziehungsweise an derselben Schwenkachse P3 wie die Loswalze gelagert sein kann und sich gegen Reaktionskräfte um die Schwenkachse am Gegenlager 14 abstützt. Ein aktives relatives Positionieren erfolgt bevorzugt nur durch die Loswalze 3. Das Gegenlager 14 kann jedoch wahlweise auch ein Festlager sein, an welches die Festwalze ortsfest gekuppelt ist (zum Beispiel mit Rahmen verschraubter Lagerstein 14). Anders ausgedrückt: Eine Relativbewegung der Festwalze ist, wie der Ausdruck "Festwalze" auch verdeutlicht, nicht notwendiger Weise erforderlich, also auch nicht bei Nutzung der Schwenkachse als Lagerachse für die Festwalze. Vielmehr liefert die in Fig. 4 gezeigte Konstruktion optional auch den konstruktiven Vorteil, dass die Schwenkachse der Loswalze auch zur Lagerung der Festwalze genutzt werden kann, insbesondere in Hinblick auf eine Kräfte-Kompensation in x-Richtung.

[0142] Der Rahmen 11 weist nur einen unterseitig angeordneten Rahmenteil 11a auf. Dieser kann vorteilhafter Weise direkt an ein Fundament (nicht dargestellt) gekuppelt sein, was insbesondere bei sehr massiven, großen Walzenvorrichtungen eine vorteilhafte Kraftweiter-

leitung begünstigt. Insbesondere müssen keine Gewichtskraft-Komponenten oder durch den Mahl-Vorgang hervorgerufene Reaktionskräfte lateral seitlich in einen Rahmen eingeleitet werden. Aus Fig. 4 ist insbesondere auch ersichtlich, dass eine Konfiguration des Rahmens 11 ohne oberseitiges Rahmenteil weitere Vorteile zum Beispiel hinsichtlich allgemeiner Zugänglichkeit und/oder hinsichtlich Materialzufuhr M liefert.

[0143] Fig. 5 beschreibt, allgemein unter Bezugnahme auf alle zuvor beschriebenen erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiele, eine relative Anordnung der Achsen (Schwenkachse und Walzenachsen) relativ zueinander gemäß einer Dreieckanordnung (mit der Dreiecksgeometrie eines auf der Spitze stehenden Dreiecks), wobei durch eine rein geometrisch erläuternde Strichlinie die in Relation zur Schwenkachse 13 symmetrische Anordnung der Walzenachsen y_2 , y_3 angedeutet wird. Ein zumindest annähernd gleichschenkliges Dreieck TR ist durch die jeweilige Achse y_2 , y_3 , 13 als Eckpunkt definiert, wobei der Basiswinkel α vorteilhafter Weise möglichst klein ist. Die gleichschenklige Dreieckanordnung TR ergibt sich insbesondere bei direkter Kontaktierung der Walzen (Mahlpalt zumindest annähernd null, beziehungsweise nicht vorhanden). Sind die Walzen relativ zueinander beabstandet, zum Beispiel aufgrund von Einsatzmaterial im Mahlpalt, so wird der Basiswinkel entsprechend kleiner.

[0144] Bei einer Anordnung gemäß Fig. 4 ist der Basiswinkel α der Dreieckanordnung TR noch vergleichsweise groß, insbesondere im Bereich von 45° ; bei einer Anordnung gemäß Fig. 2 oder Fig. 3 (Schwenkachse in z-Richtung vergleichsweise nahe an Walzenkontaktpunkt P1) ist der Basiswinkel α vergleichsweise klein, insbesondere im Bereich von nur ca. 25° bis 35° . Anders ausgedrückt: die Schwenkachse ist vorteilhafter Weise in einem (z)-Abstand kleiner als der halbe Walzendurchmesser zu den Walzenachsen angeordnet. Der Basiswinkel α kann je nach Ausgestaltung des Rahmens und der Lagerung zum Beispiel einen Betrag im Bereich von 20 bis 50 Grad annehmen (oder im Einzelfall sogar bis zu 60 Grad).

[0145] Es hat sich gezeigt, dass mittels einer solchen Dreieckanordnung TR zahlreiche Vorteile der Erfindung jeweils in den unterschiedlichen Ausführungsbeispielen unabhängig vom spezifischen Anwendungsfall allgemein sichergestellt werden können. Das erfindungsgemäße konstruktive Konzept kann daher vorteilhafter Weise speziell auch durch solche Dreieckanordnungen TR realisiert werden, insbesondere mit der Größe des Basiswinkels beziehungsweise mit der relativen Anordnung der Schwenkachse jeweils als konstruktiver Auslegungsparameter. Wie zuvor erläutert, kann die relative x-Position und/oder relative z-Position der Schwenkachse auch individuell angepasst werden, beispielsweise leicht relativ zur Rotationsachse der Loswalze hin versetzt und aus dem Mahlpalt heraus verlagert. Die Dreieckanordnung TR ist bevorzugter Weise eine gleichschenklige Dreieckanordnung. Die Dreieckanordnung TR ist jedoch

nicht notwendiger Weise ausschließlich nur eine gleichschenklige Dreieckanordnung; vielmehr liegt es im Rahmen von fachmännischer Adaptation, die beiden Basiswinkel zumindest in einem schmalen Variationsbereich für den jeweiligen Anwendungsfall zu optimieren.

[0146] In den Figuren 2 bis 5 ist der einseitige Hebel (einseitige Hebelanordnung) 16 jeweils schematisch durch eine Strichlinie angedeutet, die sich von der Schwenkachse 13 zum/zu einem Kraftbeaufschlagungspunkt P2 erstreckt. Die jeweilige wirksame Hebellänge (Fig. 2) ist insbesondere orthogonal zur Krafttrichtung betragsmäßig zu bemessen. Die Illustration basierend auf einer Strichlinie wurde anmelderseitig deshalb gewählt, weil der Abschnitt, in welchem der einseitige Hebel ausgebildet ist, jeweils in Abhängigkeit der spezifisch wählbaren Position für die Kraftbeaufschlagungsstelle individuell definiert werden kann, ebenso die Länge des Hebels, und auch das Längenverhältnis zwischen Kraft- und Lastarm. Unabhängig davon ist die Loswalze sowohl im Bereich des Lastarms als auch im Bereich des Kraftarms angeordnet, beziehungsweise diese Bereiche überlappen (einseitige Hebelanordnung ohne freien Lastarm, also ohne Wippe).

[0147] Fig. 6 zeigt stark vereinfacht nur die Festwalze 2 und die Loswalze 3 im Verhältnis zur Schwenkachse P3. Zwischen der ortsfest gelagerten Walzenachse y_2 und der ortsvariabel anordnenbaren Walzenachse y_3 ist eine Verbindungslinie eingezeichnet. Am Walzenkontaktpunkt P1 schneidet diese Verbindungslinie die Festwalze 2 und die Loswalze 3. Die Tangente der Festwalze 2 und der Loswalze 2 steht senkrecht auf dieser Verbindungslinie und läuft durch die Schwenkachse P3.

[0148] In Fig. 7 ist sehr extrem überdimensionierter Mahlpalt X0 gezeigt. In Realität wird der Mahlpalt X0 sehr viel kleiner als der Radius der Festwalze 2 und der Radius der Loswalze 3 sein. Durch den Abstand der Festwalze 2 und der Loswalze 3 ergeben sich nun zwei beabstandete Tangenten. Die Schwenkachse P3 ist im gezeigten Beispiel genau mittig zwischen den Tangenten angeordnet.

Bezugszeichenliste

[0149]

- | | |
|------|---|
| 1 | Rahmen |
| 2 | Festwalze |
| 3 | Loswalze |
| 4 | Gleitlager |
| 10 | Walzenpressenvorrichtung |
| 11 | Rahmen |
| 11a | unterseitiges/unterseitiger Rahmenteil |
| 11b | oberseitiges/oberseitiger Rahmenteil |
| 11.1 | Rahmenstütze oder Strebe, insbesondere mit Richtungsangabe für Kraftfluss |
| 12 | (Fest-)Lager für Festwalze |
| 13 | Loslager für Loswalze, insbesondere Schwen- |

	klager		x, y, z	Längs-, Quer- und Hochachse beziehungsweise Richtung
14	Gegenlager für Reaktionskräfte			
15	Kraftbeaufschlagungseinheit, insbesondere Hydraulikaktor, insbesondere Plunger mit Kippvorrichtung			
16	einseitiger Hebel beziehungsweise einseitige Hebelanordnung	5	Patentansprüche	
16.1	Kraftarm			
16.2	Lastarm			
20	Steuerungs-/Regelungseinrichtung	10		
21	Messeinrichtung, insbesondere mit Schwenkwinkelgeber			
d1	wirksamer Abstand beziehungsweise Hebelarm zwischen Schwenkachse und ortsvariabler Walzenachse, insbesondere Abstand orthogonal zur Krafrichtung in x- oder z-Richtung	15		
d2	wirksamer Abstand beziehungsweise Hebelarm zwischen ortsvariabler Walzenachse und Kraftbeaufschlagungspunkt, insbesondere Abstand in x- oder z-Richtung	20		
d3	seitlicher Abstand der Schwenkachse von der ortsvariablen Walzenachse, insbesondere Abstand in x-Richtung	25		
d4	seitlicher Abstand der Schwenkachse von der ortsfesten Walzenachse, insbesondere Abstand in x-Richtung			
d5	Abstand zwischen Schwenkachse und Rahmen beziehungsweise unterseitigem Rahmenteil, insbesondere in z-Richtung	30		
F	resultierende Walzenkraft beziehungsweise Walzenkontaktkraft (Mahlkraft) im Mahlspace beziehungsweise an der Kontaktstelle			
F1	auf Loswalze ausgeübte (hydraulische) Kraft, insbesondere in x-Richtung	35		
F2	auf Loswalze ausgeübte (hydraulische) Kraft, insbesondere in z-Richtung			
M	Einsatzmaterial	40		
P1	Walzenkontaktpunkt beziehungsweise (theoretischer) Kraftübertragungspunkt im Mahlspace			
P2	(Kraft-)Beaufschlagungspunkt, insbesondere für eingeleitete Hydraulikkraft	45		
P3	Schwenkpunkt beziehungsweise Schwenkachse			
TR	gleichschenkliges Dreieck			
α	Basiswinkel			
β	Ausrichtung des einseitigen Hebels relativ zur Horizontalebene	50		
X0	Mahlspace, insbesondere yz-Ebene durch Walzenkontaktpunkt			
y2	ortsfeste Walzenachse	55		
y3	ortsvariable Walzenachse			
Z0	Freiraum (Schwenkkavität) für Loswalze relativ zum Rahmen			

5 Patentansprüche

1. Walzenpressenvorrichtung (10) eingerichtet zum Mahlen von Einsatzmaterial (M), insbesondere in Ausgestaltung als Walzenmühle, mit:

- einer festgelagerten Festwalze (2) mit einer zumindest annähernd ortsfest gelagerten Walzenachse (y2);
- einer losgelagerten Loswalze (3) mit einer ortsvariabel relativ zur Festwalze anordenbaren Walzenachse (y3);
- einem zumindest die Festwalze und wahlweise auch die Loswalze lagernden Rahmen (11);
- wenigstens einer in einem Kraftbeaufschlagungspunkt (P2) auf die Loswalze wirkenden Kraftbeaufschlagungseinheit (15);

wobei die Fest- und Loswalze zum Aufbringen einer Mahlkraft (F) und zum gegenseitigen Kontaktieren in einem Walzenkontaktpunkt (P1) oder zum Definieren eines Mahlspace (x0) für das Einsatzmaterial relativ zueinander lagerbar und positionierbar sind, insbesondere mittels der Kraftbeaufschlagungseinheit, wobei die Loswalze (3) mit der ortsvariablen Walzenachse (y3) derart schwenkbar um eine Schwenkachse (P3) in der Art eines einseitigen Hebels (16) gelagert ist, dass die relative Position der Loswalze relativ zur Festwalze durch diese Schwenkbewegung definierbar ist, wobei der einseitige Hebel (16) zwischen der Schwenkachse (P3) und dem Kraftbeaufschlagungspunkt (P2) gebildet ist; **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schwenkachse (P3) auf der Tangente der Festwalze (2) und der Loswalze (3) am Walzenkontaktpunkt (P1) angeordnet ist oder im Falle eines von null verschiedenen Mahlspace (x0) die Schwenkachse (P3) zwischen der Tangente der Festwalze (2) am Schnittpunkt der Verbindungslinie zwischen der ortsfest gelagerten Walzenachse (y2) und der ortsvariabel anordenbaren Walzenachse (y3) und der Tangente der Loswalze (3) am Schnittpunkt der Verbindungslinie zwischen der ortsfest gelagerten Walzenachse (y2) und der ortsvariabel anordenbaren Walzenachse (y3) angeordnet ist.

2. Walzenpressenvorrichtung nach dem vorhergehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Abstand zwischen der Schwenkachse (P3) und der Verbindungslinie zwischen der ortsfest gelagerten Walzenachse (y2) und der ortsvariabel anordenbaren Walzenachse (y3) entlang einer rechtwinklig auf der Verbindungslinie zwischen der ortsfest gelagerten Walzenachse (y2) und der ortsvariabel anord-

- nenbaren Walzenachse (y3) und durch die Schwenkachse (P3) liegenden Gerade wenigstens dem 0,15 fachen der Summe des Radius der Festwalze (2) und des Radius der Loswalze (3) und höchstens dem 1 fachen der Summe des Radius der Festwalze (2) und des Radius der Loswalze (3) entspricht.
3. Walzenpressenvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Abstand zwischen der Schwenkachse (P3) und dem Kraftbeaufschlagungspunkt (P2) den 1 fachen bis 5fachen des Abstandes zwischen der Schwenkachse (P3) und der Verbindungslinie zwischen der ortsfest gelagerten Walzenachse (y2) und der ortsvariabel anordenbaren Walzenachse (y3) entlang einer rechtwinklig auf der Verbindungslinie zwischen der ortsfest gelagerten Walzenachse (y2) und der ortsvariabel anordenbaren Walzenachse (y3) und durch die Schwenkachse (P3) liegenden Gerade entspricht.
 4. Walzenpressenvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der einseitige Hebel (16) die geradlinige Verbindungslinie zwischen dem Kraftbeaufschlagungspunkt (P2) und der Schwenkachse (P3) umfasst.
 5. Walzenpressenvorrichtung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die ortsvariabel anordenbaren Walzenachse (y3) durch den einseitigen Hebel (16) verläuft.
 6. Walzenpressenvorrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die ortsvariabel anordenbaren Walzenachse (y3) maximal um das 0,1fache der Länge der geradlinige Verbindungslinie zwischen dem Kraftbeaufschlagungspunkt (P2) und Schwenkachse (P3) von der geradlinige Verbindungslinie zwischen dem Kraftbeaufschlagungspunkt (P2) und Schwenkachse (P3) beabstandet ist.
 7. Walzenpressenvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Krafteinwirkung auf den Kraftbeaufschlagungspunkt (P2) in einem Winkel von 75 ° bis 105 ° zur Verbindungslinie zwischen der ortsfest gelagerten Walzenachse (y2) und der ortsvariabel anordenbaren Walzenachse (y3) erfolgt.
 8. Walzenpressenvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Walzenkontaktpunkt (P1) in einem Abschnitt zwischen dem Kraftbeaufschlagungspunkt (P2) und der Schwenkachse (P3) angeordnet ist und/oder in einem Abstand zur Schwenkachse kleiner der Länge des einseitigen Hebels angeordnet ist, und wobei der Walzenkontaktpunkt (P1) einen/den Lastarm (16.2) des einseitigen Hebels definiert.
 9. Walzenpressenvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Walzenachsen, bei Kontaktierung der Walzen im Walzenkontaktpunkt, derart relativ zur Schwenkachse angeordnet sind, dass eine Verbindungslinie durch diese drei Achsen in einer orthogonal dazu verlaufenden Ebene (Seitenansicht) ein Dreieck oder eine Dreieckanordnung bildet, bevorzugt mit den Basiswinkeln an der Verbindungslinie zwischen den Walzenachsen jeweils kleiner 50 Grad, insbesondere kleiner 45 Grad, bevorzugt kleiner 40 Grad, weiter bevorzugt kleiner 35 Grad.
 10. Walzenpressenvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Loswalze derart schwenkbar gelagert und angeordnet ist, dass die im Schwerpunkt der Loswalze angreifende Gravitationskraft an einem/am Lastarm des einseitigen Hebels in mahlspaltvergrößernder Art und Weise in der Richtung einer Rückstellbewegung wirkt.
 11. Walzenpressenvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kraftbeaufschlagung um die Schwenkachse (P3) mittels wenigstens eines Plungers erfolgt, insbesondere mittels Plunger mit Kippvorrichtung, insbesondere mittels Plunger mit Hydrostat als Kippvorrichtung.
 12. Verfahren zum Mahlen von Einsatzmaterial (M) mittels einer Walzenpressenvorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, mit den Schritten:
 - Antreiben von wenigstens einer festgelagerten Festwalze (2) mit zumindest annähernd ortsfest gelagerter Walzenachse (y2) und einer losgelagerten Loswalze (3) mit ortsvariabel anordenbarer Walzenachse (y2);
 - Kraftbeaufschlagen der Loswalze (3) zum Aufbringen einer Mahlkraft (F) und zum relativen Positionieren der Loswalze relativ zur Festwalze (2);**dadurch gekennzeichnet, dass** die Loswalze mit der ortsvariablen Walzenachse durch das Kraftbeaufschlagen in der Art und Weise eines einseitigen Hebels (16) um eine Schwenkachse (P3) verschwenkt wird und dabei die relative Position der Loswalze relativ zur Festwalze definiert wird, wobei die Kraftbeaufschlagung an einem Kraftbeaufschlagungspunkt (P2) des einseitigen Hebels erfolgt, insbesondere an einem Kraftbeaufschlagungspunkt,

der bezüglich der Hebelwirkung mindestens so weit beabstandet, bevorzugt weiter beabstandet von der ortsvariablen Walzenachse (y3) ist wie/als die ortsvariable Walzenachse von der Schwenkachse (P3).

13. Verfahren nach dem Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Kraftbeaufschlagen am Kraftarm des einseitigen Hebels erfolgt, wobei die Loswalze (3) derart relativ zur Festwalze (2) verschwenkt wird, dass die Loswalze die Festwalze im Abschnitt des Kraftarms kontaktiert und durch den Walzenkontaktpunkt (P1) oder durch das kontaktierte Einsatzmaterial (M) den Lastarm definiert.
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Loswalze (3) ausschließlich durch die Schwenkbewegung, also ohne translatorische Verlagerung, relativ zur Festwalze (2) positioniert wird; und/oder wobei die Schwenkbewegung ausschließlich durch eine Aktuierung oder Kraftbeaufschlagung in translatorischer Richtung initiiert wird, also ohne Drehmoment oder ohne rotatorische Stellbewegung.

Claims

1. Roller press device (10) set up for grinding feed material (M), in particular in the form of a roller mill, with:
- a stationary fixed roller (2) with an at least approximately stationary roller axle (y2);
 - a loose roller (3) with a roller axle (y3) that can be arranged in a variable position relative to the fixed roller;
 - a frame (11) supporting at least the fixed roller and optionally also the loose roller;
 - at least one force application unit (15) acting on the loose roller at a force application point (P2);
- wherein the fixed and loose rollers can be mounted and positioned relative to one another, in particular by means of the force application unit, for the application of a grinding force (F) and for mutual contact in a roller contact point (P1) or for defining a grinding gap (x0) for the feed material, wherein the loose roller (3) is mounted with the location-variable roller axis (y3) so as to be pivotable about a pivot axis (P3) in the manner of a one-sided lever (16) such that the relative position of the loose roller relative to the fixed roller can be defined by this pivoting movement, wherein the one-sided lever (16) is formed between the pivot axis (P3) and the force application point (P2);
- characterised in that** the swivelling axis (P3) is arranged on the tangent of the fixed roller (2) and the loose roller (3) at the roller contact point

(P1) or, in the case of a grinding gap (x0) other than zero, the swivelling axis (P3) is arranged between the tangent of the fixed roller (2) at the intersection of the connecting line between the fixed roller axis (y2) and the roller axis (y3), which can be arranged in a variable position, and the tangent of the loose roller (3) at the intersection of the connecting line between the fixed roller axis (y2) and the roller axis (y3), which can be arranged in a variable position.

2. Roller press device according to the preceding claim, **characterised in that** the distance between the swivel axis (P3) and the connecting line between the fixedly mounted roller axis (y2) and the roller axis (y3) which can be arranged in a variable position along a straight line lying at right angles to the connecting line between the fixedly mounted roller axis (y2) and the roller axis (y3) which can be arranged in a variable position and through the swivel axis (P3) is at least 0,15 times the sum of the radius of the fixed roller (2) and the radius of the loose roller (3) and at most 1 times the sum of the radius of the fixed roller (2) and the radius of the loose roller (3).
3. Roller press device according to one of the preceding claims, **characterised in that in that** the distance between the swivelling axis (P3) and the force application point (P2) is 1 to 5 times the distance between the swivelling axis (P3) and the connecting line between the fixedly mounted roller axis (y2) and the roller axis (y3) which can be arranged in a variable position along a line at right angles to the connecting line between the fixedly mounted roller axis (y2) and the roller axis (y3) which can be arranged in a variable position. (y3) along a straight line lying at right angles to the connecting line between the fixedly mounted roller axis (y2) and the roller axis (y3), which can be arranged in a variable position, and through the swivelling axis (P3).
4. Roller press device according to one of the preceding claims, **characterised in that** the one-sided lever (16) comprises the rectilinear connecting line between the force application point (P2) and the pivot axis (P3).
5. Roller press device according to claim 4 **characterised in that** the roller axis (y3), which can be arranged in a variable position, runs through the one-sided lever (16).
6. Roller press device according to one of the claims 4 to 5 **characterised in that** the roller axis (y3), which can be arranged in a variable position, is spaced apart from the straight connecting line between the force application point (P2) and the swivel axis (P3) by a maximum of 0.1 times the length of the straight

connecting line between the force application point (P2) and the swivel axis (P3).

7. Roller press device according to one of the preceding claims, **characterised in that** the force is applied to the force application point (P2) at an angle of 75 ° to 105 ° to the connecting line between the fixedly mounted roller axis (y2) and the roller axis (y3) which can be arranged in a variable position. 5
 8. Roller press device according to one of the preceding claims, **characterised in that** the roller contact point (P1) is arranged in a section between the force application point (P2) and the pivot axis (P3) and/or is arranged at a distance from the pivot axis smaller than the length of the one-sided lever, and wherein the roller contact point (P1) defines a/the load arm (16.2) of the one-sided lever. 10
 9. Roller press device according to one of the preceding claims, **characterised in that** the roller axes, when the rollers are in contact at the roller contact point, are arranged relative to the swivel axis in such a way that a connecting line through these three axes in a plane (side view) extending orthogonally thereto forms a triangle or a triangular arrangement, preferably with the base angles at the connecting line between the roller axes in each case smaller than 50 degrees, in particular smaller than 45 degrees, preferably smaller than 40 degrees, further preferably smaller than 35 degrees. 20
 10. Roller press device according to one of the preceding claims, **characterised in that** the loose roller is pivotably mounted and arranged in such a way that the gravitational force acting in the centre of gravity of the loose roller acts on one/on the load arm of the one-sided lever in a manner increasing the grinding gap in the direction of a restoring movement. 25
 11. Roller press device according to one of the preceding claims, **characterised in that** the application of force about the pivot axis (P3) is effected by means of at least one plunger, in particular by means of a plunger with tilting device, in particular by means of a plunger with hydrostat as tilting device. 30
 12. Method for grinding feed material (M) by means of a roller pressing device (10) according to one of the preceding claims, comprising the steps of - 35
- driving at least one fixedly mounted fixed roller (2) with an at least approximately fixedly mounted roller axis (y2) and a loosely mounted loose roller (3) with a roller axis (y2) which can be arranged in a variable position; 50

- applying force to the loose roller (3) to apply a grinding force (F) and to position the loose roller relative to the fixed roller (2);

characterised in that the loose roller with the variable-location roller axis is pivoted about a pivot axis (P3) by the application of force in the manner of a one-sided lever (16) and the relative position of the loose roller relative to the fixed roller is thereby defined, wherein the application of force takes place at a force application point (P2) of the one-sided lever, in particular at a force application point which is at least as far away, preferably further away, from the variable-location roller axis (y3) with respect to the leverage effect as/than the variable-location roller axis is away from the swivelling axis (P3).

13. Method according to claim 12 **characterised in that** the force is applied to the force arm of the single-sided lever, wherein the loose roller (3) is pivoted relative to the fixed roller (2) in such a way that the loose roller contacts the fixed roller in the section of the force arm and defines the load arm by the roller contact point (P1) or by the contacted feed material (M). 25
14. Method according to one of the claims 12 to 13 **characterised in that** the loose roller (3) is positioned relative to the fixed roller (2) exclusively by the swivel movement, i.e. without translatory displacement; and/or wherein the swivel movement is initiated exclusively by an actuation or application of force in the translatory direction, i.e. without torque or without rotatory positioning movement. 30

Revendications

1. Dispositif de presse à rouleaux (10) conçu pour broyer la matière première (M), en particulier sous la forme d'un broyeur à rouleaux, avec : 40
 - un rouleau fixe stationnaire (2) avec un axe de rouleau au moins approximativement stationnaire (y2) ;
 - un rouleau libre (3) avec un axe de rouleau (y3) qui peut être disposé dans une position variable par rapport au rouleau fixe ;
 - un cadre (11) supportant au moins le rouleau fixe et éventuellement le rouleau libre ;
 - au moins une unité d'application de force (15) agissant sur le rouleau libre en un point d'application de force (P2) ;
 dans lequel le rouleau fixe et le rouleau libre peuvent être montés et positionnés l'un par rapport à l'autre, en particulier au moyen de l'unité d'application de la force, pour l'application d'une 45

- force de broyage (F) et pour un contact mutuel dans un point de contact du rouleau (P1) ou pour définir un espace de broyage (x0) pour le matériau d'alimentation, dans lequel le rouleau libre (3) est monté avec l'axe de rouleau variable (y3) de manière à pouvoir pivoter autour d'un axe de pivotement (P3) à la manière d'un levier unilatéral (16), de sorte que la position relative du rouleau libre par rapport au rouleau fixe peut être définie par ce mouvement de pivotement, le levier unilatéral (16) étant formé entre l'axe de pivotement (P3) et le point d'application de la force (P2) ;
- caractérisé en ce que** l'axe de pivotement (P3) est disposé sur la tangente du rouleau fixe (2) et du rouleau libre (3) au point de contact du rouleau (P1) ou, dans le cas d'une fente de rectification (x0) différente de zéro, l'axe de pivotement (P3) est disposé entre la tangente du rouleau fixe (2) et l'intersection de la ligne de raccordement entre l'axe du rouleau fixe (y2) et l'axe du rouleau (y3), qui peut être disposé dans une position variable, et la tangente du rouleau libre (3) à l'intersection de la ligne de jonction entre l'axe du rouleau fixe (y2) et l'axe du rouleau (y3), qui peut être disposé dans une position variable.
2. Dispositif de presse à rouleaux selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** la distance entre l'axe de pivotement (P3) et la ligne de liaison entre l'axe du rouleau fixe (y2) et l'axe du rouleau (y3) qui peut être disposé dans une position variable le long d'une ligne droite perpendiculaire à la ligne de liaison entre l'axe du rouleau fixe (y2) et l'axe du rouleau (y3) qui peut être disposé dans une position variable et à travers l'axe de pivotement (P3) est d'au moins 0,15 fois la somme du rayon du rouleau fixe (2) et du rayon du rouleau libre (3) et au maximum 1 fois la somme du rayon du rouleau fixe (2) et du rayon du rouleau libre (3).
 3. Dispositif de presse à rouleaux selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la distance entre l'axe de pivotement (P3) et le point d'application de la force (P2) est de 1 à 5 fois la distance entre l'axe de pivotement (P3) et la ligne de jonction entre l'axe du rouleau monté fixe (y2) et l'axe du rouleau (y3) qui peut être disposé dans une position variable le long d'une ligne perpendiculaire à la ligne de jonction entre l'axe du rouleau monté fixe (y2) et l'axe du rouleau (y3) qui peut être disposé dans une position variable. (y3) le long d'une ligne droite perpendiculaire à la ligne de jonction entre l'axe du rouleau monté de manière fixe (y2) et l'axe du rouleau (y3), qui peut être disposé dans une position variable, et à travers l'axe de pivotement (P3).
 4. Dispositif de presse à rouleaux selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le levier unilatéral (16) comprend la ligne de liaison rectiligne entre le point d'application de la force (P2) et l'axe de pivotement (P3).
 5. Dispositif de presse à rouleaux selon la revendication 4 **caractérisé par le fait que** l'axe du rouleau (y3), qui peut être disposé dans une position variable, traverse le levier unilatéral (16).
 6. Dispositif de presse à rouleaux selon l'une des revendications 4 à 5 **caractérisé par le fait que** l'axe du rouleau (y3), qui peut être disposé dans une position variable, est éloigné de la ligne droite de liaison entre le point d'application de la force (P2) et l'axe de pivotement (P3) d'un maximum de 0,1 fois la longueur de la ligne droite de liaison entre le point d'application de la force (P2) et l'axe de pivotement (P3).
 7. Dispositif de presse à rouleaux selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la force est appliquée au point d'application de la force (P2) à un angle de 75 ° à 105 ° par rapport à la ligne de jonction entre l'axe du rouleau monté de manière fixe (y2) et l'axe du rouleau (y3) qui peut être disposé dans une position variable.
 8. Dispositif de presse à rouleaux selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le point de contact du rouleau (P1) est disposé dans une section entre le point d'application de la force (P2) et l'axe de pivotement (P3) et/ou est disposé à une distance de l'axe de pivotement inférieure à la longueur du levier unilatéral, et **en ce que** le point de contact du rouleau (P1) définit un/le bras de charge (16.2) du levier unilatéral.
 9. Dispositif de presse à rouleaux selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les axes des rouleaux, lorsque les rouleaux sont en contact au point de contact des rouleaux, sont disposés par rapport à l'axe de pivotement de telle sorte qu'une ligne de jonction passant par ces trois axes dans un plan (vue de côté) s'étendant orthogonalement à ceux-ci forme un triangle ou une disposition triangulaire, de préférence avec les angles de base à la ligne de jonction entre les axes des rouleaux dans chaque cas inférieurs à 50 degrés, en particulier inférieurs à 45 degrés, de préférence inférieurs à 40 degrés, en outre de préférence inférieurs à 35 degrés.
 10. Dispositif de presse à rouleaux selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé par le fait que** le rouleau libre est monté pivotant et disposé de telle sorte que la force gravitationnelle agissant au centre de gravité du rouleau libre agit sur un/sur

le bras de charge du levier unilatéral de manière à augmenter la fente de broyage dans le sens d'un mouvement de rappel.

ment par une action ou une application de force dans la direction de la translation, c'est-à-dire sans couple ou sans mouvement de positionnement rotatif.

11. Dispositif de presse à rouleaux selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'application de la force autour de l'axe de pivotement (P3) est effectuée au moyen d'au moins un plongeur, en particulier au moyen d'un plongeur avec dispositif de basculement, en particulier au moyen d'un plongeur avec hydrostat comme dispositif de basculement. 5 10

12. Procédé de broyage d'une matière première (M) au moyen d'un dispositif de pressage à rouleaux (10) selon l'une des revendications précédentes, comprenant les étapes suivantes : - entraînement d'au moins un rouleau fixe (2) monté de manière fixe avec un axe de rouleau (y2) monté de manière au moins approximativement fixe et d'un rouleau libre (3) avec un axe de rouleau (y2) 15 20
 - pouvant être disposé dans une position variable ;

 - application d'une force au rouleau libre (3) pour appliquer une force de broyage (F) et pour positionner le rouleau libre par rapport au rouleau fixe (2) ; 25

caractérisé en ce que le rouleau libre avec l'axe de rouleau à position variable est pivoté autour d'un axe de pivot (P3) par l'application d'une force à la manière d'un levier unilatéral (16) et la position relative du rouleau libre par rapport au rouleau fixe est ainsi définie, l'application de la force a lieu à un point d'application de la force (P2) du levier unilatéral, en particulier à un point d'application de la force qui est au moins aussi éloigné, de préférence plus éloigné, de l'axe du rouleau à position variable (y3) en ce qui concerne l'effet de levier que l'axe du rouleau à position variable n'est éloigné de l'axe de pivotement (P3). 30 35 40

13. Méthode selon la revendication 12 **caractérisé par le fait que** la force est appliquée au bras de force du levier unilatéral, le rouleau libre (3) étant pivoté par rapport au rouleau fixe (2) de manière à ce que le rouleau libre entre en contact avec le rouleau fixe dans la section du bras de force et définisse le bras de charge par le point de contact du rouleau (P1) ou par le matériau d'alimentation contacté (M). 45 50

14. Méthode selon l'une des revendications 12 à 13 **caractérisé par le fait que** le rouleau libre (3) est positionné par rapport au rouleau fixe (2) exclusivement par le mouvement de pivotement, c'est-à-dire sans déplacement en translation ; et/ou dans lequel le mouvement de pivotement est initié exclusive- 55

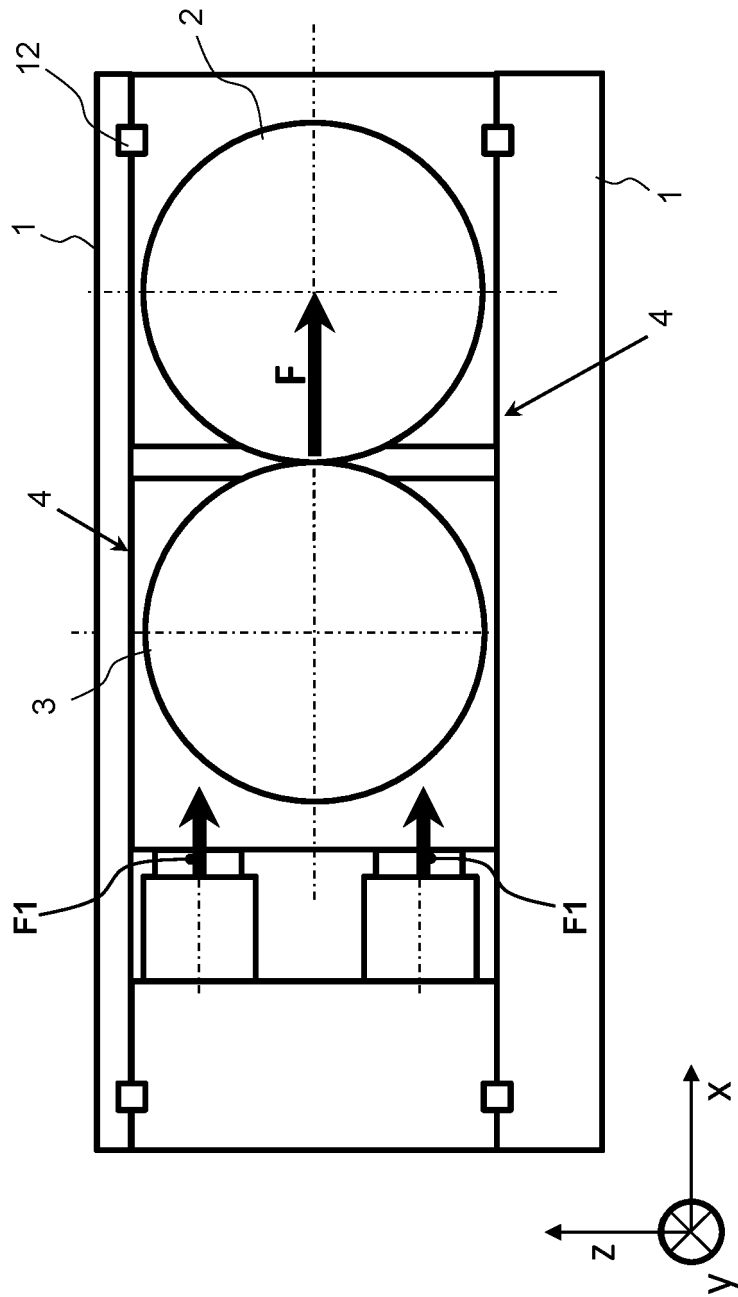


Fig. 1 - Stand der Technik

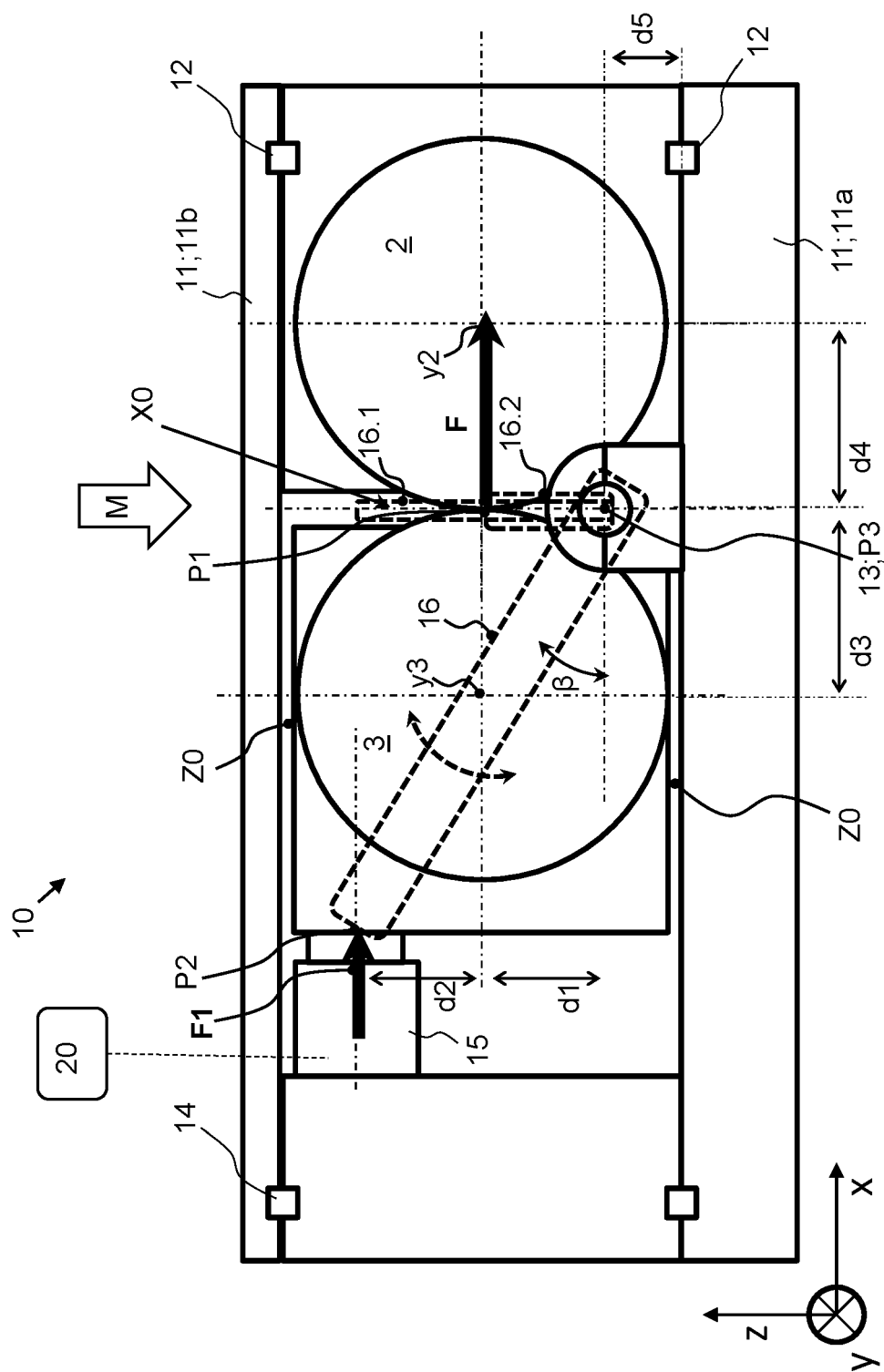


Fig. 2

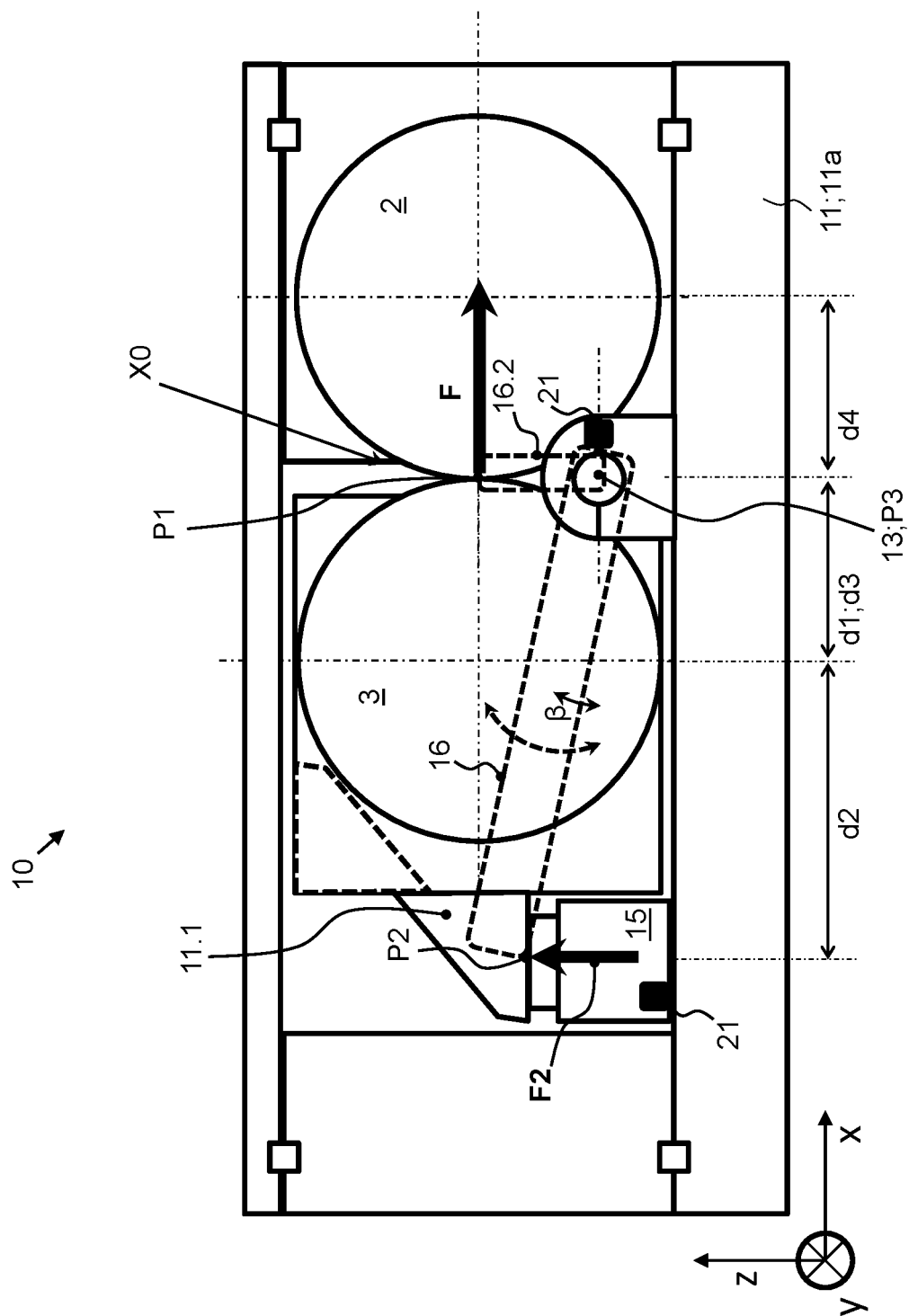


Fig. 3

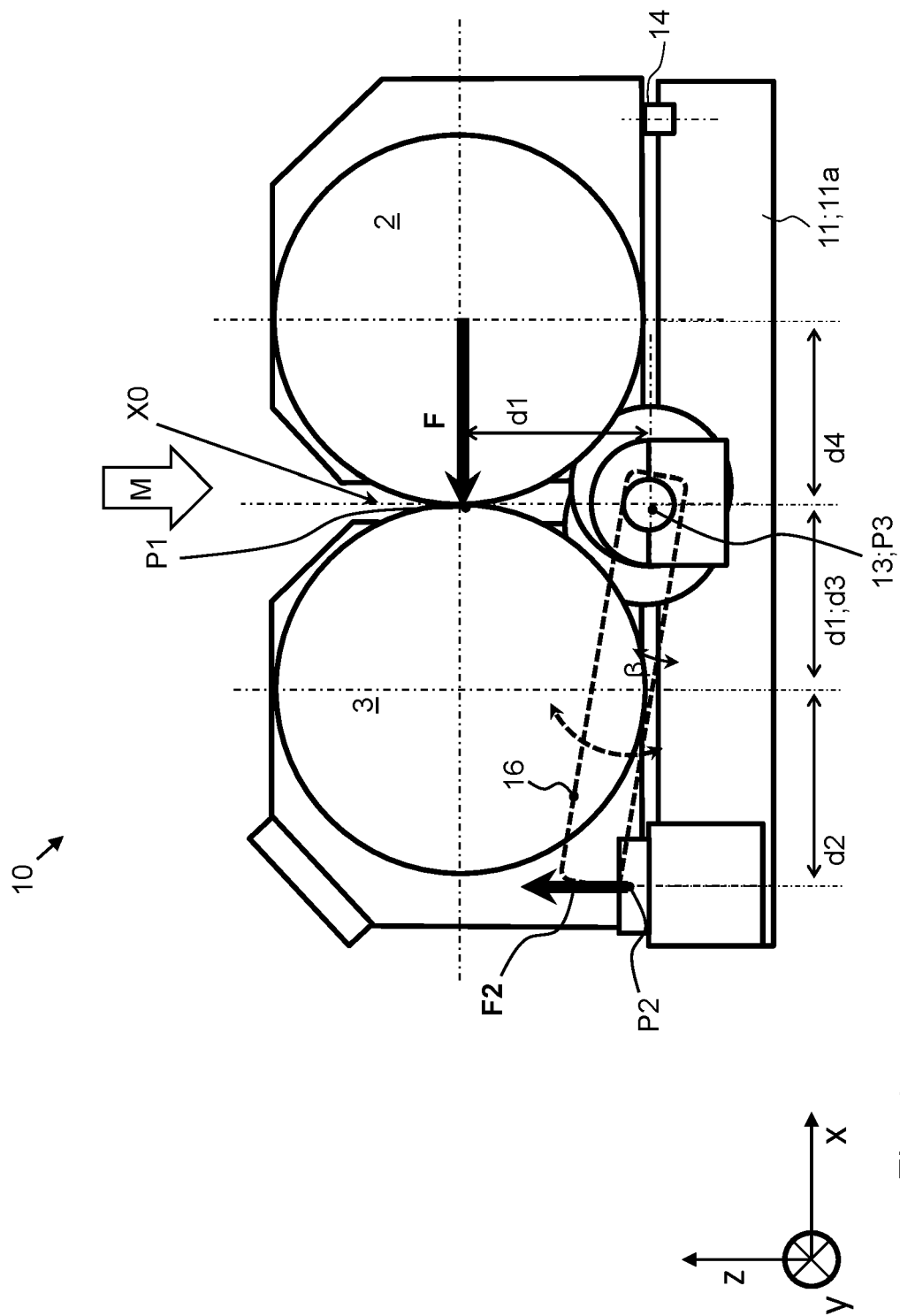


Fig. 4

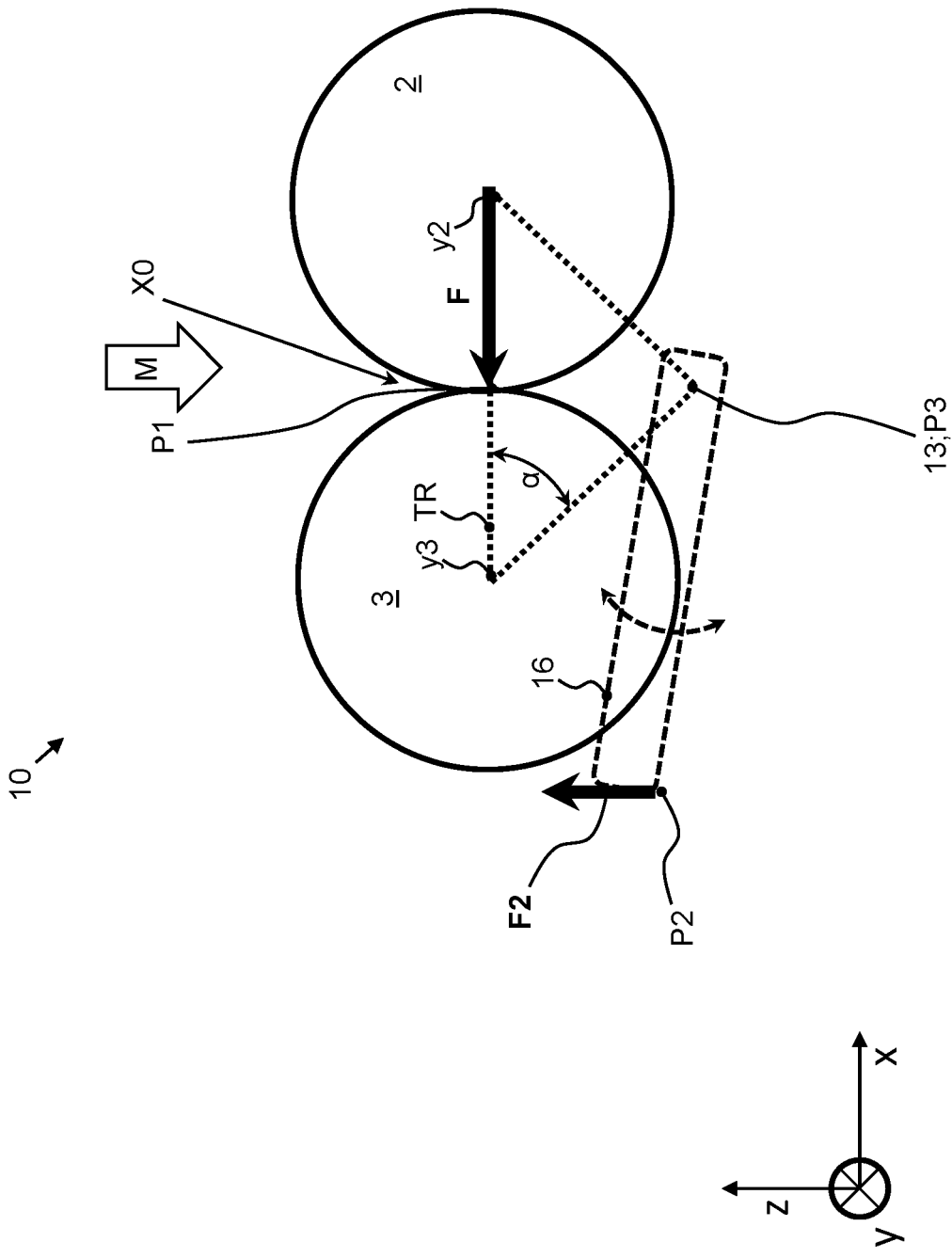


Fig. 5

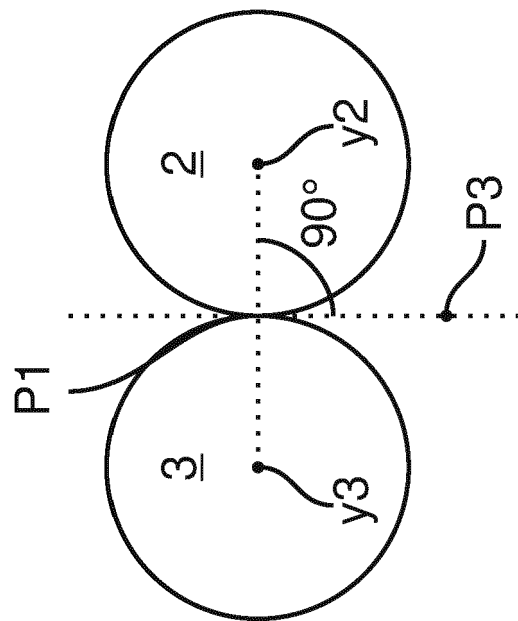


Fig. 6

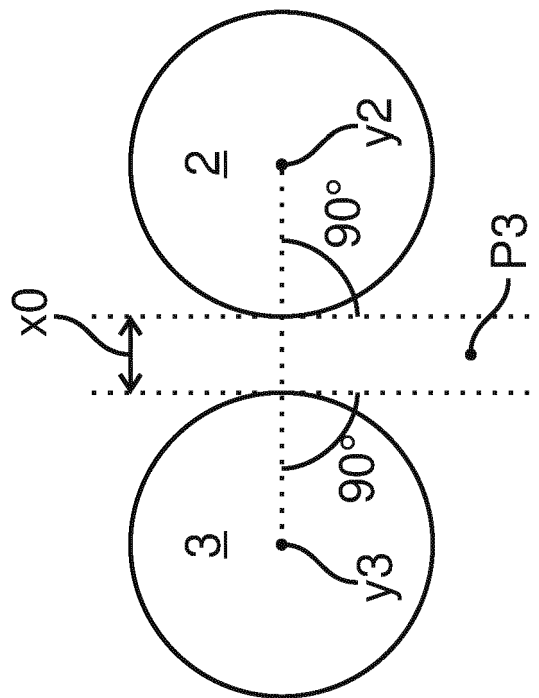


Fig. 7

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

- DE 102015114992 A2 **[0007]**
- DE 102015114998 A2 **[0008]**
- DE 3724742 A1 **[0010]**
- DE 3224249 A1 **[0011]**
- GB 2103107 A **[0012]**
- DE 3818540 A1 **[0013]**
- CN 104998714 A **[0014]**
- DE 102013010220 A1 **[0015]**
- DE 102015110033 A1 **[0016]**