



Europäisches
Patentamt
European
Patent Office
Office européen
des brevets



(11)

EP 2 903 744 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
22.02.2017 Patentblatt 2017/08

(21) Anmeldenummer: **14712271.7**

(22) Anmeldetag: **21.03.2014**

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

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2014/055685

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2015/051925 (16.04.2015 Gazette 2015/15)

**(54) VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM AUFBEREITEN UND TRENNEN EINES MATERIALS AUS
EINEM VERBUNDENEN MEHRSTOFFSYSTEM**

METHOD AND DEVICE FOR PREPARING AND SEPARATING A MATERIAL FROM A COMBINED
MULTICOMPONENT SYSTEM

PROCÉDÉ ET DISPOSITIF DE TRAITEMENT ET DE SÉPARATION D'UN MATERIAU À PARTIR
D'UN SYSTÈME CONTENANT PLUSIEURS SUBSTANCES LIÉES

(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**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
12.08.2015 Patentblatt 2015/33

(73) Patentinhaber: **Loesche GmbH
40549 Düsseldorf (DE)**

(72) Erfinder:
• **VAN MECHELEN, Dirk
40549 Düsseldorf (DE)**
• **BÄTZ, André
40549 Düsseldorf (DE)**

• **JUNGMANN, Andreas
40549 Düsseldorf (DE)**
• **WULFERT, Holger
40549 Düsseldorf (DE)**
• **ERWERTH, Paul
40549 Düsseldorf (DE)**

(74) Vertreter: **Heim, Florian Andreas et al
Weber & Heim
Patentanwälte
Partnerschaftsgesellschaft mbB
Irmgardstraße 3
81479 München (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
WO-A1-2008/090923 WO-A1-2011/107124

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

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Aufbereiten und Trennen eines Materials aus einem verbundenen Mehrstoffsystem sowie eine Vertikalwälzmühle zum Ausführen dieses Verfahrens.

[0002] In Deutschland fallen jährlich ca. 80 Millionen Tonnen an Bauschutt an. Ein Großteil hiervon ist Betonbruch. Beton und somit auch Betonbruch bestehen im Wesentlichen aus Kies, Sand und Zementstein. Der Zementstein dient unter anderem zur Bindung der beiden anderen Komponenten.

[0003] Gerade in Gegenden, in denen keine natürlichen Kies- und Sandvorkommen vorhanden sind, ist es wünschenswert, den Betonbruch derart aufzubereiten, dass er in seine Einzelbestandteile getrennt werden kann. Insbesondere besteht hierbei Interesse an der Rückgewinnung des verwendeten Kieses und/oder Sandes. Wesentlich hierbei ist jedoch, dass der Kies und der Sand möglichst komplett vom Zementstein gereinigt werden, da anderenfalls bei einer Verwendung des besagten rückgewonnenen Kieses oder Sandes zur Herstellung von Beton der so hergestellte Beton unter Umständen geringere Festigkeiten aufweist.

[0004] Aus der WO 2011/142663 A1 ist beispielsweise eine Separierzvorrichtung bekannt, um Betonbruch zu zerkleinern und, wenn möglich, hierbei auch die Einzelkomponenten des Betons rückgewinnen zu können. Je- doch können mit dieser Vorrichtung die gewünschten Reinheitsgrade der einzelnen recycelten Komponenten wie Kies und Sand nicht oder nur unter besonders günstigen Umständen erreicht werden.

[0005] Wesentlich beim Betonrecycling ist, dass insbesondere der Kies bei der Aufbereitung des Betonbruchs nicht zerkleinert werden soll, da er anderenfalls nur minderwertig weiter für die Betonherstellung verwendet werden kann.

[0006] In letzter Zeit werden auch Wälzmühlen, welche eigentlich reine Zerkleinerungsaggregate sind, zur Aufbereitung und zur Trennung von Materialien eingesetzt.

[0007] Ein derartiges Verfahren ist beispielsweise aus der WO 2011/107124 A1 bekannt. Bei dem dort beschriebenen Verfahren werden Edelstahlschlacken, welche aus einer Silikatfraktion und einer Metallfraktion bestehen, gezielt zerkleinert und dabei voneinander getrennt. Bei der Zerkleinerung nutzt man deutliche Härteunterschiede zwischen den einzelnen Fraktionen sowie Dichteunterschiede aus, um eine Trennung zu erreichen. Wesentlich bei diesem Verfahren ist es, die Mühle weiterhin primär als Zerkleinerungsaggregat zu verwenden und die aufgegebenen Rohstoffe deutlich zu zerkleinern, und nur als sekundäre nachgeschaltete Eigenschaft auch eine Trennung zu erreichen. Durch die notwendige druckbedingte Zerkleinerung kann mit diesem Verfahren eine Trennung nur dann erreicht werden, wenn eine der zu trennenden Komponenten duktil ist, so dass sie während des Mahlvorgangs nicht zerkleinert wird. Mit anderen Worten erfolgt die Trennung dadurch, dass eine Kompo-

nente durch den Walzendruck zermahlen wird, während eine andere nicht zerkleinert wird. Dies ist möglich, da die nicht zu zerkleinernde Komponente duktile Eigen- schaften hat. Bei einem etwas zu hohen Mahldruck ver- 5 formt sich diese Komponente zwar, was ungewollt ist, sie wird jedoch weiterhin nicht zerkleinert.

[0008] Ein derartiges Verfahren ist jedoch für die Auf- bereitung und Trennung von Betonbruch nicht einsetz- 10 bar, da bei Betonbruch keine duktilen Teilmaterialien vor- liegen, und so durch die Mühle alle Teilmaterialien be- ziehungsweise Komponenten des Betonbruches zerklei- nert würden. Somit kann das gewünschte Ergebnis, ins- besondere eine Reinigung und Rückgewinnung des Kie- 15 ses, nicht erreicht werden.

[0009] Der Erfindung liegt die **Aufgabe** zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung anzugeben, mit dem/der effizient eine Aufbereitung und Trennung eines Materials aus einem verbundenen Mehrstoffsystem möglich ist, bei 20 dem die Komponenten des Mehrstoffsystems keine duk- tilen Eigenschaften aufweisen.

[0010] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Verfahren zum Aufbereiten und Trennen eines Materials aus einem verbundenen Mehrstoffsystem mit den Merk- 25 malen des Anspruchs 1 und einer Vertikalwälzmühle mit den Merkmalen des Anspruchs 13 gelöst.

[0011] Vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung sind in den Unteransprüchen und der Beschreibung angegeben.

[0012] Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren zum Aufbereiten und Trennen eines verbundenen Mehrstoff- 30 systems aus mindestens einer ersten Komponente und einer zweiten Komponente, welche mit der ersten Kom- ponente verbunden ist, und wobei beide Komponenten keine duktilen Eigenschaften aufweisen, wird das Mate- 35 rial einer Wälzmühle, welche eine Mahlschüssel und Mahlwalzen aufweist, zur In-Bett-Attrition als Aufgabegut aufgegeben.

[0013] Auf der Mahlschüssel wird im Betrieb ein Mahl- 40bett aus bearbeitetem und zu bearbeitendem Material ausgebildet, auf dem die Mahlwalzen abrollen. Bei der In-Bett-Attrition wird mittels Mahlwalzen im Mahlbett das Material durch Scherbeanspruchung und Abrieb der Partikel der Komponenten untereinander in die erste und die zweite Komponente getrennt, wobei die Partikel der ers- 45ten Komponente, die Partikel der zweiten Komponente und Partikel derselben Komponente gegenseitig attritiert werden.

[0014] Zum ermöglichen der In-Bett-Attrition in der Wälzmühle wird diese mit einer äußerst geringen An- 50 presskraft der Walzen betrieben, so dass eine Flächen- pressung lediglich im Bereich von 15 kN/m² bis maximal 140 kN/m² bezogen auf die senkrecht projizierte Fläche des mittleren Walzendurchmessers erreicht wird. Hierbei wird die Anpresskraft so gewählt, dass durch die Flä- 55chenpressung direkt im Wesentlichen keine druckbedingte Zerkleinerung der ersten und/oder zweiten Kom- ponente durchgeführt wird. Anders ausgedrückt findet die Aufbereitung des Materials im Wesentlichen nur

durch die Attrition des Materials beziehungsweise der Partikel der ersten und/oder zweiten Komponente gegenseitig statt. Eine druckbedingte Zerkleinerung ist nicht vorgesehen. Sofern eine Zerkleinerung durchgeführt wird, erfolgt diese hauptsächlich durch das gegenseitige Aneinanderreiben des Materials.

[0015] Ferner wird die Wälzmühle derart betrieben, dass das Mahlbett eine minimale Höhe aufweist, welche größer als der Durchmesser der Partikel einer der beiden Komponenten ist. Anschließend an die In-Bett-Attrition beziehungsweise die Bearbeitung im Mahlbett werden zumindest die erste und die zweite Komponente aus dem Bearbeitungskreislauf der Wälzmühle abgezogen und sortiert.

[0016] Ein Grundgedanke des erfindungsgemäßen Verfahrens kann darin gesehen werden, eine Wälzmühle, insbesondere eine Vertikalwälzmühle, nicht mehr als Zerkleinerungsaggregat zu verwenden, bei dem durch den Druck der Walzen das zu zerkleinernde Material "zerpresst" wird, sondern die Wälzmühle, insbesondere das auf der Wälzmühle ausgebildete Mahlbett, für die Trennung und Aufbereitung des Aufgabematerials in seine Bestandteile, insbesondere in die erste und zweite Komponente, zu verwenden. Diese Trennung und Aufbereitung des Aufgabematerials findet innerhalb des Mahlbettes durch gegenseitige reibende Beanspruchung, das heißt Attrition des Materials, statt.

[0017] Entsprechend der Erfindung wurde erkannt, dass durch die erfindungsgemäße Ausbildung des Mahlbettes mit einer nur äußerst geringen Druckbeanspruchung durch die Walzen in dem Mahlbett ein Attritionsprozess zwischen den einzelnen Komponenten des Materials, welches aus dem verbundenen Mehrstoffsystem besteht, eintritt beziehungsweise erst ermöglicht wird.

[0018] Unter Ausnutzung der erfindungsgemäßen In-Bett-Attrition ist es somit auch möglich, mit einer Wälzmühle Mehrstoffsysteme zu trennen, deren Komponenten keine duktilen Eigenschaften aufweisen. Es ist sogar möglich, eine derartige Trennung bei Mehrstoffsystemen durchzuführen, deren Komponenten spröde sind. Mit anderen Worten findet in der Mühle im Wesentlichen keine Mahlung mehr statt, da die Anpresskraft der Walzen so bemessen wird, dass durch die Walzen beziehungsweise deren Einwirkung auf das Mahlbett direkt im Wesentlichen keine Zerkleinerung mehr möglich ist. Das Trennen und die damit verbundene partielle Zerkleinerung der Komponenten des Mehrstoffsystems werden hauptsächlich durch den Attritionsprozess, welcher sich im Mahlbett abspielt, erreicht.

[0019] Im Rahmen der Erfindung kann unter Attrition beziehungsweise Attritieren die Reinigung mehrerer Komponenten von Anhaftungen untereinander durch gegenseitiges Aneinanderreiben verstanden werden. Hierbei erfolgt die Trennung der Komponenten insbesondere durch die bei Reibung aneinander entstehenden Scherkräfte an den Oberflächen, welche zu einer Reinigung der einzelnen Komponenten führen.

[0020] Ein weiterer Grundgedanke, der der Erfindung

zugrunde liegt, ist, das Mahlbett so auszubilden, dass es eine minimale Höhe aufweist, welche größer als der Durchmesser der Partikel einer der beiden Komponenten ist. Hierbei wird insbesondere die härtere oder zähhere

5 der beiden Komponenten des verbundenen Mehrstoffsystems gewählt. Durch diese Auslegung des Mahlbettes wird erreicht, dass die härtere Komponente nicht durch den Walzendruck zerkleinert wird. In diesem Zusammenhang muss es sich nicht zwingend um die härteste der Komponenten handeln. Vorteilhaft ist es beispielsweise auch, wenn die Mahlbettgröße mindestens so hoch ist wie die durchschnittliche Größe einer der Komponenten. Auf diese Weise wird mit ausreichender Wahrscheinlichkeit sichergestellt, dass es beim Aufbereitungsprozess nicht zu einer druckbedingten Zerkleinerung sondern im Wesentlichen zur Aufbereitung beziehungsweise Zerkleinerung aufgrund von Attritionsprozessen im Mahlbett, also einer reibenden Zerkleinerung, kommt.

10 [0021] Im Sinne der Erfindung kann das verbundene Mehrstoffsystem auch aus mehr als den hier exemplarisch aufgeführten zwei Komponenten bestehen. Als härtere Komponente kann im Sinne der Erfindung auch die besser zusammenhaltende Komponente verstanden werden.

15 [0022] Die erfindungsgemäß gewählte Anpresskraft der Walzen, welche alternativ auch als Mahlwalzen bezeichnet werden können, wird so gewählt, dass eine Flächenpressung im Bereich von 15 kN/m² bis maximal 140 kN/m² auftritt. Die Anpresskraft ist unter anderem abhängig von der Größe der Walzen, Größe der Vertikalmühle und/oder dem Gewicht der Walzen. Als Referenzgröße wird hierbei die Flächenpressung verwendet, so dass eine Richtgröße unabhängig der Größenausführung der Walzen oder Mühle vorhanden ist. Der bevorzugte Bereich der Flächenpressung ist abhängig von den zu bearbeitenden Materialien, wobei die Flächenpressung so gewählt wird, dass es im Wesentlichen zu keiner druckbedingten Zerkleinerung des Mahlguts kommt. Da bei der Bearbeitung eines natürlichen Mehrstoffsystems viele unterschiedliche Härten über die gesamte Breite des Mehrstoffsystems vorhanden sind, kann auch mit dem erfindungsgemäßen Verfahren nicht vollkommen ausgeschlossen werden, dass ein geringer Teil einer ungewünschten Druckzerkleinerung unterzogen wird oder nicht erfolgreich bearbeitet werden kann.

20 [0023] Der Erfindung liegt des Weiteren die überraschende Erkenntnis zugrunde, dass trotz der eigentlich für den Betrieb einer Wälzmühle viel zu geringen Flächenpressung eine Bearbeitung des Aufgabegutes möglich ist. Dies liegt im Wesentlichen daran, dass im Gegensatz zur bisherigen Betriebsart der Mühle keine eigentliche Mahlung mehr stattfindet, sondern die Materialien sich im Wesentlichen gegenseitig bearbeiten und nicht durch die Walzen bearbeitet werden. Dies führt sogar dazu, dass mit dem erfindungsgemäßen Verfahren auch eine Aufbereitung und Trennung von Materialien möglich ist, deren Komponenten im Wesentlichen keine

Dichteunterschiede aufweisen.

[0024] Vorteilhaft wird die Anpresskraft derart gewählt, dass bei der In-Bett-Attrition entstehende Scherkräfte zwischen den Partikeln im Bereich von 5 kN/m^2 bis 70 kN/m^2 , insbesondere zwischen 7 kN/m^2 und 20 kN/m^2 , liegen. Die angegebenen Bereiche für die Scherkräfte zwischen den Partikeln der verschiedenen Komponenten des verbundenen Mehrstoffsystems ermöglichen eine gute Attrition im Mahlbett, so dass in der Mühle die Aufbereitung und Trennung des verbundenen Mehrstoffsystems ausgeführt werden kann. Hierbei kann durch die vorhandenen Scherkräfte auch eine genügend große Reinheit der einzelnen Komponenten untereinander erreicht werden, ohne eine zu starke Zerkleinerung zu riskieren.

[0025] Eine Komponente, die beim Einstellen der Scherkräfte wesentlich ist, ist hierbei die Anpresskraft der Walzen. Diese sollte idealerweise derart eingestellt werden, dass durch die Drehung des Mahltellers in Kombination mit den Walzen sowie der Drehung der Walzen die gewünschten Scherkräfte im Mahlbett auftreten. Anders ausgedrückt wirken auf das zu verarbeitende Material verschiedene Scher- beziehungsweise Reibungskräfte: Zum einen die Scher- und Reibungskräfte der einzelnen Materialpartikel untereinander; zum anderen die Scherkräfte, die über die Walzen auf das Material aufgebracht werden.

[0026] Normalerweise werden bei der Verwendung einer Wälzmühle als Zerkleinerungsaggregat die Walzen durch das Mahlbett in Drehung versetzt. Im Standardzustand kann daher angenommen werden, dass die Umfangsgeschwindigkeit der Walzen ähnlich groß ist wie die Relativgeschwindigkeit des Mahlbetts, welches sich auf dem drehenden Mahlteller befindet. Drehen sich die Walzen jedoch langsamer als der Mahlteller beziehungsweise das Mahlbett, so kommt es durch die unterschiedlichen Geschwindigkeiten an den Berührungs punkten zum Entstehen von Scherkräften, die zur erfindungsgemäßen In-Bett-Attrition eingesetzt werden.

[0027] Genauer ausgedrückt kommt es für das Entstehen der Scherkräfte im Wesentlichen auf die Geschwindigkeit der Partikel, die unter der Mühle entlang geführt werden, im Vergleich zu der Umfangsgeschwindigkeit der Walze an, die an den Partikeln vorbeistreicht beziehungsweise an der die Partikel vorbeistreichen.

[0028] Im Gegensatz zur Standardbetriebsweise bei der Mahlung mit einer Wälzmühle ist es bei dem erfindungsgemäßen Verfahren notwendig, die Mahlbetthöhe deutlich zu erhöhen. Für das erfindungsgemäße Verfahren weist das Mahlbett bevorzugt eine maximale Höhe von 8% des Mahlschüsseldurchmessers, bevorzugt jedoch etwa 4% des Mahlschüsseldurchmessers, auf. Bei der herkömmlichen Betriebsweise einer Wälzmühle wird das Mahlgut durch die Walzen aktiv zerkleinert beziehungsweise zerquetscht. Hierbei ist es gewünscht, dass der Mahlspalt, das heißt der Abstand zwischen den Mahl walzen und dem Mahlteller beziehungsweise der Mahlschüssel, nicht zu groß ist, damit die durch die Mahlwal-

zen in das Mahlbett eingebrachten Kräfte aktiv zur Zerkleinerung des Mahlgutes eingesetzt werden können. Ist der Mahlspalt zu groß, kann es zum einen vorkommen, dass das Mahlgut zum Teil lediglich verdichtet wird und so kein ausreichender Druck auf das Mahlgut aufgebracht wird, und zum anderen, dass das Mahlgut aus dem Mahlspalt hinausfließt, so dass es verdrängt jedoch nicht zerkleinert wird.

[0029] Im Gegensatz dazu ist es entsprechend der Betriebsweise gemäß der Erfindung gewünscht, dass es zu Bewegungen der Partikel oder Komponenten des zu attritierenden Mehrstoffsystems im Mahlbett kommt. Daher ist es bevorzugt, wenn die Mahlbetthöhe deutlich höher ist als bei Wälzmühlen, welche ausschließlich zur Mahlung verwendet werden. Durch die höhere Mahlbetthöhe kommt es zu mehr Relativbewegungen der Partikel oder Komponenten im Mahlbett untereinander, so dass hierdurch die In-Bett-Attrition erreicht wird.

[0030] Grundsätzlich kann die Mahlbetthöhe mittels der Anpresskraft der Walzen, eines Aufgabemassenstromes, einer Mahlschüsseldrehzahl, einer Höhe eines Staurandes der Mahlschüssel und/oder einem inneren Umlaufstrom eingestellt werden.

[0031] Hierbei verringert eine Erhöhung der Anpresskraft der Mahlwalzen durch eine damit verbundene Erhöhung der Flächenpressung die Mahlbetthöhe. Eine Erhöhung des Aufgabemassenstromes, das heißt dass mehr Mahlgut pro Zeiteinheit der Wälzmühle als Aufgabegut zugeführt wird, erhöht die Mahlbetthöhe. Demgegenüber verringert eine höhere Mahlschüsseldrehzahl wiederum die Höhe des Mahlbettes, da das vorhandene Mahlgut schneller wieder von der Mahlschüssel entfernt wird. Der Staurand der Mahlschüssel befindet sich am Rand der Mahlschüssel und dient dazu, ein Hinauslaufen des Mahlgutes über die Schüssel zu verringern oder zu behindern. Wird der Staurand erhöht, erhöht sich damit auch die Höhe des Mahlbettes.

[0032] Ein weiterer Parameter, der zur Einstellung der Mahlbetthöhe verwendet werden kann, ist der innere Umlaufstrom. Hierbei handelt es sich, insbesondere bei Wälzmühlen mit integriertem Sichter, um die Menge der Partikel, welche bei der Sichtung abgewiesen werden und zur weiteren Bearbeitung erneut auf die Mahlschüssel zurückgeführt werden. Ist der innere Umlaufstrom erhöht, so erhöht sich auch die Mahlbetthöhe. Der innere Umlaufstrom kann beispielsweise mittels der Sichtereinstellungen wie auch mittels des Volumens des Prozessluftstromes beeinflusst werden.

[0033] Es hat sich beispielsweise als vorteilhaft herausgestellt, wenn die stoffliche Bindung des Mehrstoffsystems erhöht ist, die Anpresskraft zu erhöhen, um trotz der erhöhten stofflichen Bindung die notwendige Kräfte zur In-Bett-Attrition zu erreichen. Da allerdings idealerweise die Mahlbetthöhe gleich gehalten werden sollte, müssen andere Parameter angepasst werden, da durch die erhöhte Anpresskraft die Mahlbetthöhe zunächst einmal verringert wird. Hierbei ist es bevorzugt, den Aufgabemassenstrom und/oder den inneren Umlaufstrom zu

erhöhen. Alternativ oder zusätzlich kann auch die Mahlschüsseldrehzahl verringert werden. Die Einstellung dieser Parameter ist auch im laufenden Betrieb möglich, so dass, falls beispielsweise bei Tests festgestellt wird, dass die stoffliche Bindung des Mehrstoffsystems höher als bisher ist, durch die hier angegebenen Parameter darauf reagiert werden kann.

[0034] Eine weitere Möglichkeit ist, die Höhe des Staurandes zu erhöhen. Dies ist allerdings im laufenden Betrieb nicht oder nur schwer möglich, so dass diese Variation hauptsächlich dann verwendet wird, wenn die verwendete Wälzmühle auf ein anderes Mehrstoffsystem umgestellt werden soll oder für dieses ausgelegt werden soll.

[0035] Verringert sich die stoffliche Bindung des Mehrstoffsystems, so wird entsprechend die Anpresskraft verringert, wodurch sich grundsätzlich das Mahlbett erhöhen würde. Um dem entgegenzuwirken, können nun die zuvor angesprochenen Parameter in die jeweilig entgegengesetzte Richtung angepasst werden.

[0036] Beim Betrieb einer Wälzmühle ist es grundsätzlich gewünscht, einen möglichst hohen Durchsatz, das heißt möglichst viel Aufgabematerial pro Zeiteinheit, zu bearbeiten. Wenn zur Erhöhung des Durchsatzes der Massenstrom erhöht wird, ist es vorteilhaft, wenn zur Aufrechterhaltung der Mahlbetthöhe insbesondere die Mahlschüsseldrehzahl erhöht wird. Eine Erhöhung der Anpresskraft der Walzen würde zwar ebenfalls die Mahlbetthöhe verringern, dies würde jedoch zu einer Veränderung der In-Bett-Attritions-Variablen führen. Insbesondere würde durch die höhere Anpresskraft der Walzen der Mahldruck, das heißt die Kraft, die mittels der Walzen in das Mahlbett eingebracht wird, erhöht, wodurch sich auch die Flächenpressung erhöht. Dies kann zu einer schlechteren Aufbereitung und Trennung des Mehrstoffsystems führen. Daher ist es bevorzugt, dass, wenn der Aufgabemassenstrom erhöht wird, dies lediglich durch eine Erhöhung der Mahlschüsseldrehzahl ausgeglichen wird. Selbiges kann auch durchgeführt werden, wenn der innere Umlauf zwangsweise erhöht wird. Dies ist beispielsweise der Fall, wenn ein höherer Aufschlussgrad der Materialien benötigt wird, und daher weniger Material als Feingut durch den Sichter abgeführt wird. Dies führt, wie bereits zuvor ausgeführt, dazu, dass mehr Material auf den Mahlteller zurückgeführt wird und sich hierdurch in ähnlicher Weise wie bei der Erhöhung des Aufgabemassenstromes, die Mahlbetthöhe erhöht. Auch hier ist es bevorzugt, dies im Wesentlichen nur durch eine Anpassung, insbesondere Erhöhung, der Mahlschüsseldrehzahl zu regeln, so dass die Mahlbetthöhe gleich bleibt.

[0037] Es sind verschiedene Wälzmühlentypen bekannt. Bei einigen werden die Walzen direkt angetrieben, bei anderen, insbesondere beim LOESCHE-Typ, werden die Walzen selbst nicht angetrieben, sondern durch die Reibungskräfte, welche zwischen den Walzen und dem Mahlbett entstehen, in Rotation beziehungsweise Drehung versetzt. Dies ist bei der normalen Betriebswei-

se einer Wälzmühle, bei der die Wälzmühle zum Mahlen eingesetzt wird, relativ unproblematisch. Bei der Verwendung einer Wälzmühle zur In-Bett-Attrition hat man allerdings festgestellt, dass durch die äußerst geringen Anpresskräfte der Mahlwalzen erhöhte Aufmerksamkeit auf die Drehung der Mahlwalzen zu richten ist.

[0038] Diesbezüglich ist es bevorzugt, wenn die Wälzmühle beim Anfahren mit einer höheren Anpresskraft der Walzen als der im Betrieb gewählten Anpresskraft betrieben wird. Dies ist notwendig, um die Walzen, die ein zu überwindendes Anlaufmoment aufweisen, zunächst in Rotation zu versetzen. Anschließend, während des In-Bett-Attritions-Betriebes, reicht zumeist die zwischen Mahlbett und Mahlwalzen vorhandene Reibung aus, um die Drehung der Walzen aufrecht zu erhalten.

[0039] Diesbezüglich ist es bevorzugt, wenn die Drehung der Walzen während des Betriebs überwacht wird, und die Anpresskraft der Walzen zumindest zeitweise erhöht wird, wenn eine zu geringe Drehung der Walzen festgestellt wird. Eine zu geringe Drehung der Walzen führt dazu, dass die durch die Walzen in das Mahlbett eingebrachten Scherkräfte sich verändern und sich so die Qualität der In-Bett-Attrition ebenfalls verändert. Durch die kurzzeitige Erhöhung der Anpresskraft der Walzen wird erreicht, dass diese eine ausreichende Drehung beziehungsweise einen ausreichenden Drehimpuls aufweisen. Im Sinne der Erfindung wird unter einer zu geringen Drehung der Walzen verstanden, wenn die Umfangsgeschwindigkeit der Walze geringer als 50% der Geschwindigkeit des Materialstroms unter der Walze ist. Annäherungsweise kann angenommen werden, dass der Materialstrom unter der Walze der Drehgeschwindigkeit der Mahlschüssel beziehungsweise des Mahltellers unterhalb der Walzen entspricht. Abhängig vom Material können Anpassungen von wenigen Prozent vorgenommen sein, um eine bessere Abschätzung der Geschwindigkeit zu ermöglichen.

[0040] Um ein Anfahren der Wälzmühle, insbesondere ein in Drehung Versetzen der Mahlwalzen, bei den für die In-Bett-Attrition nur geringen zulässigen Anpresskräften zu erleichtern, werden vorteilhaft die Walzenlager mit einem größeren Spiel ausgelegt als herkömmlicherweise. Dies reduziert zum einen das Anlaufmoment und vermindert zum anderen zusätzlich auch die Gefahr des Stehenbleibens beziehungsweise, dass die Mahlwalzen eine zu geringe Drehgeschwindigkeit aufweisen.

[0041] In einer bevorzugten Ausführungsform wird die Wälzmühle in einem Überlauf- und/oder Luftstrommodus betrieben. Bei der Betriebsweise als reine Überlaufmühle wird das aufbereitete Mahlgut unter anderem durch die Drehung der Mahlschüssel über einen eventuell vorhandenen Staurand befördert und fällt in einen Bereich unterhalb der Mahlschüssel. Hier kann es abtransportiert werden. Bei der Betriebsweise im Luftstrommodus wird das über den Mahlteller herabfallende Mahlgut mittels eines Prozessluftstromes aufgenommen und insbesondere nach oben weggeblasen. Oberhalb der Mahlschüssel befindet sich meist ein Sichter, zu dem das aufberei-

tete Mahlgut mittels des Prozessluftstromes transportiert wird. Im Sichter findet eine Sichtung statt, so dass ausreichend fein aufbereitetes Mahlgut aus dem Aufbereitungsprozess abgezogen wird, wohingegen weiter zu verarbeitendes Mahlgut als sogenannter Reject dem Aufbereitungsprozess wieder zugeführt wird.

[0042] Im Zusammenhang mit der Erfindung wird insbesondere die In-Bett-Attrition auch als Mahlprozess bezeichnet, da diese als entfernt verwandt zu Standardmahlprozessen angesehen werden kann, sich jedoch durch eine andere Zerkleinerungstechnik hiervon unterscheidet. Jedoch wird die In-Bett-Attrition mittels einer Wälzmühle ausgeführt, so dass die Terminologie für Mühlen zum leichteren Verständnis angewendet wird, obwohl im eigentlichen Sinne keine Mahlung mehr stattfindet. Bei einem kombinierten Überlauf- und Luftstrommodus wird durch den Prozessluftstrom, welcher um die Mahlschüssel streicht, nicht das gesamte überlaufende Mahlgut aufgenommen, sondern nur ein Teil davon. Ein anderer Teil fällt nach unten und wird durch Fördermittel von unterhalb der Mahlschüssel abtransportiert.

[0043] In einer bevorzugten Ausführungsform ist das aufzubereitende und zu trennende Material aus dem verbundenen Mehrstoffsystem Betonbruch. Betonbruch selbst besteht zumeist aus Kies, Sand und Zementstein. Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren wird Kies und Sand mittels der In-Bett-Attrition voneinander und vom Zementstein getrennt und gereinigt. Durch die In-Bett-Attrition wird insbesondere der Zementstein vom Kies und Sand abgerieben, so dass nach dem erfindungsgemäßen Verfahren Kies und Sand wieder im Wesentlichen in Reinform vorliegen und so erneut zur Betonherstellung verwendet werden können.

[0044] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des Verfahrens wird eine Vertikalwälzmühle mit Sichter, welcher auch integriert sein kann, verwendet. Zusätzlich wird ein Prozessluftstrom derart eingestellt, dass aus dem überlaufenden Mahlgut eine Komponente, beispielsweise Zementstein, und zumindest teilweise Verbindungen aus der ersten und der zweiten Komponente, wie Zementstein und Sand, mittels des Prozessluftstroms zum Sichter transportiert werden, während die erste gereinigte Komponente, wie Kies und Sand, als Grobgut aus dem Mahlprozess abgezogen werden.

[0045] Ferner ist vorgesehen, dass am Sichter zumindest ein Teil der zerkleinerten zweiten Komponente, wie beispielsweise zerkleinerter Zementstein, als Feingut aus dem Mahlprozess abgezogen wird, und nicht ausreichend zerkleinerte Partikel der zweiten Komponenten sowie Verwachsungen aus der ersten und der zweiten Komponente, wie beispielsweise Zementsteine sowie Verbindungen aus Zementsteinen und Sand, vom Sichter abgewiesen und zurück auf die Mahlschüssel geführt werden. Außerdem kann aus dem abgezogenen Grobgut Sand mittels Sieben abgetrennt werden, um so bei Mehrstoffsystemen aus mehr als zwei Komponenten eine weitere Trennung zu ermöglichen.

[0046] Gemäß einer vorteilhaften Ausführung wird ei-

ne Vertikalwälzmühle im kombinierten Überlauf- und Luftstrommodus betrieben. Hierbei ist der Prozessluftstrom, welcher von unten um die Mahlschüssel streicht, so eingestellt, dass er nur leichte beziehungsweise kleine

5 Materialien, insbesondere zerkleinerten Zementstein und Verwachsungen aus Zementstein und Sand, nach oben Richtung Sichter transportiert. Gereinigte schwere Komponenten wie Sand und Kies können entgegen des Prozessstroms herunterfallen und als Grobgut aus dem 10 Mahlprozess herausgeschleust. Zusätzlich kann auch verwachsesenes Material, welches auch als Verwachsesenes bezeichnet wird, aus den Komponenten wie Kies, Sand und Zementstein als Grobgut aus dem Mahlprozess ausgeschleust werden. Dieses noch nicht genügend 15 aufbereitete Material kann mittels Sortierprozessen erkannt werden und zurück zu dem In-Bett-Attritionsverfahren gemäß der Erfindung geführt werden.

[0047] Zur Trennung von Kies und Sand eignet sich 20 eine anschließende Abtrennung mittels Sieben. Das mit dem Prozessluftstrom zum Sichter gebrachte Material wird dort gesichtet. Als Feingut wird je nach Einstellung des Sichters beispielsweise nur zerkleinerter Zementstein ausgeschleust, wohingegen das restliche Material zurück auf die Mahlschüssel geführt wird. Die Zerkleinerung 25 des Zementsteins findet entsprechend des erfindungsgemäßen Verfahrens im Wesentlichen nicht durch eine Druckbeanspruchung sondern durch die In-Bett-Attrition statt. Mit anderen Worten wird der Zementstein durch die anderen Partikel sowie anderen Zementsteine zerrieben. Durch dieses Zerreiben ist es auch möglich, 30 den Zementstein von Sand und Kies zu entfernen, ohne Sand und Kies selbst zu zerkleinern.

[0048] Das erfindungsgemäße Verfahren kann bevorzugt mit einer Wälzmühle mit einer rotierbaren Mahlschüssel, auf deren Betrieb ein Mahlbett aus Mahlgut 35 ausgebildet ist und mit mindestens zwei stationären, drehbaren Mahlwalzen, die im Betrieb auf dem Mahlgut abrollen, ausgeführt werden. Hierbei ist bevorzugterweise oberhalb der Mahlwalzen ein Sichter angeordnet und zusätzlich eine Einrichtung zum Definieren und Einhalten 40 eines minimalen Mahlspaltes zwischen Mahlschüssel und den Mahlwalzen vorgesehen.

[0049] Der erfindungsgemäßen Vertikalwälzmühle 45 liegt die Erkenntnis zugrunde, dass bei der In-Bett-Attrition eine deutlich geringere Komprimierung des Mahlgutes auf dem Mahlbett notwendig ist, beziehungsweise auftreten darf, als bei einem herkömmlichen Mahlbett, welches beispielsweise bei der Kohlevermahlung vorhanden ist. Durch diese geringe Komprimierung beziehungsweise Krafteinwirkung durch die Mahlwalzen besteht jedoch ein Problem im Zusammenhang mit lokal unterschiedlichen Härten und weiteren Eigenschaften des Mahlbettes, die deutlich unterschiedlich ausgeprägt sein können. Beispielsweise können an einigen Stellen 50 durch die geringe Kompression und relativ große Höhe des Mahlbettes mehr Lufteinschlüsse vorhanden sein als an anderen. Werden nun die Mahlwalzen mit einer konstanten Anpresskraft betrieben, so besteht die Gefahr,

dass an den Stellen, an denen mehr Lufteinschlüsse vorhanden sind, die Mahlwalzen das Mahlbett deutlich stärker zusammendrücken als an anderen. Hierbei kann es sogar vorkommen, dass die Mahlwalzen bis auf die Mahlschüssel durchschlagen. All diese Varianten und auftretenden Phänomene führen zu einem unruhigen Lauf der Mahlwalzen, welcher wiederum zu Vibrationen im gesamten Betrieb der Vertikalmühle führt, die ungewünscht und teilweise sogar schädlich sein können. Beispielsweise muss der Aufbereitungsprozess mit der Vertikalwalzmühle gestoppt werden, wenn zu starke Vibrationen auftreten.

[0050] Diesbezüglich wurde in der Erfindung erkannt, dass es erstmals bei Vertikalmühlen notwendig ist, eine Einrichtung zum Definieren und Einhalten eines minimalen Mahlspaltes zwischen der Mahlschüssel und den Mahlwalzen vorzusehen. Diese Einrichtung sorgt dafür, dass verhindert wird, dass die Mahlwalzen durch die unterschiedlichen Eigenschaften des Mahlbettes auf die Mahlschüssel durchschlagen können.

[0051] Es sind verschiedene Möglichkeiten denkbar, um diese Einrichtungen auszuführen. Beispielsweise können in einer vorteilhaften Ausführungsform entsprechende Anschläge oder Anschlagpuffer für die Mahlwalzen vorgesehen sein. Eine andere Möglichkeit ist es, das Hydrauliksystem der Mahlwalzen entsprechend auszulegen.

[0052] In einer bevorzugten Ausführungsform ist ein Hydrauliksystem zum Einstellen der Anpresskraft der Mahlwalzen im Betrieb vorgesehen, welches der Gewichtskraft der Mahlwalzen entgegenwirkt, um eine Flächenpressung im Bereich von 15 kN/m² bis 140 kN/m² bezogen auf die senkrecht projizierte Fläche des mittleren Walzendurchmessers zu ermöglichen. Herkömmlicherweise wird das Hydrauliksystem bei Vertikalwälzmühlen, insbesondere des LOESCHE-Typs, derart ausgelegt, dass die Anpresskraft der Mahlwalzen in dieselbe Richtung wie die Gewichtskraft wirkt. Normalerweise soll mittels des Hydrauliksystems eine Flächenpressung von 600 kN/m² bis zu 1000 kN/m² oder mehr erreicht werden. Bei der In-Bett-Attrition ist dies allerdings nicht gewünscht.

[0053] Aufgrund der Größe der Mahlwalzen in unterschiedlichen Mühlensystemen und deren Gewicht von bis zu 45 t ist es notwendig, ein inverses Hydrauliksystem vorzusehen, um die Gewichtskraft der Mahlwalzen, welche auf das Mahlbett drückt, zu reduzieren. Hierbei kann das bereits bekannte Hydrauliksystem, welches zum Teil zum Ausschwenken der Mahlwalzen verwendet wird, nicht verwendet werden, da dieses zwar den Druck der Mahlwalzen auf das Mahlbett verringert, jedoch nicht dazu geeignet ist, diesen Druck, also die Anpresskraft, auf einem konstanten Niveau zu halten, sondern nur für ein zügiges Ausschwenken der Mahlwalzen beispielsweise für Wartungsvorgänge ausgelegt ist.

[0054] In einer vorteilhaften Ausführungsform ist an jeder Mahlwalze ein Überwachungssystem vorgesehen, welches die Drehung der Mahlwalzen während des Be-

triebs überwacht. Dies ist bei der Verwendung einer Vertikalwalzmühle für die In-Bett-Attrition notwendig, da wie bereits ausgeführt mit sehr geringer Anpresskraft gearbeitet wird, so dass es dazu kommen kann, dass sich die Mahlwalzen nicht mehr ausreichend drehen. Mittels des Vorsehens von Überwachungssystemen kann dieser Zustand detektiert werden und geeignete Gegenmaßnahmen ausgelöst werden, beispielsweise die temporäre Erhöhung der Anpresskraft durchgeführt werden.

[0055] Die Erfindung wird nachfolgend anhand von schematischen Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Figuren näher erläutert. Hierbei zeigen:

Fig. 1 ein Flussdiagramm einer erfindungsgemäßen Betonaufbereitung;

Fig. 2 einen Schnitt durch eine Vertikalwälzmühle; und

Fig. 3 einen Ausschnitt der Vertikalwälzmühle aus Fig. 2.

[0056] In Fig. 1 ist als Beispiel für das erfindungsgemäße Verfahren zum Aufbereiten und Trennen eines Materials aus einem verbundenen Mehrstoffsystem ein Flussdiagramm 10 zur Betonbruchaufbereitung dargestellt. Das hier im Folgenden näher beschriebene Verfahren zur Betonbruchaufbereitung kann in gleicher oder ähnlicher Weise auch für andere Materialsysteme verwendet werden, bei denen die einzelnen Komponenten keine duktilen Eigenschaften aufweisen. Die folgende Ausführung ist lediglich exemplarisch anzusehen, um die exakte Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens und seine Vorteile an Beispielen zu verdeutlichen. Hierbei können die einzelnen Verfahrensschritte, welche in diesem Beispiel zusammenhängend beschrieben werden, auch jeweils einzeln ausgeführt werden und sind somit jeweils separat als Teil der Erfindung zu betrachten.

[0057] Herkömmlicherweise wird Betongranulat in Fraktionen von 0 mm bis 63 mm aus Betonbruch durch Brechen und Abtrennen von Bewehrungsstahl hergestellt. Anschließend erfolgt normalerweise eine Klassierung in Kies- und Sandfraktionen. Diese Fraktionen weisen jedoch noch nicht vernachlässigbare Anhaftungen von Zementstein auf. Daher wird eine Verwendung von recyceltem Kies und Sand von nur bis zu maximal 15% als Zuschlagsstoff bei der Betonherstellung als Ersatz von Primärkies und -sand als technisch vertretbar angesehen.

[0058] Diese Grenze von maximal 15% an recyceltem Material als Kies- und Sandersatz kann mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens deutlich nach oben verschoben werden.

[0059] Hierzu wird Betongranulat mit einer Größe von beispielsweise bis zu 80 mm Körnungsgröße als Ausgangsstoff beziehungsweise Aufgabeprodukt 11 verwendet. Dieses Betongranulat, welches auch als Beton-

bruch bezeichnet wird, wird einer erfindungsgemäßen Wälzmühle 12 als Aufgabegut aufgegeben. Die Wälzmühle 12 wird in dem Verfahren nach Fig. 1 im kombinierten Überlauf- und Luftstrommodus betrieben und wird auch als Vertikalwälzmühle bezeichnet. Auf die in der Wälzmühle 12 ablaufenden Prozesse sowie die Betriebsweise der Wälzmühle 12 wird später unter Bezugnahme auf Fig. 2 detaillierter eingegangen.

[0060] Die Wälzmühle 12 wird entsprechend der Erfindung als In-Bett-Attritionsaggregat und nicht als Zerkleinerungsaggregat betrieben. So kann an einem in der Wälzmühle 12 vorgesehenen Sichter, welcher grundsätzlich auch der Wälzmühle 12 nachgeschaltet werden kann, aufbereiteter und zerkleinerter Zementstein 16 dem Aufbereitungskreislauf entzogen werden.

[0061] Als Überlauf wird der Aufbereitung in der Wälzmühle 12 Grobgut 13 entnommen, welches im Wesentlichen aus aufbereitetem Kies, Sand und noch verwachsenem Material besteht, dessen Anteil aber deutlich geringer ist als beim Aufgabegut 11. Bei dem verwachsenen Material kann es sich hierbei insbesondere um Kies und/oder Sand mit Anhaftungen von Zementstein handeln. Anschließend wird das Grobgut 13 einer Absiebung 14 unterzogen, mit der der Sand 17 als Fraktion von 0 mm bis 2 mm entnommen werden kann. Dieser Sand 17 ist durch das erfindungsgemäße Verfahren 10 derart gut gereinigt, dass er ähnlich wie Primärsand bei der Betonherstellung verwendet werden kann.

[0062] Das Grobgut 13, welches eine Größe von über 2 mm hat, wird anschließend einer Dichtesortierung 15 unterzogen. Diese dient dazu, gereinigten Kies 18, welcher eine höhere Dichte hat, aus dem Bearbeitungskreislauf ausschleusen zu können. Material, welches keine genügend hohe Dichte hat - hierbei handelt es sich insbesondere um Kies und/oder Sand, an dem noch Verwachsungen von Zementstein vorhanden sind - wird wiederum der In-Bett-Attrition in der Wälzmühle 12 zugeführt.

[0063] Ferner ist die Verfahrensweise denkbar, hier aber nicht dargestellt, dass auch der Sand einer Dichtesortierung zugeführt wird, um gegebenenfalls auch dort noch vorhandene Anhaftungen an Zementstein oder anderen Verunreinigungen abzutrennen und dem Wälzmühlenprozess erneut zuzuführen.

[0064] Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren 10 ist es somit möglich, aus Betonbruch, insbesondere Beton-granulat 11, Kies 18 und Sand 17 in einer derart hohen Reinheit extrahieren zu können, dass diese Komponenten analog zu Primärkies und -sand bei der Betonherstellung eingesetzt werden können. Somit wird eine weit- aus höhere Recyclingquote als die bis jetzt mögliche Quote von 15% erreicht.

[0065] Die Dichtesortierung kann als trockene Dichtesortierung beispielsweise mittels Windsichter, Luftsitzmaschinen und/oder Luft-Wirbelschichtsortieren erfolgen. Alternativ kann auch eine nasse Dichtesortierung durchgeführt werden. Hierbei müssen dann allerdings die der Wälzmühle 12 wieder zugeführten Materialien

erneut getrocknet werden. Als Nasssortierverfahren sind beispielsweise Schwimm-Sink-Scheidung, sowohl statisch als auch dynamisch, Setzsortierung, Wendelscheider- oder Herdsortierung sowie Wirbelschichtsortierverfahren möglich.

[0066] Im Folgenden wird nun die Wälzmühle 12 sowie deren Betrieb zur In-Bett-Attrition unter Bezugnahme auf die detailliertere Fig. 2 näher erläutert.

[0067] In Fig. 2 ist eine schematische Schnittansicht durch eine Vertikalwälzmühle 30 des LOESCHE-Typs dargestellt. Wesentlicher Bestandteil der Wälzmühle 30 sind kegelstumpfförmige Mahlwalzen 31, welche auf einem Mahlbett 41 abrollen. In der hier dargestellten teilweisen Schnittansicht sind nur zwei Mahlwalzen 31 dargestellt. Es können jedoch auch Vertikalwälzmühlen 30 mit drei, vier, sechs oder mehr Mahlwalzen verwendet werden.

[0068] Das Mahlbett 41 wird auf einer Mahlschüssel 32 ausgebildet. Die Mahlwalzen 31 selbst, welche alternativ auch als Walzen bezeichnet werden können, sind ortsfest vorgesehen, jedoch um die eingezeichnete Achse drehbar. Die Mahlschüssel 32 wiederum ist wie angedeutet um ihre zentrale Achse drehbar. Wird nun die Mahlschüssel 32 gedreht, so dreht sich das auf dem Mahlbett vorhandene Mahlgut 42 ebenfalls mit. Hierdurch werden durch Reibung zwischen dem Mahlgut 42 und der Außenkontur der Mahlwalzen 31 die Mahlwalzen 31 in Drehung versetzt.

[0069] Oberhalb der Mahlschüssel 32 ist ein Sichter 34, der sowohl dynamisch als auch statisch ausgeführt sein kann, vorgesehen. Im Folgenden wird nun auf den erfindungsgemäßen In-Bett-Attritions-Prozess näher eingegangen.

[0070] Das Aufgabe- oder Mahlgut 42, beispielsweise Betonbruch, wird über eine Materialaufgabe 35 dem Aufbereitungsprozess zugeführt. Hierbei ist die Materialaufgabe 35 derart gestaltet, dass das Aufgabegut 42 im zentralen Bereich der Mahlschüssel 32 aufgegeben wird.

[0071] Durch die Drehung der Mahlschüssel 32 wird das Mahlgut zum einen beschleunigt und zum anderen spiralartig nach außen transportiert, so dass es von den Mahlwalzen 31 überrollt wird. Entsprechend des erfindungsgemäßen In-Bett-Attritionsverfahrens werden die Mahlwalzen 31 jedoch in anderer Weise als normalerweise bei Wälzmühlen 30 bekannt betrieben. Sie werden hierbei im Wesentlichen nicht zur Druckzerkleinerung des Mahlgutes eingesetzt.

[0072] Entsprechend des erfindungsgemäßen Verfahrens wird durch die Mahlwalzen 31 lediglich eine äußerst geringe Flächenpressung auf das Mahlbett 41 aufgebracht. Diese liegt im Bereich von 15 kN/m² bis maximal 140 kN/m². Bevorzugt liegt sie insbesondere im Bereich zwischen 30 kN/m² und 80 kN/m². Diese Flächenpressung dient im Wesentlichen dazu, ausreichend große Scherkräfte in das Mahlbett 41 einzubringen, so dass sich die dort vorhandenen Partikel gegenseitig attritieren.

[0073] Normalerweise weisen Mahlwalzen einen mittleren Durchmesser von bis zu 2,8 m auf und haben ein

Gewicht von bis zu 45 t. Mit diesem hohen Gewicht würde eine viel höhere Flächenpressung erreicht werden, als die, bis zu welcher die In-Bett-Attrition maximal möglich ist. Aus diesem Grund ist ein in Fig. 2 nicht eingezeichnetes inverses Hydrauliksystem vorgesehen, welches dazu dient, der Gewichtskraft der Walzen 31 entgegenzuwirken. Dieses Hydrauliksystem kann als negative Kraft an einem Schwinghebel 33 der Mahlwalzen 31 angreifen. Anders ausgedrückt drückt das inverse Hydrauliksystem so auf den Schwenkhebel 33, dass die Walze 31 leicht angehoben wird beziehungsweise auf die Walze eine Kraft entgegen ihrer Gewichtskraft einwirkt.

[0074] Durch das weitere Aufgeben von neuem Mahlgut 42 sowie die Drehung der Mahlschüssel 32, welche auch als Mahlteller bezeichnet werden kann, wird das auf der Mahlschüssel 32 befindliche Material, welches bereits zum Teil aufbereitet ist, verdrängt und läuft über einen Staurand 36 in einen Spalt zwischen Mahlschüssel 32 und Mühlengehäuse über.

[0075] Durch den Betrieb der Mühle sowohl im Überlauf- als auch Luftstrommodus findet an dieser Stelle eine erste Sichtung statt. Ein Teil des übergelaufenen bearbeiteten Materials wird durch die von unten einströmende Prozessluft 37 Richtung Sichter 34 transportiert, wobei ein anderer Teil als übergelaufenes Grobgut aus dem Bearbeitungskreislauf abgeführt werden kann.

[0076] Wesentlich für die erste Sichtung ist hierbei die Menge der zugeführten Prozessluft 37. Zusätzlich kann die Sichtung auch durch einen Schaufelkranz 38 beeinflusst werden. Hierbei wird die Prozessluft 37 in Kombination mit dem Schaufelkranz 38 derart eingestellt, dass als überlaufendes Grobgut 51 im Wesentlichen Kies und Sand aus dem Bearbeitungskreislauf abgezogen werden kann. Dieses wird dann, wie in Bezug auf Fig. 1 beschrieben, einer Siebung unterzogen.

[0077] Ebenfalls als überlaufendes Grobgut 51 können auch verwachsene Materialien aus Kies und/oder Sand mit Zementstein, der noch nicht ausreichend attritiert wurde, aus dem Bearbeitungskreislauf entzogen werden. Die verwachsenen Materialien werden, wie bereits in Bezug auf Fig. 1 dargelegt, anschließend mit neuem Betonbruch dem Bearbeitungskreislauf wieder zugeführt.

[0078] Durch die Prozessluft und den optional vorgesehenen Schaufelkranz wird eine erste Sichtung durchgeführt, welche als Dichtesortierung angesehen werden kann.

[0079] Die eingeblasene Prozessluft 37 trägt insbesondere zerkleinerten Zementstein sowie Partikel von Sand mit anhaftendem Zementstein zum Sichter 34. Dort findet eine zweite Sichtung statt. Auch hierbei handelt es sich wiederum um eine Dichtesortierung.

[0080] Hier wird mittels des Sichters 34 insbesondere ausreichend zerkleinerter Zementstein aus dem Bearbeitungskreislauf abgezogen. Dieser zerkleinerte Zementstein wird mit der ausströmenden Prozessluft am Prozessluftaustritt dem Bearbeitungskreislauf entzogen.

[0081] Nicht ausreichend zerkleinerter Zementstein

beziehungsweise verwachsenes Material aus Zementstein und Sand wird über einen Grießekonus 40 wieder zurück auf die Mahlschüssel 32 geleitet und dort einer weiteren In-Bett-Attrition zugeführt.

[0082] An den Walzen 31 sind zusätzlich Walzendrehzahlmesser 46 vorgesehen, die während des Betriebes die Drehzahl der Walzen 31 ermitteln. Dies ist notwendig, da es durch die geringe Anpresskraft, bei der die Walzen 31 bei der In-Bett-Attrition auf das Mahlbett gedrückt werden, vorkommen kann, dass sich die Walzen zu langsam drehen. Wird dies mittels der Walzendrehzahlmesser 46 erkannt, so kann die Anpresskraft temporär erhöht werden, um so die Drehung der Walzen zu erhöhen.

[0083] Wesentlich für das erfindungsgemäße Verfahren und die erfolgreiche In-Bett-Attrition ist es, das Mahlbett ausreichend hoch zu gestalten, so dass genügend Partikel des Aufgabegutes vorhanden sind, so dass eine gegenseitige Attrition ermöglicht wird. Mögliche Beeinflussungsgrößen für das Mahlbett werden im Folgenden in Fig. 3 näher erläutert.

[0084] In Fig. 3 ist ein Ausschnitt der Wälzmühle 30 aus Fig. 2 dargestellt. Es werden hierbei dieselben Bezugsszeichen wie in Fig. 2 weiter verwendet.

[0085] Zur Beeinflussung der Mahlbett Höhe s stehen im Wesentlichen der Aufgabemassenstrom $\dot{m}_{m,in}$, die Anpresskraft F_W der Mahlwalzen 31, die Mahlschüsseldrehzahl n_S , die Höhe h des Staurandes 36 sowie der innere Umlaufstrom zur Verfügung. Der innere Umlaufstrom ist hier in Fig. 3 nicht eingezeichnet. Bei ihm handelt es sich im Wesentlichen um vom Sichter zurückgewiesenes Material, welches einen Teil des Aufgabemassenstromes $\dot{m}_{m,in}$ ausmacht.

[0086] Im Folgenden wird der Einfluss der einzelnen Einstellparameter näher erläutert, jeweils unter Annahme, dass die anderen Parameter in diesem Zusammenhang gleich bleiben. Ziel ist es hierbei jeweils, die Mahlbett Höhe s , insbesondere unterhalb der Walzen 31, das heißt zwischen den Walzen 31 und der Mahlschüssel 32 zu variieren. Dieser Bereich wird auch als Mahlspalt bezeichnet.

[0087] In einfacher Art und Weise kann die Mahlbett Höhe s durch eine Variation der Anpresskraft F_W der Walzen 31, welche die Flächenpressung beeinflusst, variiert werden. Bei der Flächenpressung handelt es sich um die Kraft, die direkt unterhalb der Walzen auf das Mahlbett einwirkt. Wird die Anpresskraft F_W der Walzen erhöht, so wird das Mahlgut stärker verdichtet beziehungsweise zerkleinert, so dass sich die Mahlbett Höhe s verringert. Im Umkehrschluss erhöht sich die Mahlbett Höhe s , wenn die Walzen 31 mit einer geringeren Anpresskraft F_W auf das Mahlbett 41 gedrückt werden.

[0088] Eine Erhöhung des Aufgabemassenstroms $\dot{m}_{m,in}$ erhöht die Mahlbett Höhe s . Wird mehr Material pro Zeiteinheit auf die Mahlschüssel 32 aufgegeben, so befindet sich bei einer angenommenen gleichen Verweilzeit auf der Mahlschüssel mehr Mahlgut auf dieser. Hieraus ergibt sich zwangsläufig, dass auch der Massenstrom auf der Mühle $\dot{m}_{m,on}$ erhöht ist. Nachdem folglich mehr

Material auf der Mahlschüssel 32 vorhanden ist, ist auch die Mahlbetthöhe s höher.

[0089] Die Beeinflussung des Aufgabemassenstroms $\dot{m}_{m,in}$ kann auf zwei Weisen erfolgen. Zum einen kann der Wälzmühle 30 mehr Aufgabegut pro Zeiteinheit aufgegeben werden, zum anderen kann der Sichter anders eingestellt werden, so dass ein höherer Reject, das heißt eine höhere Abweisung am Sichter, vorhanden ist, so dass mehr Material wieder zurück auf die Mahlschüssel 32 geführt wird. Der Reject kann ebenfalls durch eine Erhöhung des Prozessluftstroms erhöht werden, da in diesem Fall weniger Mahlgut nach unten als Grobgut aus dem Bearbeitungskreislauf entzogen wird, sondern stattdessen als potenzielles Feingut zum Sichter transportiert wird. Der Aufgabemassenstrom $\dot{m}_{m,in}$ sowie der innere Umlaufstrom beeinflussen wesentlich den Austragsmassenstrom $\dot{m}_{m,out}$. Wird der innere Umlaufstrom erhöht, wird davon gesprochen, dass die umlaufende Lasterhöht wird. In anderen Worten befindet sich mehr Material im Aufbearbeitungskreislauf innerhalb der Mühle. Dies bedeutet anders ausgedrückt, dass damit der Austragsmassenstrom $\dot{m}_{m,out}$ zumindest zeitweise verringert wird. Wird der Aufgabemassenstrom $\dot{m}_{m,in}$ erhöht, also mehr Aufgabegut der Mühle zugegeben, erhöht sich zwangsweise auch der Austragsmassenstrom $\dot{m}_{m,out}$.

[0090] Eine andere Möglichkeit, die Mahlbetthöhe zu variieren, ist die Schüsseldrehzahl n_S zu erhöhen. Wird diese erhöht, so verringert sich die Mahlbetthöhe s . Durch eine höhere Mahlschüsseldrehzahl n_S wird die Verweilzeit des zu bearbeitenden Materials auf der Mahlschüssel 32 verringert. Demnach wird auch der Massenstrom $\dot{m}_{m,on}$ auf der Mahlschüssel geringer. Hierdurch verringert sich zwangsweise auch die Mahlbetthöhe s .

[0091] Eine weitere Möglichkeit, die Mahlbetthöhe s zu beeinflussen, ist der Staurand 36. Wird seine Höhe h vergrößert, so staut sich mehr Material auf dem Mahlteller. Dies bedeutet, dass grundsätzlich mehr Material auf der Mahlschüssel 32 vorhanden sein muss, damit es mit dem Austragsmassenstrom $\dot{m}_{m,out}$ von der Mahlschüssel 32 fließen kann.

[0092] Wesentlich an allen hier vorgestellten Parametern ist, dass diese sich gegenseitig beeinflussen. So führt ein höherer Staurand 36 zwar einerseits zu einem höheren Mahlbett, andererseits auch zu einer längeren Verweilzeit des Aufgabegutes auf der Mahlschüssel 32. Dies führt je nach Anpresskraft F_W der Walzen 31 zu einer besseren Attrition untereinander, jedoch auch unter Umständen zu einer ungewünschten langen Beanspruchungszeit und damit insgesamt unter Umständen zu einem geringeren Durchsatz.

[0093] Exemplarisch wurden hier einzelne Merkmale des erfindungsgemäßen Verfahrens sowie der erfindungsgemäßen Vertikalwälzmühle in Kombination gezeigt. Es ist jedoch offensichtlich, dass diese Merkmale auch jeweils einzeln verwendet werden können.

[0094] Ebenso wurde das Beispiel, insbesondere in Figuren 1 und 2, auf die Aufbereitung von Betonbruch bezogen. Das erfindungsgemäße Verfahren kann jedoch

auch zur Aufbereitung und Trennung von vielen verschiedenen verbundenen Mehrstoffsystemen verwendet werden. Beispielsweise kann die In-Bett-Attrition in der Wälzmühle, welche anders ausgedrückt eine lediglich reibende Beanspruchung des zu bearbeitenden Materials ermöglicht und keine eigentliche Zerkleinerung darstellt, auch für die Aufbereitung von Naturschiefer, welcher aus Tonschiefer und Verunreinigungen wie Kalk, Erzen oder anderen organischen Bestandteilen besteht, eingesetzt werden.

5 Hierbei ist es essenziell, eine reibende Beanspruchung des Naturschiefers sicherzustellen, um Schiefermehl zu erzeugen, bei dem trotz seiner Feinheit die einzelnen Partikel weiterhin eine plattenartige Form aufweist.

10 **[0095]** In ähnlicher Weise eignet sich das Verfahren zur Bearbeitung von Glimmer, welcher aus Schichtsilikaten und eventuellen Verunreinigungen besteht. Hierbei werden bis jetzt hauptsächlich reine Lagerstätten ausgebeutet. Dies ist jedoch nur der Fall, da bislang keine geeigneten Aufbereitungsmethoden zur trockenen Attrition und Trennung bekannt waren.

15 **[0096]** Ebenso kann das erfindungsgemäße Verfahren bei Aufbereitung von kaolinhaltigen Industriesanden, welche aus Kaolin, Feldspat und Quarzsand bestehen, eingesetzt werden. Auch ist die Verwendung und Aufbereitung von Graphitez, welches aus Graphit und Erzmatrizen, und von Ton oder Bentonit, verunreinigt durch Sand beziehungsweise Nicht-Schichtsilikaten, sowie der Aufschluss durch Attrition von Schwermineralsanden zur

20 Abtrennung bindiger Bestandteile und nachfolgend der Dichtetrennung von Rutil, Zirkon, Ilmenit, etc. von einer unhaltigen sandigen Fraktion mit dem erfindungsgemäßen Verfahren möglich. Es können sogar FeCr-Schläcken, die aus Zerfallschlacke, dementsprechendem Metall und unter Umständen stabilisierten Schlacken bestehen, aufbereitet werden. Wesentlich hierbei ist jedoch, dass es sich bei der Metallkomponente um eine nichtduktile Komponente handelt, da anderenfalls eine Attrition nach dem erfindungsgemäßen Verfahren nicht möglich ist, da sonst keine reibende Beanspruchung im Sinne der Erfindung erfolgen kann.

25 **[0097]** Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren sowie der erfindungsgemäßen Wälzmühle ist es so möglich, auf einfache und effiziente Weise verbundene Mehrstoffsysteme aufzubereiten und zu trennen.

Patentansprüche

- 50 1. Verfahren zum Aufbereiten und Trennen eines Materials aus einem verbundenen Mehrstoffsystem, wobei das verbundene Mehrstoffsystem aus mindestens einer ersten Komponente und einer zweiten Komponente besteht, welche mit der ersten Komponente verbunden ist, und wobei beide Komponenten keine duktilen Eigenschaften aufweisen, wobei das Material einer Wälzmühle (30) mit einer Mahlschüssel (32) und mit Mahlwalzen (31) zur In-

- Bett-Attrition als Aufgabegut (42) aufgegeben wird, wobei auf der Mahlschüssel (32) im Betrieb ein Mahlbett (41) aus zu bearbeitendem und bearbeitetem Material ausgebildet wird, 5
- wobei die Mahlwalzen (31) im Betrieb auf dem Mahlbett (41) abrollen, 10
- wobei bei der In-Bett-Attrition mittels der Mahlwalzen (31) im Mahlbett (41) das Material durch Scherbeanspruchung und Abrieb der Partikel der Komponenten untereinander in die erste und die zweite Komponente getrennt wird, wobei die Partikel der ersten Komponente, die Partikel der zweiten Komponente und Partikel derselben Komponente gegenseitig attritiert werden, 15
- wobei zur In-Bett-Attrition die Wälzmühle (30) nur mit einer Anpresskraft (F_W) der Mahlwalzen (31) betrieben wird, um eine Flächenpressung im Bereich von 15 kN/m² bis 140 kN/m² bezogen auf die senkrecht projizierte Fläche des mittleren Walzendurchmessers zu erreichen, welche derart gewählt wird, dass durch die Flächenpressung direkt im Wesentlichen keine druckbedingte Zerkleinerung der ersten und/oder der zweiten Komponente durchgeführt wird, 20
- wobei die Wälzmühle (30) derart betrieben wird, dass das Mahlbett (41) eine minimale Höhe aufweist, welche größer als der Durchmesser der Partikel einer der beiden Komponenten ist, und 25
- wobei zumindest die erste und die zweite Komponente aus einem Bearbeitungskreislauf der Wälzmühle (30) abgezogen und sortiert werden. 30
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, 35
- dass** die Anpresskraft derart gewählt wird, dass die bei der In-Bett-Attrition entstehenden Scherkräfte zwischen den Partikeln im Bereich von 5 kN/m² bis 70 kN/m², insbesondere 7 kN/m² bis 20 kN/m², liegen. 40
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, 45
- dass** die Mahlbetthöhe (s) auf maximal 8% des Mahlschüsseldurchmessers geregelt wird..
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, 50
- dass** die Mahlbetthöhe (s) auf ca. 4% des Mahlschüsseldurchmessers geregelt wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, 55
- dass** bei einer benötigten Anpresskraft (F_W) die Mahlbetthöhe (s) mittels eines Aufgabemassenstroms ($\dot{m}_{m,in}$), einer Mahlschüsseldrehzahl (n_S), einer Höhe (h) eines Staurandes der Mahlschüssel (31) und/oder eines inneren Umlaufstroms eingestellt wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, 60
- dass** bei Erhöhung der stofflichen Bindung des Mehrstoffsystems die Anpresskraft (F_W) zum Erreichen der In-Bett-Attrition erhöht wird, wobei zum Aufrechterhalten einer Mahlbetthöhe (s) der Aufgabemassenstrom ($\dot{m}_{m,in}$) erhöht, die Höhe (h) des Staurandes erhöht, der innere Umlaufstrom erhöht und/oder die Mahlschüsseldrehzahl (n_S) verringert wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, 65
- dass** zur Erhöhung des Durchsatzes der Aufgabemassenstrom ($\dot{m}_{m,in}$) erhöht wird, wobei zum Aufrechterhalten einer Mahlbetthöhe (s) die Mahlschüsseldrehzahl (n_S) erhöht wird.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, 70
- dass** die Wälzmühle (30) beim Anfahren mit einer höheren Anpresskraft (F_W) der Mahlwalzen (31) als der im Betrieb gewählten Anpresskraft (F_W) betrieben wird.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, 75
- dass** die Drehung der Mahlwalzen (31) im Betrieb überwacht wird, und
- dass** die Anpresskraft (F_W) der Mahlwalzen (31) zumindest zeitweise erhöht wird, wenn eine zu geringe Drehung der Mahlwalzen (31) festgestellt wird.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, 80
- wobei die Wälzmühle (30) in einem Überlauf- und/oder Luftstrommodus betrieben wird.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, 85
- dass** als Material Betonbruch aus Kies, Sand und Zementstein aufgegeben wird, und
- dass** Kies und Sand mittels der In-Bett-Attrition von einander und von Zementstein getrennt werden.
12. Verfahren nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, 90
- dass** eine Vertikalwälzmühle mit Sichter (34) verwendet wird,
- dass** ein Prozessluftstrom derart eingestellt wird, dass aus dem überlaufenden Mahlgut Zementstein und zumindest teilweise Verbindungen aus Zementstein und Sand mittels des Prozessluftstroms zum Sichter (34) transportiert werden und dass Kies und Sand als Grobgut aus dem Mahlprozess abgezogen werden, dass am Sichter (34) zerkleinerter Zementstein als Feingut aus dem Mahlprozess abgezogen wird und Zementstein sowie Verbindungen aus Ze-

mentstein und Sand vom Sichter (34) abgewiesen und zurück auf die Mahlschüssel (32) geführt werden, und
dass aus dem abgezogenen Grobgut Sand mittels Sieben abgetrennt wird.

5

13. Vertikalwälzmühle

mit einer rotierbaren Mahlschüssel (32), auf der im Betrieb ein Mahlbett (41) aus Mahlgut (42) ausgebildet ist,
mit mindestens zwei stationären, drehbaren Mahlwalzen (31), die im Betrieb auf dem Mahlbett (41) abrollen,
mit einem oberhalb der Mahlwalzen (31) angeordneten Sichter (34), und mit einer Einrichtung zum Definieren und Einhalten eines minimalen Mahlspaltes zwischen Mahlschüssel (32) und Mahlwalzen (31) wobei ein Hydrauliksystem zur Einstellung der Anpresskraft (FW) der Mahlwalzen (31) im Betrieb vorgesehen ist, welches der Gewichtskraft der Mahlwalzen entgegenwirkt, um eine Flächenpressung im Bereich vom 15 kN/m² bis 140 kN/m² bezogen auf die senkrecht projizierte Fläche des mittleren Walzendurchmessers zu ermöglichen.

10

**14. Vertikalwälzmühle nach Anspruch 13,
dadurch gekennzeichnet,**

dass an jeder Mahlwalze (31) ein Überwachungssystem (46) vorgesehen ist, um die Drehung der Mahlwalze (31) während des Betriebes zu überwachen.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

wherein for the in-bed attrition the roller mill (30) is operated only with a pressing force (F_W) of the grinding rollers (31) in order to achieve a surface pressure in the range of from 15 kN/m² to 140 kN/m² with respect to the vertically projected area of the average roller diameter, which is selected so that essentially no pressure-based comminution of the first and / or the second component is carried out directly through the surface pressure,

wherein the roller mill (30) is operated in such a way that the grinding bed (41) has a minimum height that is greater than the diameter of the particles of one of the two components, and

wherein at least the first and the second component are removed from a processing circuit of the roller mill (30) and sorted.

**2. Method according to claim 1,
characterised in that**

the pressing force is selected in such a way that the shear forces between the particles produced during the in-bed attrition lie in the range of from 5 kN/m² to 70 kN/m², in particular 7 kN/m² to 20 kN/m².

**3. Method according to claim 1 or 2,
characterised in that**

the grinding bed height(s) is controlled to a maximum of 8% of the grinding pan diameter.

**4. Method according to one of claims 1 to 3,
characterised in that**

the grinding bed height (s) is controlled to approximately 4% of the grinding pan diameter.

**5. Method according to one of claims 1 to 4,
characterised in that**

with a required pressing force (F_W) the grinding bed height (s) is adjusted by means of a feed mass flow (m_{m,in}), a grinding pan rotational speed (n_s), a height (h) of a retention rim of the grinding pan (31) and / or an inner circulating flow.

**6. Method according to one of claims 1 to 4,
characterised in that**

if the material bonding of the multi-substance system is increased the pressing force (F_W) is increased in order to achieve the in-bed attrition, wherein the feed mass flow (m_{m,in}) is increased, the height (h) of the retention rim is increased, the inner circulating flow is increased and / or the grinding pan rotational speed (n_s) is reduced in order to maintain a grinding bed height (s).

**7. Method according to one of claims 1 to 6,
characterised in that**

the feed mass flow (m_{m,in}) is increased in order to increase the throughput, wherein the grinding pan rotational speed (n_s) is increased in order to maintain

Claims

- Method for preparing and separating a material comprising a composite multi-substance system, wherein the composite multi-substance system consists of at least a first component and a second component which is connected to the first component, and wherein neither of the two components has any ductile properties, wherein the material is fed as feed material (42) to a roller mill (30) with a grinding pan (32) and with grinding rollers (31) for in-bed attrition, wherein a grinding bed (41) comprising material to be processed and material that has been processed is formed on the grinding pan (32) during operation, wherein the grinding rollers (31) roll on the grinding bed (41) during operation, wherein the material is separated during the in-bed attrition by means of the grinding rollers (31) in the grinding bed (41) into the first and the second component through shear stress and abrasion of the particles of the components between themselves, wherein the particles of the first component, the particles of the second component and particles of the same component are reciprocally attrited,

- a grinding bed height (s).
8. Method according to one of claims 1 to 7, **characterised in that**
the roller mill (30) is operated during start-up with a higher pressing force (F_W) of the grinding rollers (31) than the pressing force (F_W) selected during operation. 5
9. Method according to one of claims 1 to 8, **characterised in that**
the rotation of the grinding rollers (31) is monitored during operation, and
the pressing force (F_W) of the grinding rollers (31) is increased at least over time if a rotation of the grinding rollers (31) that is too low is ascertained. 10 15
10. Method according to one of claims 1 to 9, **characterised in that**
the roller mill (30) is operated in an over-running and / or air stream mode. 20
11. Method according to one of claims 1 to 10, **characterised in that**
crushed concrete comprising grit, sand and cement stone is fed as material, and grit and sand are separated from each other and from cement stone by means of the in-bed attrition. 25
12. Method according to claim 11, **characterised in that**
a vertical roller mill with a classifier (34) is used, a process air stream is adjusted in such a way that cement stone and at least in part compounds of cement stone and sand from the over-running grinding material are transported by means of the process air stream to the classifier (34), and grit and sand are removed from the grinding process as coarse material, comminuted cement stone is removed from the grinding process as fines at the classifier (34), and cement stone as well as compounds of cement stone and sand are rejected by the classifier (34) and fed back to the grinding pan (32), and
sand is separated from the discharged coarse material by means of screening. 30 35 40 45
13. Vertical roller mill,
with a rotatable grinding pan (32), on which a grinding bed (41) of grinding material (42) is formed during operation,
with at least two stationary, rotatable grinding rollers (31) which roll on the grinding bed (41) during operation,
with a classifier (34) arranged above the grinding rollers (31), and
with a means for defining and maintaining a minimum grinding gap between the grinding pan (32) and grinding rollers (31), 50 55
- wherein a hydraulic system for adjusting the pressing force (F_W) of the grinding rollers (31) during operation is provided, which counteracts the weight force of the grinding rollers in order to facilitate a surface pressure in the range of from 15 kN/m² to 140 kN/m² with respect to the vertically projected area of the average roller diameter.
14. Vertical roller mill according to claim 13, **characterised in that**
a monitoring system (46) is provided on each grinding roller (31) in order to monitor the rotation of the grinding roller (31) during operation.

Revendications

1. Procédé de traitement et de séparation d'un matériau à partir d'un système comprenant plusieurs substances liées,
tandis que le système comprenant plusieurs substances liées est composé d'au moins un premier composant et d'un deuxième composant qui est lié au premier composant, et tandis que les deux composants ne présentent aucune propriété ductile,
tandis que le matériau est introduit en tant que produit entrant (42) dans un broyeur à rouleaux (30) avec un récipient de broyage (32) et des rouleaux broyeurs (31) en vue d'une attrition en lit (42),
tandis que se forme sur le récipient de broyage (32) en fonctionnement un lit de broyage (41) composé d'un matériau traité et à traiter,
tandis que les rouleaux broyeurs (31) en fonctionnement roulent sur le lit de broyage (41),
tandis que, lors de l'attrition en lit, le matériau est séparé, au moyen des rouleaux de broyage (31) dans le lit de broyage (41), par le biais de cisaillement et de frottement des particules des composants entre eux, dans le premier composant et dans le deuxième composant, tandis que les particules du premier composant, les particules du deuxième composant et les particules d'un même composant sont mutuellement attriter,
tandis que pour l'attrition en lit, le broyeur à rouleaux (30) ne fonctionne qu'avec une force de pressage (F_W) des rouleaux de broyage (31), pour atteindre un pressage de surface dans un domaine allant de 15 kN/m² à 140 kN/m², se rapportant à la surface projetée verticalement du diamètre moyen des rouleaux, laquelle est choisie de sorte à ce qu'en raison du pressage de surface, pour l'essentiel aucune concussion du premier et/ou du deuxième composant due à la pression ne se produise directement,
tandis que le broyeur à rouleaux (30) fonctionne de telle sorte que le lit de broyage (41) présente une hauteur minimale qui est plus élevée que le diamètre des particules de l'un des deux composants, et
tandis qu'au moins le premier composant et le

- deuxième composant sont retirés d'un circuit de traitement du broyeur à rouleaux (30) et triés.
2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la force de pressage est sélectionnée de telle sorte que la force de cisaillement générée lors de l'attrition en lit entre les particules se situe dans le domaine allant de 5 kN/m^2 à 70 kN/m^2 et plus particulièrement dans le domaine allant de 7 kN/m^2 à 20 kN/m^2 . 5
3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** la hauteur du lit de broyage (s) est réglée à maximum 8 % du diamètre du récipient de broyage. 10
4. Procédé selon les revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** la hauteur du lit de broyage (s) est réglée à environ 4 % du diamètre du récipient de broyage. 15
5. Procédé selon une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** pour une force de pressage (F_w) nécessaire, la hauteur du lit de broyage (s) est réglée au moyen d'un flux massique entrant ($m_{m,in}$), un nombre de tours du récipient de broyage (n_s), une hauteur (h) d'un rebord d'encombrement du récipient de broyage (31) et/ou d'un courant de circulation interne. 20
6. Procédé selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** en cas d'augmentation de la liaison des substances du système comprenant plusieurs substances, la force de pressage (F_w) est augmentée pour atteindre l'attrition en lit, tandis que, pour maintenir une hauteur de lit de broyage (s), le flux massique entrant ($m_{m,in}$) est augmenté, la hauteur (h) du rebord d'encombrement est augmentée, le courant de circulation interne est augmenté et/ou le nombre de tours du récipient de broyage (n_s) est réduit. 25
7. Procédé selon une des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** pour augmenter le débit, le flux massique entrant ($m_{m,in}$) est augmenté, tandis que, pour maintenir une hauteur de lit de broyage (s), le nombre de tours du récipient de broyage (n_s) est augmenté. 30
8. Procédé selon une des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce que** le broyeur à rouleaux (30), au démarrage, est mis en fonctionnement avec une force de pressage (F_w) des rouleaux de broyage (31) en tant que force de pressage (F_w) sélectionnée dans le cadre du fonctionnement. 35
9. Procédé selon une des revendications 1 à 8, **caractérisé en ce que** la rotation des rouleaux de broyage en fonctionnement est surveillée et que la force de pressage (F_w) des rouleaux de broyage (31) est augmentée tout au moins temporairement, lorsqu'une rotation trop faible des rouleaux de broyage (31) est constatée. 40
10. Procédé selon une des revendications 1 à 9, **caractérisé en ce que** le broyeur à rouleaux (30) est mis en fonctionnement en mode débordement et/ou en mode flux d'air. 45
11. Procédé selon une des revendications 1 à 10, **caractérisé en ce que** sont introduits en tant que matériaux des débris de béton composés de gravier, de sable et de pierre de ciment et le gravier et le sable sont séparés l'un de l'autre et séparés des pierres de ciment par le biais de l'attrition en lit. 50
12. Procédé selon la revendication 11, **caractérisé en ce que** un broyeur à rouleaux vertical avec séparateur (34) est utilisé un flux d'air de traitement est réglé de telle sorte que, à partir du produit broyé qui déborde, la pierre de ciment et, au moins en partie, des liaisons de pierre de ciment et de sable sont transportés grâce au flux d'air de traitement jusqu'au séparateur (34) et que le gravier et le sable sont retirés en tant que produit grossier du processus de broyage, que, au niveau du séparateur (34), la pierre de ciment broyée est retirée, en tant que produit fin, du processus de broyage et que la pierre de ciment ainsi que les liaisons de pierre de ciment et de sable sont rejetées du séparateur (34) et reconduits vers le récipient de broyage (32), et que le sable est séparé du produit grossier retiré au moyen d'un tamis. 55
13. Broyeur à rouleaux vertical avec un récipient de broyage (32) rotatif sur lequel est formé, lors du fonctionnement, un lit de broyage (41) composé de produit de broyage (42), avec au moins deux rouleaux de broyage (31) rotatifs, stationnaires qui, lors du fonctionnement, roulent sur le lit de broyage (41), avec un séparateur (34) installé au-dessus des rouleaux de broyage (31) et avec un dispositif pour définir et conserver une fente de broyage minimale entre le récipient de broyage (32) et les rouleaux de broyage (31) tandis qu'un système hydraulique est prévu pour régler la force de pressage (F_w) des rouleaux de broyage (31) en fonctionnement, lequel contrecarre le poids des rouleaux de broyage, pour permettre une pression de surface dans un domaine allant de 15 kN/m^2 à 140 kN/m^2 se rapportant à la surface projetée verticalement du diamètre moyen des rouleaux. 60

14. Broyeur à rouleaux vertical selon la revendication 13,
caractérisé en ce que
à chaque rouleau de broyage (31), un système de
surveillance (46) est prévu pour surveiller la rotation
des rouleaux de broyage (31) pendant le fonction-
nement. 5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

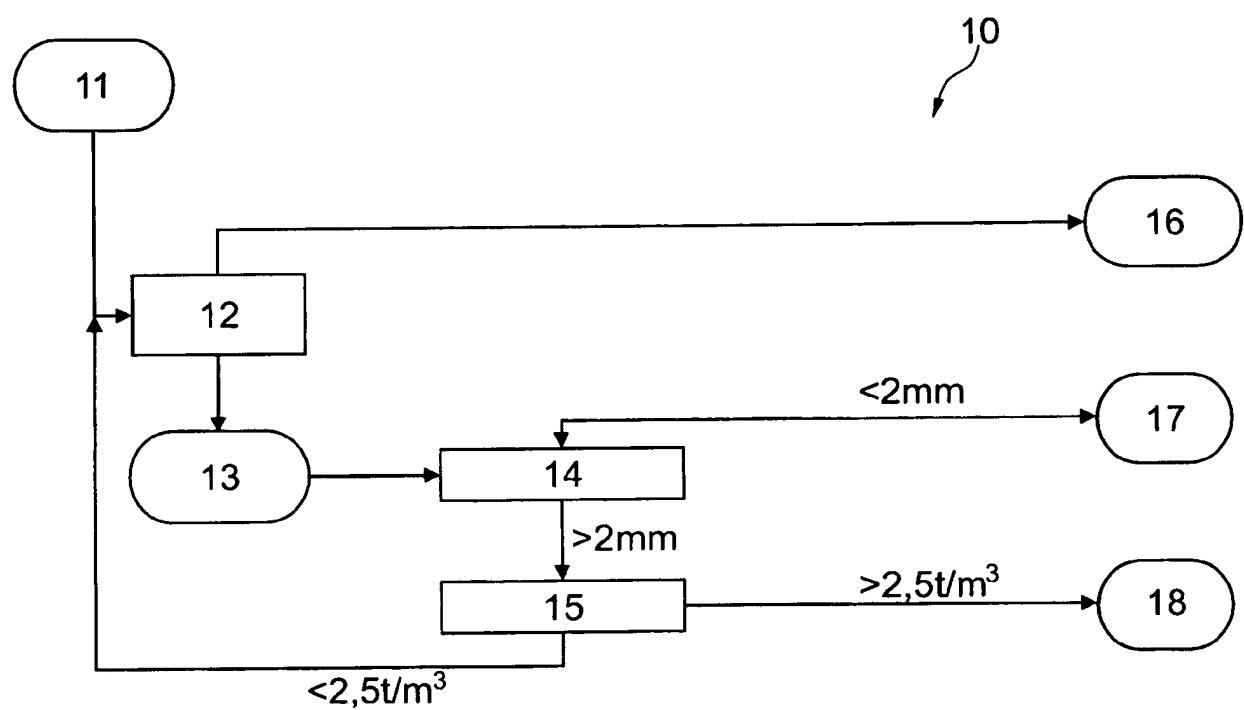


Fig. 1

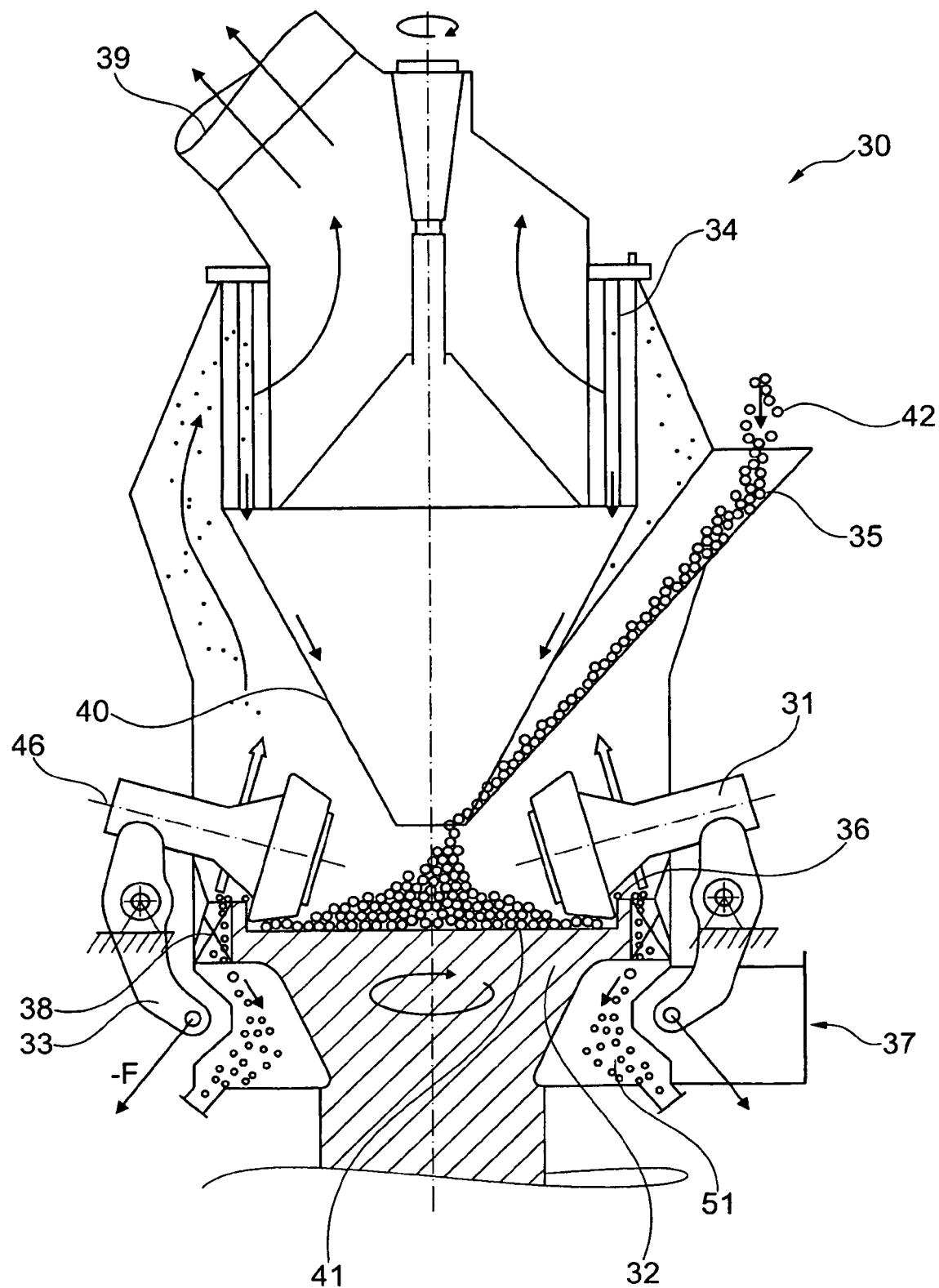


Fig. 2

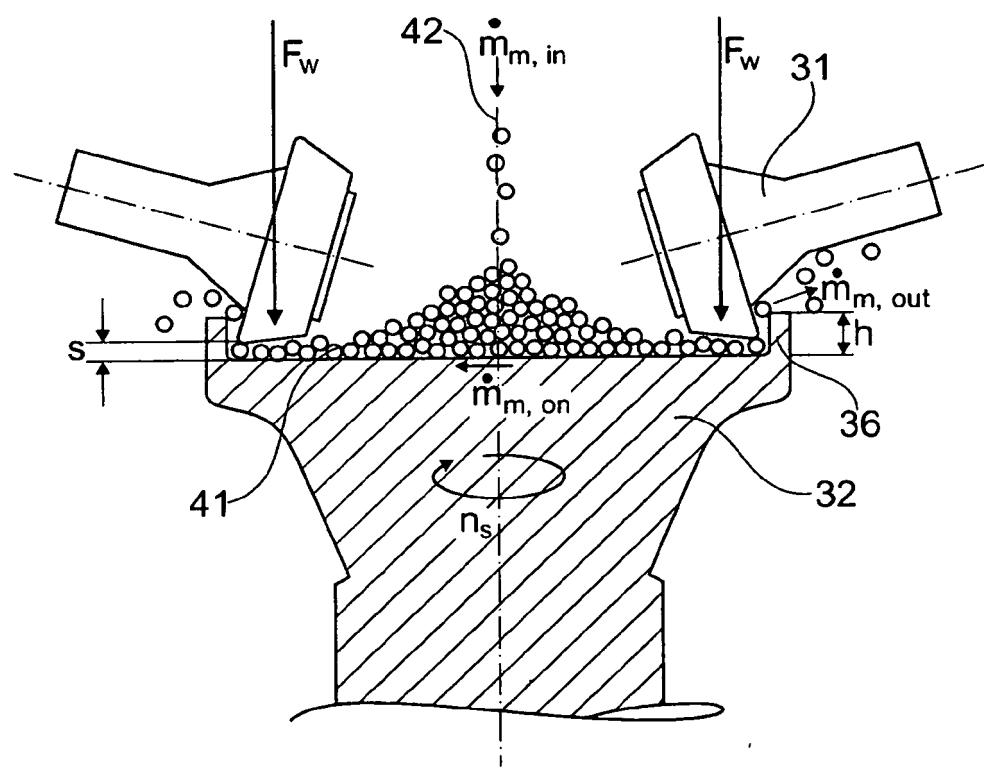


Fig. 3

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

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

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- WO 2011142663 A1 [0004]
- WO 2011107124 A1 [0007]