



(11) **EP 2 764 921 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
30.09.2015 Patentblatt 2015/40

(51) Int Cl.:
B02C 13/14^(2006.01) B02C 23/12^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **14000340.1**

(22) Anmeldetag: **30.01.2014**

(54) **Sichtermühle**

Sifter mill

Broyeur classificateur

(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: **11.02.2013 DE 102013002237**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
13.08.2014 Patentblatt 2014/33

(73) Patentinhaber: **Fischer, Josef**
86399 Bobingen (DE)

(72) Erfinder: **Fischer, Josef**
86399 Bobingen (DE)

(74) Vertreter: **Munk, Ludwig**
Patentanwalt Munk
Prinzregentenstraße 3
86150 Augsburg (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A1- 19 925 078 DE-U1- 9 109 608
US-A1- 2002 092 938

EP 2 764 921 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 Sichter­mühle gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Wirbelstrommühlen sind bekannt, beispielsweise aus dem eigenen Patent EP 0 787 528 B1 und weisen einen zwischen einem Stator und einem Rotor definierten Mahls­palt auf. Wirbelstrommühlen arbeiten nach dem Prinzip der Prallmühle mit einem stehend angeordneten Rotor und einem den Rotor radialseitig umgebenden Stator. Dabei hat der Stator meist eine kegelstumpfförmige Mahlbahn mit einer nach innen gerichteten, in Axialrichtung, also vertikal verlaufenden Riffelung, welche zu­meist in einem Gehäuse der Wirbelstrommühle befestigt ist. Auf der anderen Seite des Mahls­palts innenliegend ist dagegen der mit hoher Drehzahl antreibbare Rotor vorgesehen, welcher entlang der Axialrichtung mit einem oder meist mehreren sogenannten Mahlringen bestückt ist, das sind Trägerelemente für die Mahlwerkzeuge. Die Mahlringe sind wiederum entlang der Umfangsrichtung mit einer Mehrzahl von Mahlwerkzeugen bestückt. Dreht sich der Rotor nun mit hoher Geschwindigkeit in dem Stator, wobei die Drehachse in Vertikalrichtung verläuft, und wird Mahlgut von oben aufgegeben und in einem Spalt zwischen dem Rotor und einem Deckel des Ge­häuses nach außen und von dort in den Mahls­palt zen­trifugiert, so wird dieses Mahlgut zwischen der Riffelung der Mahlbahn und den Mahlwerkzeugen zermahlen, in­dem die einzelnen Teilchen je nach Materialdichte und Korngröße mehr oder weniger oft zwischen Mahlbahn und Mahlwerkzeugen hin und her geschleudert werden und beim Aufprall zerbrochen bzw. zerschlagen werden.

[0003] Weiterhin bekannt sind Strahlmühlen, bei denen Teilchen in einem Gasstrom vermahlen werden, ohne dass hierbei mechanische Werkzeuge wie z. B. schnelllaufende Rotoren eingesetzt werden. Die Zerkleinerung der Partikel erfolgt über die durch das Mahlgas eingebrachte Energie. Im Regelfall ist nach der Mühle ein Zyklonabscheider vorgesehen, um das Mahlgas vom Mahlstaub zu trennen. Bei Strahlmühlen bzw. Fließbett­Gegenstrahlmühlen, einer Unterart von Strahlmühlen wird das zu mahlende Schüttgut an einer Mahlgutaufgabe aufgegeben und gelangt von dort in einen Mahlbe­reich, um den herum Druckluftdüsen angeordnet sind, deren Druckluftstrahlen die aufgegebenen Schüttgut­Teilchen erfassen und in konzentrischer Richtung be­schleunigen, so dass sie gegeneinander prallen und da­bei zermahlen werden.

[0004] Weiterhin bekannt sind sog. Windsichter. Bei­spiele dafür finden sich in der deutschen Patentschrift DE 330 307 8C1 sowie der deutschen Patentanmeldung DE 10 2005 001 542. Windsichter dienen dazu, aus ei­nem heterogenen Gemisch unterschiedlicher Korngröße einen Grobgutanteil von einem Feingutanteil zu trennen. Voraussetzung ist es jedoch, dass es sich bei dem auf­gegebenen Schüttgut schon um ein relativ fein gemah­lenes Gemisch handelt, d.h. um ein u. U. in einem wei­teren Verfahrensschritt vorgemahlenes Gemisch. Wind­

sichter haben ein oder mehrere oberhalb eines Sichter­raums angeordnete Sicherterräder, wobei die Teilchen des zu sichtenden Guts durch einen nach oben gerichteten Luftstrom im Sichter­raum mitgenommen oder, falls das Teilchen zu schwer ist, nicht mitgenommen werden. Von den leichten Teilchen, die das Sicherterrad erreichen, kön­nen nur diejenigen Teilchen das Sicherterrad passieren, die kleiner als die durch das Sicherterrad definierte Korn­obergrenze sind. Die anderen fallen zurück.

[0005] Zur Trennung verschiedener Bestandteile in ei­nem Mahlgut voneinander ist es ferner bekannt, dem Windsichter, welcher eine relativ unscharfe Trenngrenze hat, eine Strahlmühle vorzuschalten. Auch solche Strahl­mühlen-Sichter-Kombinationen werden allgemein als Strahlmühle oder Fließbett-Gegenstrahlmühle bezeich­net. Eine solche Fließbett-Gegenstrahlmühle ist aus der deutschen Patentanmeldung DE 101 164 83 A1 bekannt. Die Verwendung einer solchen Fließbett-Gegenstrahl­mühle zum Trennen verschiedener Bestandteile des Mahlguts ist aus der deutschen Patentanmeldung DE 10 2006 001 937 A1 bekannt. Dabei schließt an den Mahl­bereich der Fließbett-Gegenstrahlmühle ein als Sichter­raum dienender Steigbereich an, wobei oberhalb des Steigbereichs ein Windsichterrad angeordnet ist. Fein zermahlene Teilchen mit einer großen massebezogenen Oberfläche werden über einen an den Windsichter an­schließenden Feingutaustrag im oberen Bereich der Strahlmühle entlassen, wohingegen Teilchen mit einer geringeren Feinheit auf einer ihrem Gewicht bzw. ihrer massebezogenen Oberfläche entsprechenden Höhe des Steigbereichs anfangen, wieder in den Mahlbe­reich abzusinken. Im Mühlensumpf unter dem Mahlbe­reich ist dabei eine als Grobgutaustrag dienende Zellenrad­schleuse angeordnet, an der von Zeit zu Zeit besonders schwere Teilchen einer anderen Materialfraktion, also z. B. schleißende Bestandteile wie Quarz aus einem Ben­tonit-Mahlgut ausge­tragen werden können, ohne immer wieder dem Mahlprozess unterzogen zu werden.

[0006] Weiterhin bekannt sind sogenannte Sichter­mühlen der Firma Alpine, Typ ZPS oder Typ Mikropul ACM, der Firma Altenberger Rotor, von denen hier als gattungsbildender Stand der Technik ausgegangen wird. Diese Sichter­mühlen basieren ebenfalls auf einer Kom­bination aus einem Windsichter und einer dem Windsich­ter strömungsmäßig vorgeschalteten, unterhalb des Sichters angeordneten Mühle. Anstatt einer Strahlmühle kommt hier jedoch eine Art Hammermühle mit einer ro­tierenden Scheibe zum Einsatz, auf der als Hämmer wirkende Finger nach oben abstehen. Das Mahlgut wird an einer oberhalb der Rotorscheibe der Hammermühle an­geordneten Mahlgutaufgabe aufgegeben und fällt dann schwerkraftinduziert auf die mit den Fingern versehene Rotorscheibe der Mühle, wo eine Zerkleinerung, also Zermahlung stattfindet. Oberhalb der rotierenden Schei­be schließt der Steigbereich bzw. Sichter­raum des Sich­ters an, wobei ein Gebläse zusammen mit dem Wind­richter in dem Sichter­raum einen aufwärtsgerichteten Luftstrom erzeugt, der das an der Hammerplatte gemah­

lene Mahlgut nach oben führt und durch den darüber angeordneten Siebter ins Freie gelangt. Teilchen, die leicht genug sind, also gut genug zermahlen sind, gelangen im Luftstrom nach oben. Schwere Teilchen werden zunächst weiter vermahlen und steigen erst dann auf oder fallen wieder auf die Mühle herab, bevor sie den Siebter erreichen. Am Siebterrad selbst erfolgt dann noch eine Trennung der das Siebterrad erreichenden, relativ leichten Teilchen, wobei nur Teilchen durch das Siebterrad hindurch gelangen, welche kleiner als die durch das Siebterrad vorgegebene Kornobergrenze sind.

[0007] In der europäischen Patentanmeldung EP 0 118 782 A2 ist ebenfalls eine solche Siebtermühle mit einer dem Windsichter vorgeschalteten Fingerscheiben-Hammermühle gezeigt. Das an einem Aufgabetrichter aufgegebenen Aufgabegut wird dabei über eine Schnecke von unten her der Fingerscheibenmühle zugeführt und dann per Druckluft nach oben durch die Mühle geblasen. An die Mühle schließt sich oberseitig ein Steigbereich an, der durch ein in den Siebterraum unterhalb des Siebters mündendes Rohr und den Siebterraum gebildet ist, wobei Teilchen, die zu groß oder zu schwer sind, um durch den Siebter zu gelangen, erneut absinken und in einen das Rohr radialseitig umgebenden Bereich gelangen. Dort wird durch einen weiteren Stutzen ein Luftstrom eingeblasen, der nach oben durch ein Sieb strömt und die absinkenden Teilchen erneut anhebt. An einem Wandbereich oberhalb des Siebs ist dabei eine Auslassöffnung in dem Mühlengehäuse vorgesehen, die in einen Rückführkanal mündet, der zu der Eintragschnecke führt, über die die Mühle beschickt wird. Ein Teil des Grobguts wird somit aus dem Siebterraum ausgetragen dann erneut von unten her der Mühle zugeführt. Dabei kann über eine Klappe festgelegt werden, wie viel Grobgut ausgetragen wird.

[0008] Die in der EP 0 118 782 A2 gezeigte Siebtermühle erfüllt somit neben der Vormahlung und der endgültigen Sichtung am Windsichter die Funktion einer Schwerkraft-Vorsichtung im Steigbereich und Rücktragung des dabei ausgesichteten Grobguts zum Mühlenzugang.

[0009] Wie bei den Siebtermühlen der Firma Alpine, Typ ZPS oder Typ Mikropul ACM, der Firma Altenberger Rotor bietet die Fingerscheiben-Hammermühle jedoch eine relativ schwache Mahlwirkung, so dass viele Teilchen des zu zerkleinernden und zu klassierenden Mahlguts in mehreren Iterationen aufsteigen und wieder absinken und erneut gemahlen werden müssen, bevor sie durch das Siebterrad passen. Es kann somit nur eine relativ geringe Menge Mahlgut pro Zeiteinheit verarbeitet werden. Die pro Zeiteinheit an der Mahlgut- bzw. Grobgutaufgabe aufgebare Menge Mahlgut ist somit beschränkt.

[0010] Die mahlbare Menge an Mahlgut wird bei der in der EP 0 118 782 A2 gezeigten Siebtermühle zusätzlich durch den die austragbare Grobgutmenge limitierenden Grobgutauslass beschränkt, der entweder eine in relativ kleinen Intervallen nötige Säuberung der Mühle

von oberhalb des Siebs enthaltenem Grobgut erforderlich macht oder eine so lange Betriebsdauer bzw. einen so langen Nachlauf nach der Aufgabe des Mahlguts, bis das dort angelangte Grobgut durch den Rückführkanal erneut zur Mühle gelangt und zermahlen wird.

[0011] Schließlich wird in der deutschen Gebrauchsmusterschrift DE 91 09 608 U1 eine Siebtermühle mit einer Wirbelstrommühle und einem vertikal darüber angeordneten Siebterrad gezeigt. Eine ähnliche Mühle zeigt die deutsche Gebrauchsmusterschrift DE 90 12 238 U1. Bei der in der DE 91 09 608 U1 gezeigten Siebtermühle wird das Aufgabegut an einem Aufgabestutzen aufgegeben und durch eine Vorsichterstufe hindurch von oben in die Wirbelstrommühle eingefüllt. Dort durchläuft es den konischen Mahlspace der Mühle nach unten und tritt in einen Ringkanal unterhalb der Mühle aus, von wo es über spiralförmige Kanäle im Mühlengehäuse mittels zusätzlicher Luft aus einem Stutzen unter seitlicher Umgehung der Mühle nach oben zum Siebterrad befördert wird. Die spiralförmig ansteigenden Kanäle münden mit ihrem oberen Ende in den Siebterraum, der sich in dem Mühlengehäuse rings um das Siebterrad und unterhalb des Siebterrads bis zum oberseitigen Einlass der Mühle erstreckt.

[0012] Der Siebterraum bildet somit zwar einen Fallbereich, durch den das am Siebterrad abgewiesene Grobgut wieder in die Mühle zurück fällt. Da sich der Eintritt der Spiralkanäle in den Siebterraum am oberen Ende des Siebterraums befindet findet im Siebterraum selbst keine Schwerkraft-Vorsichtung statt. Vielmehr muss dem durch die Schwerkraft bewirkten Absinken von Grobgutteilchen in den aufsteigenden Spiralkanälen durch das Einblasen eines erhöhten Luftstroms und durch häufiges Reinigen begegnet werden, soll der Durchsatz nicht sinken oder gar ein Verstopfen der Spiralkanäle auftreten. Insgesamt ist die Wirtschaftlichkeit der Siebtermühle daher gering.

[0013] Hiervon ausgehend ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Siebtermühle zu schaffen, bei der ein verbesserter Durchsatz erzielt werden kann.

[0014] Siebtermühlen der gattungsgemäßen Art basieren auf der an sich bekannten Kombination einer Wirbelstrommühle mit einem Windsichter. Weiterhin gattungsgemäßen wird dabei durch eine Strömungsumlenkvorrichtung die in der Wirbelstrommühle nach unten gerichtete und meist in horizontale Richtung oder nach unten gerichtet aus der Wirbelstrommühle abgeführte Strömung in einen Steigbereich umgelenkt, und zwar in eine dort benötigte aufsteigende Strömungsrichtung.

[0015] Bei der Wirbelstrommühle wird der Mahlbereich durch einen Mahlspace zwischen einem Rotor und einem Stator der Wirbelstrommühle gebildet, wobei der Rotor bevorzugt mit senkrechter oder nahezu senkrechter Drehachse angeordnet ist. Das an der Mahlgutaufgabe oberhalb der Wirbelstrommühle aufgegebenes Mahlgut wird also zunächst per Schwerkraft und den durch den Rotor der Mühle erzeugten Sog nach unten durch die

Mühle hindurch zum Strömungs- bzw. Mahlgutauslass unterhalb des durch den Mahlpalt definierten Mahlbereichs befördert.

[0016] Die Strömungsumlenkeinrichtung verbindet den Strömungsauslass der Wirbelstrommühle strömungsmäßig mit einem Strömungseintritt des Steigbereichs. Der Strömungseintritt mündet mit vertikalem Abstand zum Sichterrad in den Steigbereich. Der Strömungseintritt des Steigbereichs muss dabei soweit vertikal vom Sichterrad beabstandet sein, dass der Steigbereich seine Funktion als Sichterraum erfüllen kann. Erfindungsgemäß hat die Strömungsumlenkeinrichtung die Funktion, den Steigbereicheinlass bzw. -strömungseintritt mit dem Mühlenauslass strömungsmäßig zu verbinden und die aus dem Strömungsauslass der Wirbelstrommühle austretende Strömung so umzulenken, dass im Steigbereich eine nach oben gerichtete Strömungsrichtung herrscht und zwar bevorzugt vertikal nach oben gerichtet.

[0017] Erfindungsgemäß befindet sich der Steigbereich des Windsichters nicht nur unterhalb des Sichterrads und weist in vertikalem Abstand zum Sichterrad einen mit dem Mühlenauslass verbundenen Strömungseintritt auf, sondern befindet sich auch oberhalb der Wirbelstrommühle, wobei unterseitig an den Steigbereich ein Fallbereich anschließt, welcher in den oberseitig an der Wirbelstrommühle vorgesehenen Einlass mündet, über welchen aus dem Steigbereich absinkende Mahlgutteilchen in den Mahlbereich der Wirbelstrommühle rückführbar sind.

[0018] Durch den Fallbereich treffen die absinkenden Teilchen erneut auf die oberseitige Mühleneinlassseite und gelangen erneut in den Mahlpalt. Dies geschieht so oft, bis eine so weitgehende Zermahlung stattgefunden hat, dass die Teilchen durch das Sichterrad ausgeführt werden können. Das ist in vielen Anwendungsfällen vorteilhaft, in denen eine möglichst vollständige Vermahlung eines Mahlguts gewünscht ist.

[0019] Der Steigbereich bzw. Sichterraum erfüllt dabei seine Funktion als Sichterraum, nämlich dass die vom im Steigbereich aufsteigenden Luftstrom mitgeführten Teilchen, je nach Teilchengröße, zum Sichterrad geführt werden oder erneut absinken. Mit anderen Worten, der Sichterraum, dessen Funktion es ist, dass nur Teilchen, die leicht genug sind, im nach oben gerichteten Luftstrom bis zum Sichterrad oberhalb des Sichterraums mitgenommen werden, kann als Steigbereich dienen, wenn der Strömungseintritt des Steigbereichs soweit vertikal vom Sichterrad beabstandet ist, dass der Steigbereich bzw. Sichterraum seine Funktion als Sichterraum erfüllt.

[0020] Durch den unterseitig an den Steigbereich anschließenden Fallbereich oberhalb des Mühleneinlasses wird dabei eine Beabstandung des Mühleneinlasses vom Sichterraumeinlass erreicht, so dass der auf den Einlass der Mühle wirkende Sog die Sichtung nicht verfälscht und die in den Sichterraum eingeblasenen Teilchen nicht gleich wieder einlassseitig in die Mühle saugt.

[0021] Der Steigbereich des Windsichters kann sich

dabei direkt also vertikal oberhalb der Wirbelstrommühle befinden. Wegen des vorgesehenen Fallbereichs kann der Sichterraum aber auch etwas zur Vertikalen versetzt oberhalb der Mühle angeordnet werden.

[0022] Der Strömungseintritt des Steigbereichs kann dazu bevorzugt von unten her vertikal oder zumindest mit einem aufwärts gerichteten Winkel in den Steigbereich münden und somit einen Teil der Strömungsumlenkeinrichtung bilden. Der Strömungseintritt des Steigbereichs könnte aber auch von der Seite her horizontal oder mit einem aufwärts gerichteten Winkel in den Sichterraum geführt sein, beispielsweise wenn es bauliche Gegebenheiten erfordern. In diesem Fall müssen im Sichterraum bzw. im Steigbereich als Teil der Strömungsumlenkeinrichtung entsprechende Maßnahmen zum Umlenken der Strömung aus der Eintrittsrichtung in die Vertikalrichtung getroffen sein, etwa Leitbleche oder Rohrabschnitte vorgesehen sein oder ein die Strömung nach oben hin bewegendes Zusatzgebläse. Falls das Sichterrad und dessen Antrieb dazu ausgelegt sind, ein entsprechend starken Sog zu erzeugen können auch das Sichterrad und dessen Antrieb alleine oder in Kombination mit anderen Strömungslenkmaßnahmen den sichterrauminternen Anteil der Strömungsumlenkeinrichtung bilden, solange die Strömungsumlenkeinrichtung insgesamt ihre Funktion erfüllt, den unterseitig aus der Mühle austretenden Gasstrom mit den mitgeführten Mahlgutpartikeln in eine vorzugsweise horizontal aufsteigende Strömung im Sichterraum zu überführen.

[0023] Der Steigbereich kann dabei als vertikal ausgegerichteter Schacht mit kreisrundem oder viereckigem Querschnitt ausgebildet sein. Der Fallbereich kann beispielsweise die Form eines sich vom Strömungsquerschnitt des Steigbereichs nach unten hin zum Mühleneinlass passend verjüngenden Kanals haben.

[0024] Die Strömungsumlenkeinrichtung könnte theoretisch vollständig in das Gehäuse der Wirbelstrommühle integriert sein, insbesondere wenn der Steigbereich des Windsichters direkt oberhalb der Wirbelstrommühle angeordnet ist, was in vielen Fällen ja auch schon aus baulichen Gründen, aber auch zur Erzielung weiter unten näher erläuterten Vorteile bevorzugt ist.

[0025] Vorteilhaft wird die Strömungsumlenkeinrichtung jedoch eine mühlenexterne und sichterraumexterne Verbindung zwischen Mühlenauslass und Sichterraumeinlass umfassen, wobei in dieser Verbindung zumindest ein gewisser Teil der Strömungsumlenkung bewirkt werden kann. Die Strömungsumlenkeinrichtung kann sowohl einen solchen externen Anteil, als auch weitere Maßnahmen im Sichterraum und/oder im Mühlengehäuse umfassen.

[0026] Weil man vorhandene Wirbelstrommühlen und Windsichter möglichst ohne große konstruktive Änderungen verwenden will ist die Strömungsumlenkeinrichtung bevorzugt als zumindest ein mit Krümmungsradien verlaufendes Mahlgutleitungsrohr zwischen dem Mühlenauslass und dem Sichterraumeinlass ausgebildet oder umfasst zumindest ein solches.

[0027] Weist die Mühle beispielsweise eine in Horizontalrichtung weisende Auslassöffnung auf, und ist der Windsichter und sein Steigbereich vertikal über der Wirbelstrommühle angeordnet, so kann das Mahlgutleitungsrohr in einem 180°-Bogen oder mit zwei 90°-Kurvenabschnitten bis kurz unterhalb des Sichterraumeintritts geführt sein und dort über einen weiteren 90°-Kurvenabschnitt aus der Horizontalen in den in Vertikalrichtung weisenden Sichterraumeintritt.

[0028] Besonders vorteilhaft ist das Mahlgutleitungsrohr zwischen dem Mühlenauslass und dem Sichterraumeinlass bzw. die mühlenexterne und sichterraumexterne Verbindung zwischen Mühlenauslass und Sichterraumeinlass dabei abnehmbar und kann somit auf einfache Weise gereinigt werden. Denn in vielen anderen Anwendungsfällen ist auch nur eine Mahlung oder nur eine Sichtung des Aufgabeguts gewünscht. Nimmt man die Verbindung zwischen dem Mühlenauslass und dem Sichterraumeinlass weg kann die erfindungsgemäße Sichtertermühle auch zum bloßen Mahlen oder zum bloßen Sichten verwendet werden, indem man das Mahlgut am freigelegten Mühlenauslass abgreift bzw. das Sichtgut am freigelegten Sichterraum- bzw. Steigbereichseinlass aufgibt.

[0029] Für diese Betriebsweise ist es darüberhinaus besonders vorteilhaft, wenn zumindest die Wirbelstrommühle, bevorzugt auch das zumindest eine Sichterrad unabhängig voneinander antreibbar sind.

[0030] Als Wirbelstrommühle könnte beispielsweise die in der vorstehend angesprochenen EP 0 787 528 B1 offenbarte Wirbelstrommühle zum Einsatz kommen. Die EP 0 787 528 B1 wird deshalb bezüglich des Aufbaus der Wirbelstrommühle hier vollumfänglich miteinbezogen. Insbesondere kann die Wirbelstrommühle einen breitenverstellbaren konischer Mahlpalt aufweisen, also eine kegelstumpfförmige Mahlbahn und einen höhenverstellbar angeordneten Rotor, der mit seinen Mahlwerkzeugen eine kegelstumpfförmige Bahn abstreift, welche die Innenseite des Mahlpalts bildet. Dabei trägt der Rotor auf sogenannten Mahlringen den Mahlpalt radial innenseitig definierende Mahlwerkzeuge. Bezüglich der Gestaltung dieser Mahlwerkzeuge wird die deutsche Patentanmeldung DE 10 2009 053 150 A1 hier vollumfänglich miteinbezogen.

[0031] Mit der erfindungsgemäßen Sichtertermühle werden dabei deutlich höhere Durchsätze erzielt als mit den bekannten, auf Basis von Fingerplatten aufgebauten Sichtertermühlen, oder gar mit Strahlmühlen-Sichter-Kombinationen. Dabei kann man die Wirbelstrommühle als eine Art Pumpe nutzen, um die zermahlene Teilchen von der Mühle in den Sichterraum zu fördern. Denn die Mühle erzeugt einen auf ihren Einlass wirkenden Sog (Saugseite) und stößt die Teilchen/Gasgemischströmung an ihrem Auslass mit einem bestimmten Druck wieder aus (Druckseite), welcher zumindest anteilig als Förderdruck verwendet werden kann. Von Vorteil ist dabei, dass ein separates Gebläse in vielen Fällen nicht notwendig ist.

[0032] Es existieren ferner viele weitere Anwendungsfälle, in denen eine selektive Mahlung gewünscht ist, also ein Austrag der aus dem Sichterraum absinkenden Teilchen separat von den am Sichterrad ausgetragenen Feingut. Dafür ist vorteilhaft eine Grobgutaustragsvorrichtung unterhalb des Steigbereichs vorgesehen, über welche aus dem Steigbereich absinkende Mahlgutteilchen aus der Sichtertermühle austragbar sind. Bevorzugt gegenüber in Intervallen arbeitenden Austragvorrichtungen wie z.B. Zellenradschleusen sind dabei kontinuierlich arbeitende Austragvorrichtungen, wie z.B. eine vorteilhaft horizontal oder mit überwiegender Richtungskomponente in Horizontalrichtung durch den Steig- oder bevorzugt Fallbereich geführte Grobgutaustragsschnecke. Der Fallbereich kann dann als sich von oben her zur Grobgutaustragsschnecke hin verjüngendes Trichterelement ausgebildet sein.

[0033] Bevorzugt ist die Grobgutaustragsvorrichtung jedoch oberhalb der Wirbelstrommühle angeordnet, d.h. dem Einlass der Wirbelstrommühle und dem unterseitigen Austritt für die schweren Teilchen am Steigbereich strömungsmäßig zwischengeordnet im Fallbereich. Ist die Grobgutaustragsvorrichtung dort entnehmbar montiert, so kann durch die Entnahme oder das Anbringen der Grobgutaustragsvorrichtung am vorgesehenen Platz die Sichtertermühle wahlweise in der Betriebsart "vollständiges Vermahlen" oder "selektive Mahlung" betrieben werden.

[0034] Noch vorteilhafter in diesem Sinne ist es jedoch, wenn eine Fallgutlenkvorrichtung vorgesehen ist, welche die aus dem Steigbereich absinkenden Teilchen wahlweise der Grobgutaustragsvorrichtung zuführt oder in die Mühle rückführt. Es wäre auch denkbar, die Fallgutlenkvorrichtung so auszubilden, dass ein bestimmter, einstellbarer Anteil der absinkenden Teilchen in die Grobgutaustragsvorrichtung geführt und der Rest in die Mühle rückgeführt wird.

[0035] Die Fallgutlenkvorrichtung kann beispielsweise als in seiner Neigung verstellbares Leitblech ausgebildet sein, welches die Grobgutaustragsschnecke entweder verdeckt oder mit seiner Unterkante über die Grobgutaustragsschnecke geführt werden kann, so dass absinkende Teilchen am Leitblech nach unten in die Grobgutaustragsschnecke rutschen können. Vorzugsweise ist ein sich von oben her zu einer längerstrecken Trichterauslassöffnung verjüngendes Trichterelement als Fallgutlenkvorrichtung vorgesehen, welches zu beiden Seiten längs der Trichterauslassöffnung jeweils eine Trichterwand aufweist, wobei zumindest eine der beiden Trichterwände beweglich ist, so dass die Trichterauslassöffnung entweder in die Grobgutaustragsschnecke oder daneben in den Fallbereich, also letztlich zum Mühlen-einlass geführt werden können.

[0036] Die Vorteile der Erfindung treten besonders deutlich im Bereich der kryogenen Mahlung zu Tage. Viele Mahlgüter erfordern eine Kühlung der Wirbelstrommühle während des Mahlvorgangs, um das Mahlgut durch Kühlung soweit zu verspröden, dass es überhaupt mahl-

bar ist. So wird z.B. zur Altreifenaufbereitung der Gummianteil der Reifen zwecks Aufbereitung als Füllstoff auf Wirbelstrommühlen zermahlen, welche durch Flüssiggas, aus Kostengründen meist flüssigem Stickstoff kryogen gekühlt werden, um den Gummi zu verspröden. Auch bei der Mahlung von Kunststoffen kommt häufig eine kryogene Kühlung zum Einsatz. Der aufgegebene Gummi selbst kann auch schon vorgekühlt aufgegeben werden. Während des Mahlvorgangs kommt es jedoch zu einer starken Wärmeentwicklung und damit dazu, dass der am Mühlenauslass ausströmende Mahlstrom und die darin mitgeführten Teilchen stark erwärmt sind. Entsprechend kann ein Rücktrag der im Steigbereich absinkenden, warmen Teilchen zum Versagen der Mühle oder zumindest zu einer schlechten Mahlqualität führen, weil dadurch ein Temperaturanstieg in der Mühle einhergeht.

[0037] Führt man die absinkenden Teilchen über den vorteilhaft vorgesehenen Grobgutaustrag vollständig oder zumindest teilweise aus, kann dieser Temperaturanstieg in der Mühle ganz oder zumindest insoweit vermieden werden, dass der Temperaturanstieg unkritisch für den Mahlprozess ist. Um auch die ausgeführten Grobgutteilchen zu vermahlen ist weiter vorteilhaft eine vorzugsweise kryogene Kühleinrichtung zur Nachbehandlung des am Grobgutaustrag ausgetragenen Grobguts vorgesehen, sowie eine Rückführvorrichtung zur Rückführung des am Grobgutaustrag ausgetragenen und in der Nachbehandlungseinrichtung nachbehandelten Grobguts in den Mahlbereich der Wirbelstrommühle. Alternativ dazu kann auch eine Leitung vorgesehen sein, durch die das ausgeschleuste Grobgut dem Aufgabegut zugeführt wird, und zwar vor einer Kühleinrichtung, welche das Aufgabegut mit dem zugegebenen Grobgut auf Aufgabetemperatur herunter kühlt.

[0038] Für bestimmte andere Anwendungsfälle wäre jedoch auch eine andere Nachbehandlungseinrichtung anstatt oder ergänzend zu der Kühleinrichtung denkbar.

[0039] Weist die kryogen kühlbare Sichter mühle ferner auch noch die vorstehend erläuterte Fallgutlenkvorrichtung auf, sind mehrere Betriebsweisen möglich: Einerseits eine selektive Mahlung mit zwei getrennt ausgetragenen Fraktionen, dem am Sicherterrad ausgetragenen Feingut und dem am Grobgutaustrag ausgetragenen Grobgut. Andererseits eine kryogene Kaltmahlung, bei der das am Grobgutaustrag ausgetragene Grobgut bzw. der am Grobgutaustrag ausgetragene Grobgutanteil in kaltem und damit sprödem Zustand erneut der Mühle zugeführt und vermahlen wird. Ferner eine Mahlung, bei der durch entsprechende Stellung der Fallgutlenkvorrichtung der Grobgutaustrag, also beispielsweise die Grobgutaustragsschnecke abgedeckt wird, so dass die absinkenden Grobgutteilchen direkt wieder zurück in den Mahlbereich der Wirbelstrommühle fallen.

[0040] Vorteilhaft ist ferner eine Steuereinrichtung zum Steuern der Stellung der Fallgutlenkvorrichtung vorgesehen, oder in Weiterbildung davon eine Regeleinrichtung zum Regeln der Stellung der Fallgutlenkvorrichtung

im Ansprechen auf z.B. die in oder an der Wirbelstrommühle abgegriffene Temperatur.

[0041] Weiterhin vorteilhaft haben die Wirbelstrommühle und das Sicherterrad getrennte Antriebe und sind unabhängig voneinander steuer- oder regelbar.

[0042] Nachfolgend wird anhand schematischer Zeichnungen eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine Schnittansicht längs einer vertikalen Ebene durch eine Sichter mühle gemäß einer Ausführungsform der Erfindung; und

Fig. 2 eine dazu um 90° versetzte Seitenansicht der in Fig. 1 gezeigten Sichter mühle.

[0043] Mit 1 ist dabei eine Mahlgutaufgabe bezeichnet, mit 2 eine Wirbelstrommühle, mit 3 ein Steigbereich eines Windsichters, mit 4 ein Sicherterrad des Windsichters, mit 5 ein den Auslass der Wirbelstrommühle 2 mit dem Steigbereich 3 verbindendes Mahlgutleitungsrohr, mit 6 eine Grobgutaustragsschnecke, mit 7 ein den Steigbereich 3 mit einem Einlass der Wirbelstrommühle 2 verbindende Fallbereich, und mit 8 und 9 die Seitenwände eines Trichters, von denen die Seitenwand 8 beweglich ist und welche zusammen eine Fallgutlenkvorrichtung 8, 9 bilden.

[0044] Das Produkt wird zunächst an der Mahlgutaufgabe 1 dosiert gravimetrisch aufgegeben. Von dort gelangt das Material oberseitig in die Wirbelstrommühle 2 und wird von einem rotierendem konischen Rotor der Wirbelstrommühle 2 erfasst und vertikal nach unten durch einen zwischen dem Rotor und einem Stator ausgebildeten, kegelstumpfförmigen Mahlpalt gefördert, gemahlen und dann im Luftstrom ausgetragen. Der Rotor kann höhenverstellbar angeordnet sein, so dass der Mahlpalt verstellbar ist.

[0045] Anschließend wird das Material in der Mahlgutleitung 5 vom Mühlenauslass in den oberhalb des Mahlteils und unterhalb des Sicherterrads 4 angeordneten Steigbereich 3 bzw. Sichterraum 3 eingeblasen. Der Mahlgut-Luftstrom wird nun entgegengesetzt der anfänglichen Strömungsrichtung in der Wirbelstrommühle 2 in Richtung des Sicherterrads 4 vertikal nach oben gefördert. Das Sicherterrad 4 kann horizontal oder vertikal eingebaut sein, sinnvoll ist es mit horizontaler Drehachse. An dem sich drehenden Sicherterrad 4 wird das Feingut vom Grobgut getrennt und am daran angebauten Fertigtut- bzw. Feingutaustrag in einem Abscheider z.B. Zykon oder Filter oder ähnliches abgeschieden. Die Trenngrenze Feingut/Grobgut kann stufenlos über die Sichter drehzahl eingestellt werden.

[0046] Das Grobgut wird vom Sicherterrad 4 abgewiesen und fällt nun in gegengesetzte Richtung nach unten durch den Steigbereich 3. Je nach Stellung der Umlenkplatte 8 fällt das abgewiesene Grobgut wieder auf den Mahlrotor der Wirbelstrommühle 2 oder in die integrierte Grobgutaustragsschnecke 6 und kann von dort aus der Sichter mühle ausgetragen werden.

[0047] Diese Platte 8 kann je nach Bedarf fest installiert sein oder beweglich ausgeführt werden. Je nach gewünschtem Feinheitsbereich kann der Mahlpalt durch einfache Veränderung der vertikalen Lage des Rotors gegenüber dem Stator eingestellt werden, indem der Rotor mittels Abstandselementen gehoben oder gesenkt wird. Die Wirbelstrommühle 2 und das Sicherterrad 4 haben getrennte Antriebe und sind unabhängig voneinander steuer- oder regelbar.

[0048] Der besondere Vorteil dieser Ausführungsform ist die Möglichkeit, je nach Bedarf das Grobgut direkt aufzumahlen oder auch auszuschleusen. Die Ausschleusung kann erforderlich sein wenn z.B. Gummi kaltgemahlen wird.

[0049] Da das gemahlene Gummigranulat einen wesentlich höheren Temperatur aufweist als für die Mahlung erforderlich kann man das Grobgut ausschleusen und wieder separat dem zu kühlenden Aufgabegut aufgegeben werden oder direkt heruntergekühlt werden, um dann wieder in den Mahlkreis zurückgeführt zu werden.

[0050] In ersterem Fall kann das ausgetragene Grobgut beispielsweise mittels externer Siebmaschinen oder über andere externe Maschinen klassiert und dann mittels Förderorganen wieder in das Aufgabesilo transportiert werden, wo es mit dem Aufgabegut vermischt und dann wieder an der Mahlgutaufgabe 1 aufgegeben wird.

[0051] Die Fertigtgutfeinheit kann stufenlos eingestellt werden, außerdem entfallen externe Ausrüstungsgegenstände. Bei Absiebung mit der damit verbundenen Möglichkeit der Siebverstopfung kann dagegen jeweils nur eine feste Maschenweite gewählt werden.

[0052] Bei anderen Anwendungen kann eine sogenannte selektive Mahlung durchgeführt werden. Z.B. beinhalten viele Mineralien ungewünschte Beimengungen wie schleißende, schwer aufmahlbare Bestandteile, wie beispielsweise Quarzsplinter. Diese würden den internen Mahlkreislauf negativ beeinflussen, bzw. einen erhöhten Verschleiß oder eine verringerte Mahlleistung verursachen, wenn sie in den Mahlkreislauf rückgeführt werden würden. Durch Einstellung der Umlenkplatte 8 auf die Grobgutaustragsschnecke 6 können diese unerwünschten Bestandteile ausgeschleust und damit dem Mahlkreislauf entnommen werden, ohne rückgeführt zu werden.

[0053] Soll dagegen ein Gut gemahlen werden, welches nicht gekühlt werden muss, kann die Umlenkplatte 8 auf Überdeckung der Grobgutaustragsschnecke 6 gestellt werden, so dass die am Sicherterrad 4 abgewiesenen Grobgutteilchen direkt in den Mahlbereich der Wirbelstrommühle 2 rückgeführt werden.

[0054] Auch Zwischenstellungen der Umlenkplatte 8 wären denkbar, so dass von den Grobgutteilchen so viel wie für die Mahlprozess möglich direkt rückgeführt werden und so viel wie für die Mahlprozess nötig ausgetragen und erst nach externer Kühlung wieder dem Mühleneinlass zugeführt werden.

[0055] Selbstverständlich sind Abweichungen von der gezeigten Variante möglich, ohne den Grundgedanken

der Erfindung zu verlassen.

[0056] So wäre es beispielsweise denkbar, den Windsichter oberhalb neben der Wirbelstrommühle anzuordnen und die Grobgutaustragsschnecke durch eine Kühleinrichtung zu führen und an der Mahlgutaufgabe enden zu lassen.

Patentansprüche

1. Sichertermühle, mit einer Mahlgutaufgabe (1), einer Wirbelstrommühle (2), und einem Windsichter (3, 4), welcher zumindest ein oberhalb eines Steigbereichs (3) angeordnetes Sicherterrad (4) aufweist, wobei die Mahlgutaufgabe (1) oberhalb der Wirbelstrommühle (2) angeordnet ist, so dass aufgegebenes Mahlgut in einen Mahlbereich der Mühle (2) fällt, und wobei der Steigbereich (3) der Wirbelstrommühle (2) strömungsmäßig nachgeordnet ist, so dass ein im Steigbereich (3) nach oben gerichteter Luftstrom Teilchen von der Wirbelstrommühle (2) in Richtung zum Sicherterrad (4) hin mitführt, und wobei der Steigbereich (3) mit vertikalem Abstand zum Sicherterrad (4) einen Strömungseintritt aufweist, und wobei der Strömungseintritt über eine Strömungsumlenkeinrichtung (5) mit einem Strömungsauslass der Wirbelstrommühle (2) unterhalb des Mahlbereichs der Wirbelstrommühle (2) verbunden ist, welche Strömungsumlenkeinrichtung (5) die aus dem Strömungsauslass der Wirbelstrommühle (2) austretende Strömung in den Strömungseintritt des Steigbereichs (3) umlenkt, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Steigbereich (3) oberhalb der Wirbelstrommühle (2) angeordnet ist und unterseitig an den Steigbereich (3) ein Fallbereich (7) anschließt, welcher in einen oberseitig an der Wirbelstrommühle (2) vorgesehenen Mühleneinlass mündet, über welchen aus dem Steigbereich absinkende Mahlgutteilchen in den Mahlbereich der Wirbelstrommühle (2) rückführbar sind.
2. Sichertermühle nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Strömungsumlenkeinrichtung (5) die aus dem Strömungsauslass der Wirbelstrommühle (2) austretende Strömung mit vertikal nach oben gerichteter Strömungsrichtung in den Strömungseintritt des Steigbereichs (3) umlenkt.
3. Sichertermühle nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Steigbereich (3) vertikal oberhalb der Wirbelstrommühle (2) angeordnet ist.
4. Sichertermühle nach Anspruch 1, 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Strömungsumlenkein-

richtung (5) eine mühlenexterne und sichterraumexterne Verbindung von Mühlenauslass und dem den Strömungseintritt des Steigbereich (3) bildenden Sichterraumeinlass umfasst.

5. Sichtermühle nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Strömungsumlenkeinrichtung (5) zumindest ein mit Krümmungsradien verlaufendes Mahlgutleitungsrohr (5) zwischen dem Mühlenauslass und einem den Strömungseintritt des Steigbereichs (3) bildenden Sichterraumeinlass umfasst.
6. Sichtermühle nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die mühlenexterne und sichterraumexterne Verbindung des Mühlenauslasses und des Sichterraumeinlasses abnehmbar und zumindest die Wirbelstrommühle (2), bevorzugt auch das zumindest eine Sichterrad (4) unabhängig voneinander antreibbar sind.
7. Sichtermühle nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Steigbereich (3) als vertikal ausgerichteter Schacht mit kreisrundem oder viereckigem Querschnitt ausgebildet ist, wobei der Fallbereich (7) die Form eines sich vom Strömungsquerschnitt des Steigbereichs (3) nach unten hin zum Mühleneinlass passend verjüngenden Kanals hat.
8. Sichtermühle nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Wirbelstrommühle (2) einen auf ihren Mühleneinlass (Saugseite) wirkenden Sog erzeugt und die Teilchen/Gasgemischströmung an ihrem Mühlenauslass mit einem solchen Druck (Druckseite) wieder ausstößt, dass der Druck zumindest anteilig einen Förderdruck bildet, so dass dort kein separates Gebläse vorgesehen ist.
9. Sichtermühle nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Grobgutaustragsvorrichtung (6), insbesondere eine Grobgutaustragsschnecke (6) unterhalb des Steigbereichs (3) und bevorzugt oberhalb der Wirbelstrommühle (2) angeordnet ist.
10. Sichtermühle nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Grobgutaustragsvorrichtung (6) im Fallbereich (7) angeordnet ist.
11. Sichtermühle nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Fallgutlenkvorrichtung (8, 9) vorgesehen ist, mit der die aus dem Steigbereich absinkenden Mahlgutteilchen ganz oder jeweils zu einem vorgebbaren Anteil wahlweise in die Wirbelstrommühle (2) rückführbar und/oder der Grobgutaustragsvorrichtung (6) zum Austrag aus der Sichtermühle

termühle zuführbar sind.

12. Sichtermühle nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Grobgutaustragsvorrichtung entnehmbar montiert ist.
13. Sichtermühle nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Einrichtung zum vorzugsweise kryogenen Kühlen zumindest der Wirbelstrommühle (2) vorgesehen ist.
14. Sichtermühle nach einem der vorhergehenden Ansprüche 9 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Nachbehandlungseinrichtung, insbesondere eine vorzugsweise kryogene Kühleinrichtung zur Nachbehandlung des am Grobgutaustrag (6) ausgetragenen Grobguts vorgesehen ist.
15. Sichtermühle nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Rückführvorrichtung zur Rückführung des am Grobgutaustrag (6) ausgetragenen und in der Nachbehandlungseinrichtung nachbehandelten Grobguts in den Mahlbereich der Wirbelstrommühle (2) vorgesehen ist.

Claims

1. A sifter mill comprising a mill material feed (1), a whirlwind mill (2) and an air classifier (3, 4) comprising at least one classifier wheel (4) located above an ascending area (3), with the mill material feed (1) being located above the whirlwind mill (2) in order that mill material fed falls into a grinding zone of the mill (2), and with the ascending area (3) of the whirlwind mill (2) being located downstream with respect to flows so that an air flow directed upwards in the ascending area (3) carries along particles from the whirlwind mill (2) towards the classifier wheel (4), and with the ascending area (3) with vertical distance to the classifier wheel (4) comprising a flow entrance, and with the flow entrance via a flow deflecting means (5) being connected with a flow outlet of the whirlwind mill (2) below the grinding zone of the whirlwind mill (2), which flow deflecting means (5) deflects the flow leaving the flow outlet of the whirlwind mill (2) into the flow entrance of the ascending area (3), **characterised in that** the ascending area (3) is located above the whirlwind mill (2) and from below a falling zone (7) connects to the ascending area (3) opening out into a mill inlet provided on the upper side of the whirlwind mill (2), via which mill inlet mill material particles falling down from the ascending area (3) can be returned into the grinding zone of the whirlwind mill (2).

2. The sifter mill according to claim 1, **characterised in that** the flow deflecting means (5) deflects the flow leaving the flow outlet of the whirlwind mill (2) with flow direction directed vertically upwards into the flow entrance of the ascending area (3).
3. The sifter mill according to claim 1 or 2, **characterised in that** the ascending area (3) is located vertically above the whirlwind mill (2).
4. The sifter mill according to claim 1, 2 or 3, **characterised in that** the flow deflecting means (5) comprises a connection external to the mill and external to the classifier zone from the mill outlet and the classifier zone inlet forming the flow entrance of the ascending area (3).
5. The sifter mill according to any one of the preceding claims, **characterised in that** the flow deflecting means (5) comprises at least a mill material conduit (5) with bending radii extending between the mill outlet and a classifier zone inlet forming the flow entrance of the ascending area (3).
6. The sifter mill according to claim 3 or 4, **characterised in that** the connection external to the mill and external to the classifier zone of the mill outlet and the classifier zone inlet is removable, and at least the whirlwind mill (2), preferably also the at least one classifier wheel (4), are driveable independent of each other.
7. The sifter mill according to any one of the preceding claims, **characterised in that** the ascending area (3) is formed as a vertically aligned shaft with circular or square cross-section, with the falling zone (7) having the shape of a duct suitably tapering from the flow area of the ascending area (3) towards the mill inlet on the bottom.
8. The sifter mill according to any one of the preceding claims, **characterised in that** the whirlwind mill (2) creates a suction acting on its mill inlet (suction side), and ejects the particles / gas mixture flow on its mill outlet again with such a pressure (pressure side) that the pressure at least pro rata forms a delivery pressure so that no separate fan is provided there.
9. The sifter mill according to any one of the preceding claims, **characterised in that** a coarse material discharge means (6), in particular a coarse material screw conveyor (6) is located below the ascending area (3), and preferably above the whirlwind mill (2).
10. The sifter mill according to claim 9, **characterised in that** the coarse material discharge means (6) is located in the falling zone (7).
11. The sifter mill according to claim 10, **characterised in that** a falling material guidance device (8, 9) is provided by means of which the mill material particles falling down from the ascending area wholly or with a portion to be predetermined in each case optionally can be returned into the whirlwind mill (2) and/or fed to the coarse material discharge means (6) for discharge from the sifter mill.
12. The sifter mill according to claim 10, **characterised in that** the coarse material discharge means is mounted in a removable manner.
13. The sifter mill according to any one of the preceding claims, **characterised in that** a device for preferably cryogenic cooling of at least the whirlwind mill (2) is provided.
14. The sifter mill according to any one of the preceding claims 9 to 13, **characterised in that** a post-treatment device, in particular a preferably cryogenic cooling device, for post-treatment of the coarse material discharged at the coarse material discharge (6) is provided.
15. The sifter mill according to claim 14, **characterised in that** a return device for return of the coarse material, discharged at the coarse material discharge (6) and retreated in the post-treatment device, into the grinding zone of the whirlwind mill (2) is provided.

Revendications

1. Broyeur classificateur comprenant une alimentation de matière à broyer (1), un broyeur à tourbillonnement (2) et un séparateur à air (3, 4) qui présente au moins une roue de séparateur (4) disposée au-dessus d'une zone ascendante (3), dans lequel ladite alimentation de matière à broyer (1) est disposée au-dessus du broyeur à tourbillonnement (2) de sorte que de la matière à broyer amenée tombe dans une zone de broyage du broyeur (2), et dans lequel ladite zone ascendante (3) du broyeur à tourbillonnement (2) est montée en aval en termes d'écoulement de sorte qu'un courant d'air dirigé vers le haut dans la zone ascendante (3) entraîne des particules depuis le broyeur à tourbillonnement (2) vers ladite roue de séparateur (4), et dans lequel ladite zone ascendante (3) présente, à distance verticale de la roue de séparateur (4), une entrée de courant, et dans lequel ladite entrée de courant est reliée, via un dispositif de déviation de courant (5), à une sortie de courant du broyeur à tourbillonnement (2) au-dessous de la zone de broyage du broyeur à tourbillonnement (2),

ledit dispositif de déviation de courant (5) déviant le courant sortant de ladite sortie de courant du broyeur à tourbillonnement (2), dans ladite entrée de courant de la zone ascendante (3),

caractérisé par le fait que

la zone ascendante (3) est disposée au-dessus du broyeur à tourbillonnement (2) et qu'une zone descendante (7) suit ladite zone ascendante (3) sur la face inférieure, qui débouche dans une entrée de broyeur laquelle est prévue face supérieure sur le broyeur à tourbillonnement (2) et par laquelle des particules de matière à broyer descendant de la zone ascendante peuvent être recyclées dans la zone de broyage du broyeur à tourbillonnement (2).

2. Broyeur classificateur selon la revendication 1, **caractérisé par le fait que** ledit dispositif de déviation de courant (5) dévie le courant sortant de ladite sortie de courant du broyeur à tourbillonnement (2), avec une direction d'écoulement dirigée verticalement vers le haut, dans ladite entrée de courant de la zone ascendante (3).
3. Broyeur classificateur selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé par le fait que** ladite zone ascendante (3) est disposée verticalement au-dessus du broyeur à tourbillonnement (2).
4. Broyeur classificateur selon la revendication 1, 2 ou 3, **caractérisé par le fait que** ledit dispositif de déviation de courant (5) comprend une liaison externe au broyeur et externe à l'espace classificateur de la sortie de broyeur et de l'entrée d'espace classificateur formant l'entrée de courant de la zone ascendante (3).
5. Broyeur classificateur selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé par le fait que** ledit dispositif de déviation de courant (5) comprend au moins un conduit de matière à broyer (5) s'étendant à rayons de courbure, entre ladite sortie de broyeur et une entrée d'espace classificateur formant l'entrée de courant de la zone ascendante (3).
6. Broyeur classificateur selon la revendication 3 ou 4, **caractérisé par le fait que** la liaison externe au broyeur et externe à l'espace classificateur de ladite sortie de broyeur et de ladite entrée d'espace classificateur est détachable et qu'au moins le broyeur à tourbillonnement (2), de préférence également ladite au moins une roue de séparateur (4) peuvent être entraînés indépendamment l'un de l'autre.
7. Broyeur classificateur selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé par le fait que** ladite zone ascendante (3) est réalisée en tant que puits orienté verticalement et ayant une section transversale ronde ou carrée, dans lequel la zone

descendante (7) présente la forme d'un canal se rétrécissant de manière ajustée à partir de la section de passage de la zone ascendante (3) vers le bas en direction de ladite entrée de broyeur.

8. Broyeur classificateur selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé par le fait que** le broyeur à tourbillonnement (2) génère une aspiration agissant sur son entrée de broyeur (côté aspiration) et expulse les particules/courant de mélange gazeux sur sa sortie de broyeur à une pression (côté refoulement) telle que la pression, au moins proportionnellement, forme une pression de refoulement de sorte qu'aucun ventilateur séparé n'y est prévu.
9. Broyeur classificateur selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé par le fait qu'un** dispositif de décharge de particules grosses (6), en particulier une vis sans fin de décharge de particules grosses (6), est disposé(e) au-dessous de la zone ascendante (3) et de préférence au-dessus du broyeur à tourbillonnement (2).
10. Broyeur classificateur selon la revendication 9, **caractérisé par le fait que** ledit dispositif de décharge de particules grosses (6) est disposé dans la zone descendante (7).
11. Broyeur classificateur selon la revendication 10, **caractérisé par le fait qu'un** dispositif de guidage de matière tombée (8, 9) est prévu par le biais duquel les particules de matière à broyer descendant de ladite zone ascendante peuvent être, complètement ou respectivement en une proportion prédéterminable, au choix recyclées dans le broyeur à tourbillonnement (2) et/ou amenées au dispositif de décharge de particules grosses (6) pour les décharger du broyeur classificateur.
12. Broyeur classificateur selon la revendication 10, **caractérisé par le fait que** ledit dispositif de décharge de particules grosses est monté de manière à pouvoir être retiré.
13. Broyeur classificateur selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé par le fait qu'un** dispositif de refroidissement de préférence cryogénique au moins du broyeur à tourbillonnement (2) est prévu.
14. Broyeur classificateur selon l'une quelconque des revendications précédentes 9 à 13, **caractérisé par le fait qu'un** dispositif de traitement ultérieur, en particulier un dispositif de refroidissement de préférence cryogénique pour le traitement ultérieur des particules grosses déchargées sur la sortie de décharge de particules grosses (6) est prévu.

15. Broyeur classificateur selon la revendication 14, **caractérisé par le fait qu'**un dispositif de recyclage est prévu pour faire recycler, dans la zone de broyage du broyeur à tourbillonnement (2), les particules grosses déchargées sur la sortie de décharge de particules grosses (6) et traitées ultérieurement dans ledit dispositif de traitement ultérieur.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

Fig. 1

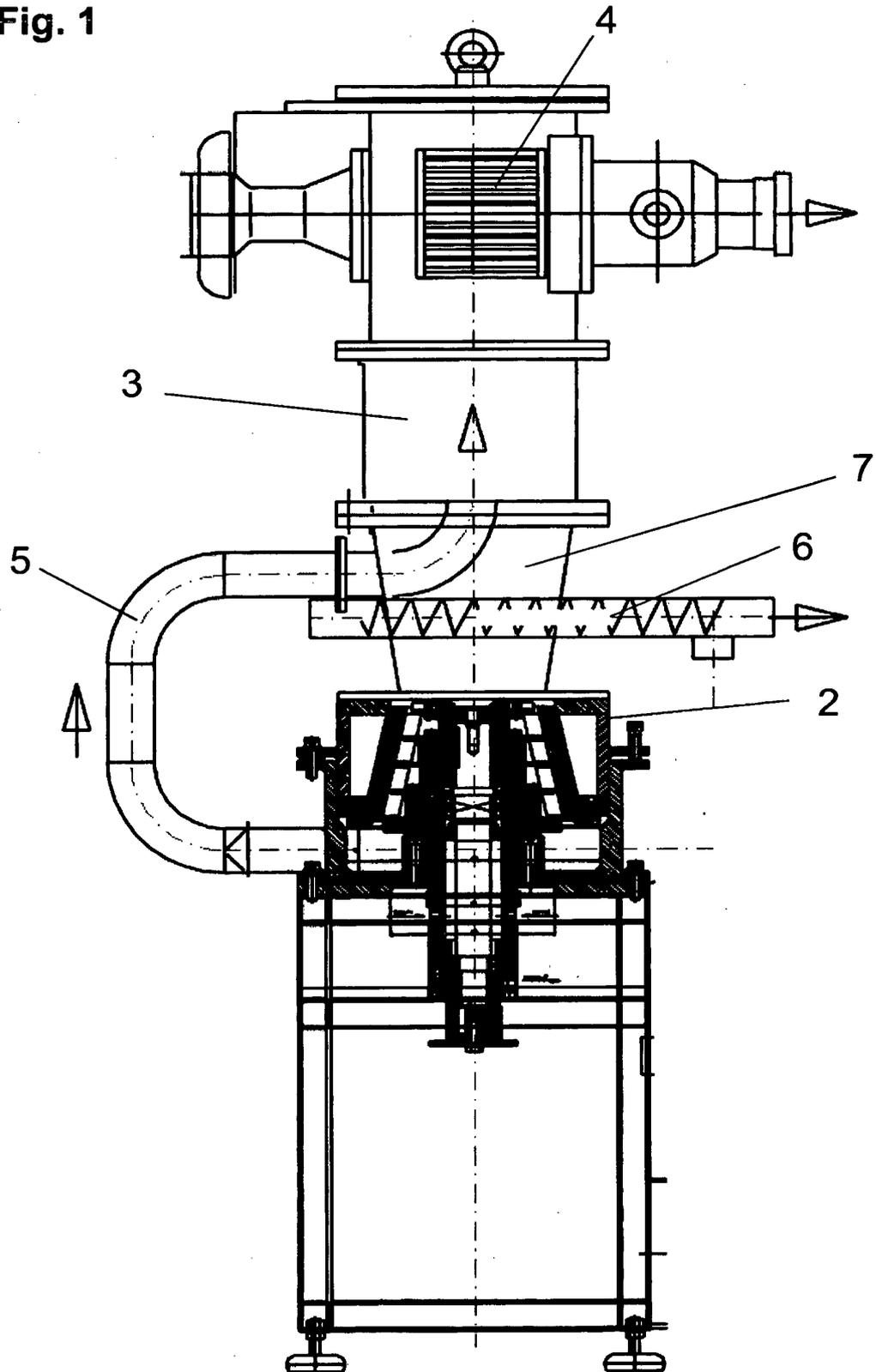
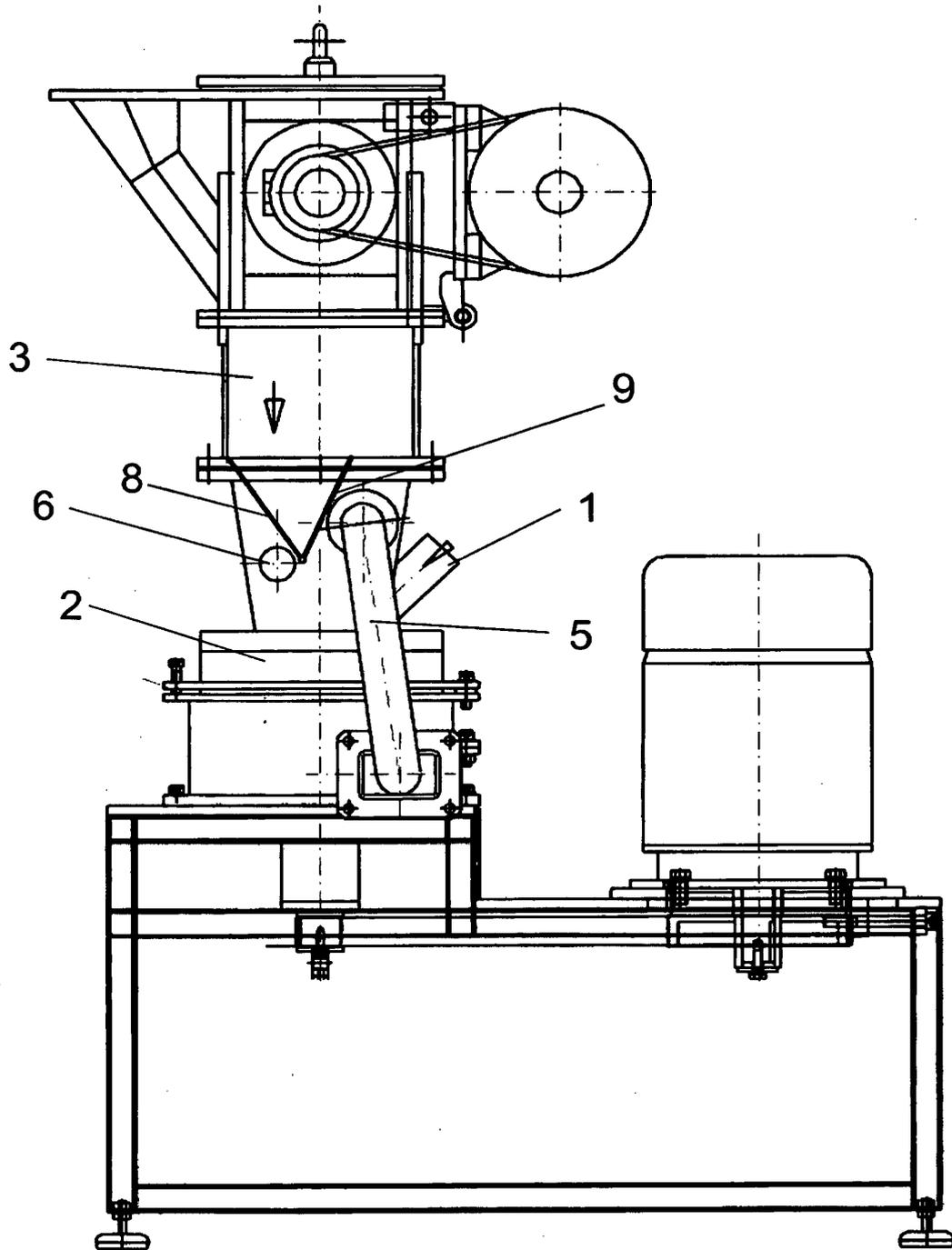


Fig. 2



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

- EP 0787528 B1 [0002] [0030]
- DE 3303078 C1 [0004]
- DE 102005001542 [0004]
- DE 10116483 A1 [0005]
- DE 102006001937 A1 [0005]
- EP 0118782 A2 [0007] [0008] [0010]
- DE 9109608 U1 [0011]
- DE 9012238 U1 [0011]
- DE 102009053150 A1 [0030]