



(10) **DE 10 2013 002 237 B3** 2014.05.22

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2013 002 237.1**
(22) Anmeldetag: **11.02.2013**
(43) Offenlegungstag: –
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **22.05.2014**

(51) Int Cl.: **B02C 13/14 (2006.01)**
B02C 19/06 (2006.01)

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:
MICROTEC GmbH, 86399, Bobingen, DE

(74) Vertreter:
Patentanwälte Munk, 86150, Augsburg, DE

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

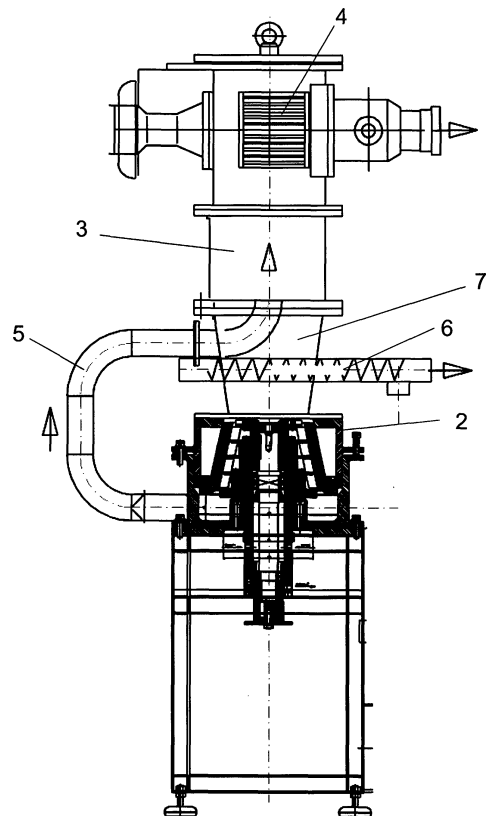
(56) Ermittelte Stand der Technik:

DE	33 03 078	C1
DE	101 16 483	A1
DE	10 2005 001 542	A1
DE	10 2006 001 937	A1
DE	10 2009 053 150	A1
DE	90 12 238	U1
DE	91 09 608	U1
EP	0 787 528	B1
EP	0 118 782	A2

(54) Bezeichnung: **Sichtermühle**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Sichtermühle, mit einer Mahlgutaufgabe (1), einer Wirbelstrommühle (2), und einem Windsichter (3, 4), welcher zumindest ein oberhalb eines Steigbereichs (3) angeordnetes Sichterad (4) aufweist. Dabei ist die Mahlgutaufgabe (1) oberhalb der Wirbelstrommühle (2) angeordnet, so dass aufgegebenes Mahlgut in einen Mahlbereich der Wirbelstrommühle (2) fällt. Der Steigbereich (3) ist der Wirbelstrommühle (2) strömungsmäßig nachgeordnet, so dass ein im Steigbereich (3) nach oben gerichteter Luftstrom Teilchen von der Wirbelstrommühle (2) in Richtung zum Sichterad (4) hin mitführt und wobei der Steigbereich (3) mit vertikalem Abstand zum Sichterad (4) einen Strömungseintritt aufweist, wobei der Strömungseintritt über eine Strömungsumlenkeinrichtung (5) mit einem Strömungsauslass der Wirbelstrommühle (2) unterhalb des Mahlbereichs der Wirbelstrommühle (2) verbunden ist, welche die aus dem Strömungsauslass der Wirbelstrommühle (2) austretende Strömung in den Strömungseintritt des Steigbereichs (3) umlenkt.

Die Erfindung zeichnet sich dadurch aus, dass eine Grobgutaustragsvorrichtung (6) unterhalb des Steigbereichs (3) angeordnet ist, über welche aus dem Steigbereich (3) absinkende Teilchen aus der Sichtermühle austragbar sind.



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 Mahlpalt 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 Mahlpalts 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 Mahlpalt 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. Fließbett-Gegenstrahlmühlen, 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 33 03 078 C1 sowie der deutschen Patentanmeldung DE 10 2005 001 542 A1. Windsichter dienen dazu, aus einem heterogenen Gemisch unterschiedli-

cher Korngröße einen Grob­gutanteil von einem Fein­gutanteil zu trennen. Voraussetzung ist es jedoch, dass es sich bei dem aufgegebenen Schüttgut schon um ein relativ fein gemahltes Gemisch handelt, d. h. um ein u. U. in einem weiteren Verfahrensschritt vorgemahltes Gemisch. Windsichter haben ein oder mehrere oberhalb eines Sichterraums angeordnete Sichterräder, 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 Sichterrad erreichen, können nur diejenigen Teilchen das Sichterrad passieren, die kleiner als die durch das Sichterrad 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 massenbezogenen 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 Windsichter in dem Sichterraum einen aufwärtsgerichteten Luftstrom erzeugt, der das an der Hammerplatte gemahlene Mahlgut nach oben führt und durch den darüber angeordneten Sieb 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 Sieb erreichen. Am Sieb selbst erfolgt dann noch eine Trennung der das Sieb erreichenden, relativ leichten Teilchen, wobei nur Teilchen durch das Sieb hindurch gelangen, welche kleiner als die durch das Sieb vorgegebene Kornobergrenze sind.

[0007] In der europäischen Patentanmeldung EP 0 118 782 A2 ist ebenfalls eine solche Sichtertermühle 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 Sichterraum unterhalb des Sichters mündendes Rohr und den Sichterraum gebildet ist, wobei Teilchen, die zu groß oder zu schwer sind, um durch den Sieb zu gelangen, erneut absinken und in einen das Rohr radialeitig 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 Sichterraum ausgetragen und 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 Sichtertermühle 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 Mühleneingang.

[0009] Wie bei den Sichtertermühlen 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 Sieb passieren. 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 Sichtertermühle 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 Sichtertermühle mit einer Wirbelstrommühle und einem vertikal darüber angeordneten Sieb gezeigt. Eine ähnliche Mühle zeigt die deutsche Gebrauchsmusterschrift DE 90 12 238 U1. Bei der in der DE 91 09 608 U1 gezeigten Sichtertermühle wird das Aufgabegut an einem Aufgabestutzen aufgegeben und durch eine Vorsichterstufe hindurch von oben in die Wirbelstrommühle eingefüllt. Dort durchläuft es den konischen Mahlschalt 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 Sieb befördert wird. Die spiralförmig ansteigenden Kanäle münden mit ihrem oberen Ende in den Sichterraum, der sich in dem Mühlengehäuse rings um das Sieb und unterhalb des Siebs bis zum oberseitigen Einlass der Mühle erstreckt.

[0012] Der Sichterraum bildet somit zwar einen Fallbereich, durch den das am Sieb abgewiesene Grobgut wieder in die Mühle zurück fällt. Da sich der Eintritt der Spiralkanäle in den Sichterraum am oberen Ende des Sichterraums befindet findet im Sichterraum 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 Sichtertermühle daher gering.

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

[0014] Diese Aufgabe wird durch eine Sichter­mühle mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

[0015] Sichter­mühlen der gattungsgemäßen Art basieren auf der an sich bekannten Kombination einer Wirbel­strom­mühle mit einem Windsichter. Weiterhin wird dabei durch eine Strömungs­umlenkungs­vorrichtung, die die in der Wirbel­strom­mühle nach unten gerichtete und meist in horizontale Richtung oder nach unten gerichtet aus der Wirbel­strom­mühle abgeführte Strömung in den Steigbereich bzw. Sichterraum umlenkt, und zwar in eine dort benötigte aufsteigende Strömungsrichtung.

[0016] Bei der Wirbel­strom­mühle wird der Mahl­bereich durch einen Mahlpalt 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 aufgegebene 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.

[0017] Die Strömungs­umlenkungs­einrichtung 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. Dabei hat die Strömungs­umlenkungs­einrichtung die Funktion, den Steig­bereichseinlass 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.

[0018] Erfindungsgemäß ist dabei eine Grobgut­aus­trags­vorrichtung unterhalb des Steigbereichs vorgesehen, über welche aus dem Steigbereich absinkende Mahlgutteilchen aus der Sichter­mühle austragbar sind. Bevorzugt gegenüber in Intervallen arbeitenden Austrag­vorrichtungen wie z. B. Zellen­radschleusen sind dabei kontinuierlich arbeitende Austrag­vorrichtungen.

[0019] Damit lassen sich Anwendungsfälle, in denen eine selektive Mahlung gewünscht ist, also ein Aus­trag der aus dem Sichterraum absinkenden Teilchen separat von den am Sichterrad ausgetragenen Fein­gut, bewältigen.

[0020] Der Strömungs­eintritt des Steigbereichs kann dazu bevorzugt von unten her vertikal oder zumin-

dest mit einem aufwärts gerichteten Winkel in den Steigbereich münden und somit einen Teil der Strömungs­umlenkungs­einrichtung 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 als Teil der Strömungs­umlenkungs­einrichtung 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, einen entsprechend starken Sog zu erzeugen können auch das Sichterrad und dessen Antrieb alleine oder in Kombination mit anderen Strömungs­lenk­maßnahmen den sichterrauminternen Anteil der Strömungs­umlenkungs­einrichtung bilden, solange die Strömungs­umlenkungs­einrichtung insgesamt ihre Funktion erfüllt, den unterseitig aus der Mühle austretenden Gasstrom mit den mitgeführten Mahlgutpartikeln in eine vorzugsweise vertikal aufsteigende Strömung im Sichterraum zu überführen.

[0021] Der Steigbereich kann dabei als vertikal ausgerichteter Schacht mit kreisrundem oder viereckigem Querschnitt ausgebildet sein. Ist der Steigbereich direkt neben der Wirbel­strom­mühle angeordnet kann der Strömungs­auslass der Wirbel­strom­mühle direkt in den Strömungs­eintritt des Steigbereichs münden. Als Strömungs­umlenkungs­einrichtung können dann lediglich die vorstehend beispielhaft genannten sichterrauminternen Maßnahmen vorgesehen sein. Die Strömungs­umlenkungs­einrichtung könnte theoretisch jedoch auch vollständig in das Gehäuse der Wirbel­strom­mühle integriert sein, insbesondere wenn der Steigbereich des Windsichters direkt oberhalb der Wirbel­strom­mühle angeordnet ist, was in vielen Fällen schon aus baulichen Gründen, aber auch zur Erzielung weiter unten näher erläuterten Vorteile bevorzugt ist. In aller Regel wird die Strömungs­umlenkungs­einrichtung 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 Strömungs­umlenkungs­einrichtung kann sowohl einen solchen externen Anteil, als auch weitere Maßnahmen im Sichterraum und/oder im Mühlen­gehäuse umfassen.

[0022] Weil man vorhandene Wirbel­strom­mühlen und Windsichter möglichst ohne große konstruktive Änderungen verwenden will ist die Strömungs­umlenkungs­einrichtung bevorzugt als zumindest ein mit Krümmungsradien verlaufendes Mahlgutleitungsrohr zwischen dem Mühlen­auslass und dem Sichterraumeinlass ausgebildet oder umfasst zumindest ein solches. Weist die Mühle beispielsweise eine in Horizontal-

richtung 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.

[0023] 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 konischen 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.

[0024] 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 zermahlenden 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. Ein separates Gebläse ist in vielen Fällen nicht notwendig.

[0025] Für viele andere Anwendungsfälle, in denen eine möglichst vollständige Vermahlung eines Mahlguts gewünscht ist, ist es vorteilhaft, wenn sich der Steigbereich des Windsichters oberhalb der Wirbelstrommühle befindet, vorzugsweise direkt über der Wirbelstrommühle. Denn im Sichterraum werden die vom Luftstrom mitgeführten Teilchen, je nach Teilchengröße, zum Sichter geführt oder sinken erneut ab. Wenn sich der Steigbereich des Windsichters direkt, also vertikal oberhalb der Wirbelstrommühle befindet und nach unten hin zur Mühle offen ist bzw. eine Öffnung aufweist, 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 Sichterad ausgeführt werden können.

[0026] Bevorzugt schließt unterseitig an den Steigbereich ein Fallbereich an, welcher in den oberseitig an der Wirbelstrommühle vorgesehenen Einlass mündet, über welchen aus dem Steigbereich absinkende Mahlgutteilchen in den Mahlbereich der Wirbelstrommühle rückführbar sind. Dadurch kann zum einen der Sichterraum auch etwas zur Vertikalen versetzt oberhalb der Mühle angeordnet werden, zum anderen kann auch bei einer bevorzugten Anordnung des Steigbereichs vertikal über der Mühle eine Beabstandung des Mühleneinlasses vom Sichterraumeinlass erreicht werden, 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. Der Fallbereich kann beispielsweise die Form eines sich vom Strömungsquerschnitt des Steigbereichs nach unten hin zum Mühleneinlass passend verzweigenden Kanals haben.

[0027] Die Grobgutaustragsvorrichtung kann vorteilhaft eine horizontal oder mit überwiegender Richtungskomponente in Horizontalrichtung durch den Steig- oder bevorzugt Fallbereich geführte Grobgutaustragsschnecke aufweisen. Der Fallbereich kann dann als sich von oben her zur Grobgutaustragsschnecke hin verzweigendes Trichterelement ausgebildet sein.

[0028] 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.

[0029] 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.

[0030] 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 längserstreckten 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 Mühleneinlass geführt werden kann.

[0031] 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 mahlbar ist. So wird z. B. zur Altreifenaufbereitung der Gummianteile 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.

[0032] Führt man die absinkenden Teilchen über die erfindungsgemäße Grobgutaustragsvorrichtung 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 über die Grobgutaustragsvorrichtung ausgetragenen Grobguts vorgesehen, sowie eine Rückführvorrichtung zur Rückführung des über die Grobgutaustragsvorrichtung 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 Aufgabebetemperatur herunter kühlt.

[0033] Für bestimmte andere Anwendungsfälle wäre jedoch auch eine andere Nachbehandlungseinrichtung anstatt oder ergänzend zu der Kühleinrichtung denkbar.

[0034] 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 Sichter-rad ausgetragenen Feingut und über die Grobgutaustragsvorrichtung ausgetragenen Grobgut. Andererseits eine kryogene Kaltmahlung, bei der das über die Grobgutaustragsvorrichtung ausgetragene Grobgut bzw. der über die Grobgutaustragsvorrichtung 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 die Grobgutaustragsvorrichtung, also beispielsweise die Grobgutaustragsschnecke abgedeckt wird, so dass die absinkenden Grobgutteilchen direkt wieder zurück in den Mahlbereich der Wirbelstrommühle fallen.

[0035] 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.

[0036] Weiterhin vorteilhaft haben die Wirbelstrommühle und das Sicherterrad getrennte Antriebe und sind unabhängig voneinander steuer- oder regelbar.

[0037] Nachfolgend wird anhand schematischer Zeichnungen eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung näher erläutert. Es zeigen:

[0038] Fig. 1 eine Schnittansicht längs einer vertikalen Ebene durch eine Sichter-mühle gemäß einer Ausführungsform der Erfindung; und

[0039] Fig. 2 eine dazu um 90° versetzte Seitenansicht der in Fig. 1 gezeigten Sichter-mühle.

[0040] 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 (Strömungsumlenkeinrichtung), mit **6** eine als Grobgutaustragsschnecke ausgebildete Grobgutaustragsvorrichtung, 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.

[0041] 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.

[0042] Anschließend wird das Material in der Mahlgutleitung **5** vom Mühlenauslass in den oberhalb des Mahlteils und unterhalb des Sichterrads **4** angeordneten Steigbereich **3** bzw. Sichterraum **3** eingeblassen. Der Mahlgut-Luftstrom wird nun entgegengesetzt der anfänglichen Strömungsrichtung in der Wirbelstrommühle **2** in Richtung des Sichterrads **4** vertikal nach oben gefördert. Das Sichterrad **4** kann horizontal oder vertikal eingebaut sein, sinnvoll ist es mit horizontaler Drehachse. An dem sich drehenden Sichterrad **4** wird das Feingut vom Grobgut getrennt und am daran angebauten Fertiggut- bzw. Feingutaustrag in einem Abscheider z. B. Zykon oder Filter oder ähnliches abgeschieden. Die Trenngrenze Feingut/Grobgut kann stufenlos über die Sichterzahl eingestellt werden.

[0043] Das Grobgut wird vom Sichterrad **4** abgewiesen und fällt nun in gegengesetzte Richtung nach unten durch den Steigbereich **3**. Je nach Stellung der Umlenplatte **8** fällt das abgewiesene Grobgut wieder auf den Mahlrotor der Wirbelstrommühle **2** oder in die integrierte Grobgutaustragsschnecke **6** und kann von dort aus der Sichtermühle ausgetragen werden.

[0044] 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 Sichterrad **4** haben getrennte Antriebe und sind unabhängig voneinander steuer- oder regelbar.

[0045] 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.

[0046] Da das gemahlene Gummigranulat eine wesentlich höhere Temperatur aufweist als für die Mahlung erforderlich, kann das Grobgut ausgeschleust und wieder separat dem zu kühlenden Aufgabegut aufgegeben werden oder direkt heruntergekühlt werden, um dann wieder in den Mahlkreis zurückgeführt zu werden.

[0047] In ersterem Fall kann das ausgetragene Grobgut beispielsweise mittels externer Siebmaschinen oder über andere externe Maschinen klassiert und dann mittels Förderorganen wieder in das Aufga-

besilo transportiert werden, wo es mit dem Aufgabegut vermengt wird um dann wieder an der Mahlgutaufgabe **1** aufgegeben zu werden.

[0048] Die Fertiggutfeinheit 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.

[0049] 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 Umlenplatte **8** auf die Grobgutaustragsschnecke **6** können diese unerwünschten Bestandteile ausgeschleust und damit dem Mahlkreislauf entnommen werden, ohne rückgeführt zu werden.

[0050] Soll dagegen ein Gut gemahlen werden, welches nicht gekühlt werden muss, kann die Umlenplatte **8** auf Überdeckung der Grobgutaustragsschnecke **6** gestellt werden, so dass die am Sichterrad **4** abgewiesenen Grobgutteilchen direkt in den Mahlbereich der Wirbelstrommühle **2** rückgeführt werden.

[0051] Auch Zwischenstellungen der Umlenplatte **8** wären denkbar, so dass von den Grobgutteilchen so viel wie für den Mahlprozess möglich direkt rückgeführt werden und so viel wie für den Mahlprozess nötig ausgetragen und erst nach externer Kühlung wieder dem Mühleneinlass zugeführt werden.

[0052] Selbstverständlich sind Abweichungen von der gezeigten Variante möglich, ohne den Grundgedanken der Erfindung zu verlassen.

[0053] 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. Sichtermühle, mit einer Mahlgutaufgabe (**1**), einer Wirbelstrommühle (**2**), und einem Windsichter (**3**, **4**), welcher zumindest ein oberhalb eines Steigbereichs (**3**) angeordnetes Sichterrad (**4**) aufweist, wobei die Mahlgutaufgabe (**1**) oberhalb der Wirbelstrommühle (**2**) angeordnet ist, so dass aufgegebenes Mahlgut in einen Mahlbereich der Wirbelstrommühle (**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 Sichterrad (4) hin mitführt, und wobei

der Steigbereich (3) mit vertikalem Abstand zum Sichterrad (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

eine Grobgutaustragsvorrichtung (6) unterhalb des Steigbereichs (3) angeordnet ist, über welche aus dem Steigbereich (3) absinkende Teilchen aus der Sichtermühle austragbar sind.

2. Sichtermühle nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Steigbereich (3) als Sichterraum (3) dient, dessen Funktion es ist, dass im nach oben gerichteten Luftstrom mitgeführte Teilchen, je nach Teilchengröße, zum Sichterrad (4) oberhalb des Sichterraums (3) geführt werden oder absinken, wobei der Strömungseintritt des Steigbereichs (3) soweit vertikal vom Sichterrad (4) beabstandet ist, dass der Steigbereich (3) seine Funktion als Sichterraum (3) erfüllt.

3. Sichtermühle nach Anspruch 2, **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 und insbesondere eine mühlenexterne und sichterraumexterne Verbindung von Mühlenauslass und einem den Strömungseintritt des Steigbereichs (3) bildenden Sichterraumeinlass umfasst.

4. Sichtermühle nach Anspruch 1, 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Steigbereich (3) oberhalb der Wirbelstrommühle (2), bevorzugt vertikal oberhalb der Wirbelstrommühle (2) angeordnet ist, wobei unterseitig an den Steigbereich (3) ein Fallbereich (7) anschließt, welcher in einen oberseitig an der Wirbelstrommühle (2) vorgesehenen Mühleninlass mündet, über welchen aus dem Steigbereich absinkende Mahlgutteilchen in den Mahlbereich der Wirbelstrommühle (2) rückführbar sind.

5. Sichtermühle nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Grobgutaustragsvorrichtung (6) oberhalb der Wirbelstrommühle (2) angeordnet ist, wobei die Grobgutaustragsvorrichtung (6) insbesondere eine unterhalb

des Steigbereichs (3) angeordnete Grobgutaustrags-schnecke (6) ist.

6. Sichtermühle nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Grobgutaustragsvorrichtung (6) im Fallbereich (7) angeordnet ist.

7. Sichtermühle nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Fallgutlenkvorrichtung (8, 9) vorgesehen ist, mit der die aus dem Steigbereich (3) 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 zuführbar sind.

8. Sichtermühle nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Einrichtung zum vorzugsweise kryogenen Kühlen zumindest der Wirbelstrommühle (2) vorgesehen ist.

9. Sichtermühle nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Nachbehandlungseinrichtung, insbesondere eine vorzugsweise kryogene Kühleinrichtung zur Nachbehandlung des über die Grobgutaustragsvorrichtung (6) ausgetragenen Grobguts vorgesehen ist.

10. Sichtermühle nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Rückführvorrichtung zur Rückführung des über die Grobgutaustragsvorrichtung (6) ausgetragenen und in der Nachbehandlungseinrichtung nachbehandelten Grobguts in den Mahlbereich der Wirbelstrommühle (2) vorgesehen ist.

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Fig. 1

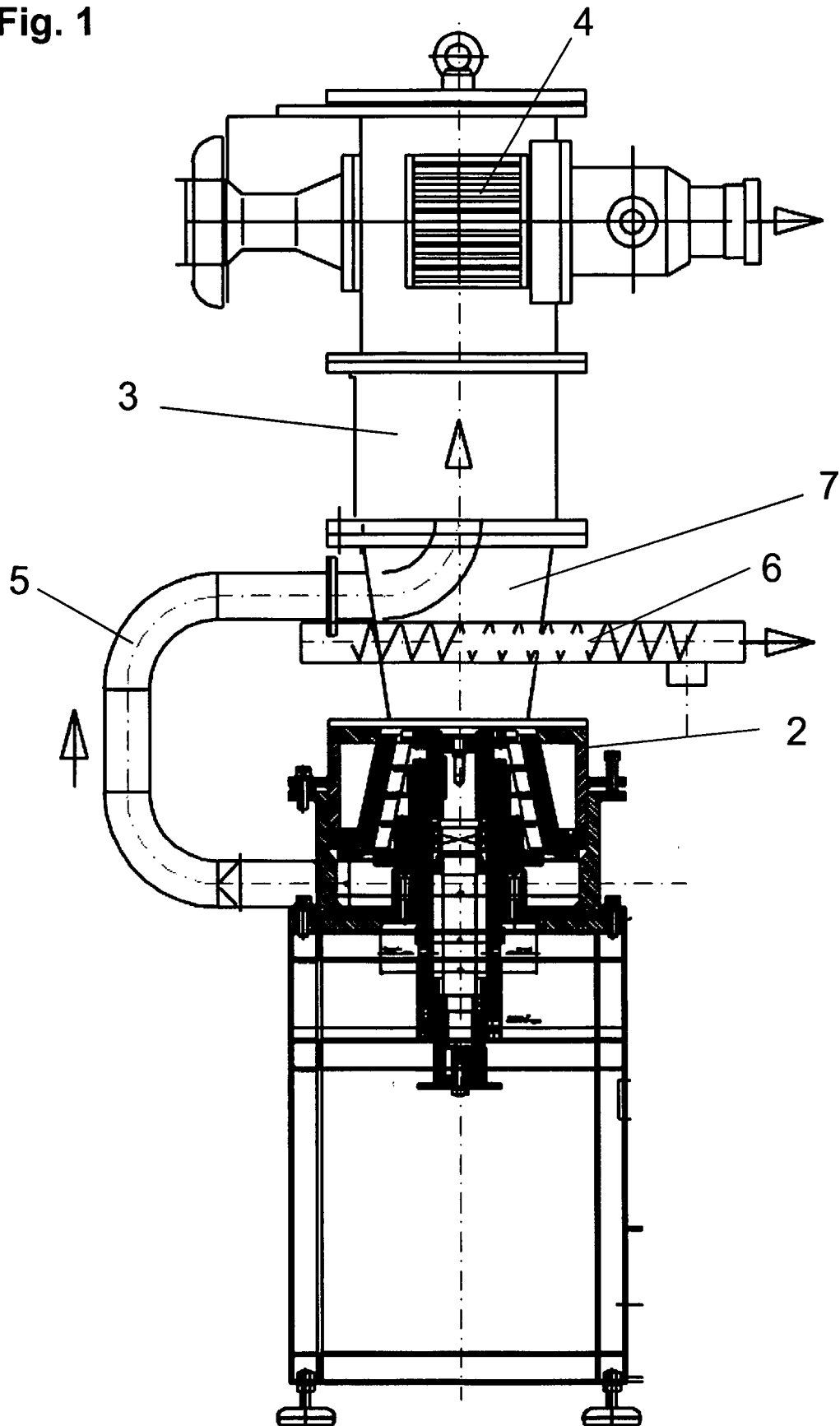


Fig. 2

