

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
04. Oktober 2018 (04.10.2018)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2018/177518 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

B03C 1/033 (2006.01) B03C 1/26 (2006.01)
B03C 1/14 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2017/057408

(22) Internationales Anmeldedatum:
29. März 2017 (29.03.2017)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(71) Anmelder: LOESCHE GMBH [DE/DE]; Hansaallee 243, 40549 Düsseldorf (DE).

(72) Erfinder: SCHIFFERS, Andreas; c/o Loesche GmbH, Hansaallee 243, 40549 Düsseldorf (DE). BÄTZ, André; c/o Loesche GmbH, Hansaallee 243, 40549 Düsseldorf (DE). GEROLD, Carsten; c/o LOESCHE GmbH, Hansaallee 243, 40549 Düsseldorf (DE).

(74) Anwalt: HEIM, Florian et al.; c/o Patentanwälte Weber & Heim, Irmgardstr. 3, 81479 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,

AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Erklärungen gemäß Regel 4.17:

— Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv)

(54) Title: MAGNETIC SEPARATOR

(54) Bezeichnung: MAGNETABSCHIEDER

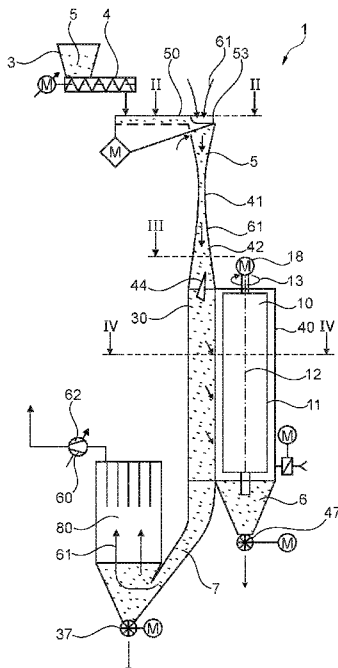


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to a magnetic separator (1) for the dry separation of material particles (5) with different magnetic susceptibilities, wherein a rotatable cylinder (10) is provided with a magnetic device (20) arranged therein in a fixed manner and extending substantially along the length. A sorting chamber (30) is also provided which extends along at least part of the lateral surface (11) of the cylinder in a circumferential direction of the cylinder and parallel to the longitudinal axis (12) of the cylinder. The magnetic separator according to the invention has a means (50) for introducing the material particles into the sorting chamber in a dispersed manner, and a means (60) for generating a conveying air flow (61) in the sorting chamber. A motor (18) is also provided to rotate the cylinder about its longitudinal axis, wherein during operation, the lateral surface of the cylinder is moved, through rotation of the cylinder, substantially normal to the direction of the flow of the conveying air.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft einen Magnetabscheider (1) zum trocknen Separieren von Materialpartikeln (5) mit unterschiedlichen magnetischen Suszeptibilitäten, wobei ein rotierbarer Zylinder (10) mit einer darin ortsfest angeordneten sich im Wesentlichen über die Länge erstreckenden Magneteneinrichtung (20) vorhanden ist. Ferner ist eine Sortierkammer (30) vorgesehen, welche sich entlang zumindest eines Teils der Mantelfläche (11) des Zylinders in Umfangsrichtung des Zylinders und parallel zur Längsachse (12) des Zylinders erstreckt. Der erfindungsgemäße Magnetabscheider weist Mittel (50) zum dispergierten Aufgeben der Materialpartikel in die Sortierkammer sowie Mittel (60) zum Erzeugen eines Förderluftstroms (61) in der Sortierkammer auf. Ferner ist ein Motor (18) zum Rotieren des Zylinders um seine Längsachse vorgesehen, wobei im Betrieb die Mantelfläche des Zylinders durch Rotation des Zylinders im Wesentlichen senkrecht zur Strömungsrichtung der Förderluft bewegt wird.



WO 2018/177518 A1

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

Magnetabscheider

Die Erfindung betrifft einen Magnetabscheider zum trockenen Separieren von Materialpartikeln mit unterschiedlichen magnetischen Suszeptibilitäten.

Die zunehmende Knappheit an Wasser sowie die in unterschiedlichen Regionen schlechte beziehungsweise mangelnde Verfügbarkeit von Wasser sowie hohe Kosten und lokale Umweltauflagen für den Einsatz von nassen Aufbereitungsverfahren, insbesondere für mineralische Rohstoffe, haben dazu beigetragen, dass alternative Trockenaufbereitungsverfahren, das heißt Verfahren, die kein Wasser benötigen, zunehmend an Bedeutung gewinnen.

Erze werden oft aus Festgestein abgebaut. Hierbei liegen im Rohprodukt gewachsene werthaltige Erzminerale zusammen mit wertlosen Begleitmineralen vor, welche auch als Berge bezeichnet werden. Um diese voneinander zu trennen, ist es bei Aufbereitungs- beziehungsweise Trennverfahren beispielsweise bekannt, das Festgestein einer mehrstufigen Zerkleinerung zuzuführen, so dass durch die erreichte Feinheit, das Erzmineral und die Berge voneinander getrennt sind. Anschließend kann eine Sortierung zwischen dem Erzmineral und den Bergen unter Ausnutzung von unterschiedlichen Eigenschaften der beiden zu sortierenden Gütern erfolgen. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass, je feiner der Verwachsungsgrad im Rohmaterial ist, umso feiner es auch zerkleinert werden muss. Dies bedeutet, dass zum Teil eine Zerkleinerung bis auf Staubgröße im Bereich von etwa 100 µm und kleiner notwendig ist.

Gerade unter Berücksichtigung, dass die Qualität der Erzlagerstätten weltweit abnimmt, wird es immer aufwändiger, das entsprechende Festgestein aufzubereiten und anschließend zu sortieren.

Unter Berücksichtigung dieser beiden oben genannten Aspekte, zum einen die notwendige immer feinere Zerkleinerung beziehungsweise höhere Aufschlussgrade sowie zum anderen die Wasserknappheit, ist es wünschenswert, trockene Sortierverfahren vorzusehen, die die Eigenschaften beispielsweise von Eisenerzen aber auch anderen Erzen wie beispielsweise Chromerze, Titanerze, Kupfererze, Kobalterze, Wolframerze, Manganerze, Nickelerze, Tantalzerze oder verschiedene zahlreiche seltene Erden erze berücksichtigen. Weiterhin kann die Erfindung auch zur Aufbereitung von sekundären mineralischen Rohstoffen wie Schlacken, Aschen, anderen Hüttenreststoffen, wie beispielsweise Filterstäube, Zunder, eingesetzt werden, wenn magnetische oder magnetisierbare Bestandteile konzentriert oder abgetrennt werden sollen. In diesem Zusammenhang bieten sich unterschiedliche magnetische Suszeptibilitäten zwischen Erzen und der Berge an, um darauf basierend eine Trennung durchzuführen.

Zum Trennen diesbezüglich sind verschiedene nasse Aufbereitungssysteme beziehungsweise Nassmagnetabscheider bekannt, die im Wesentlichen über Wasser als Trägermedium fungieren, und über eine breite Anzahl von Korngrößen im Sinne von Feinheit anwendbar sind.

Jedoch besteht gerade unter Berücksichtigung der zunehmenden Wasserknappheit sowie dem erhöhten Aufwand zum Transport von Wasser in entlegene wasserarme Gebiete der Wunsch, wie eben angesprochen, auch trockene Magnetabscheidungssysteme zu betreiben, die zur Trennung im Feinstkornbereich unter 100 µm einsetzbar sind. Diesbezüglich sind auch bereits verschiedene trockene Magnetabscheidungsverfahren wie beispielsweise aus GB 624 103 oder DE 2 443 487 bekannt, die jedoch nur zum Teil auch bei Feinheiten unter 100 µm zufriedenstellend arbeiten.

Der Erfindung liegt daher die **A u f g a b e** zugrunde, einen Magnetabscheider zum trockenen-Separieren von Materialpartikeln mit unterschiedlichen magnetischen Suszeptibilitäten zu schaffen, welcher zum Einsatz in einem großen Körnungsbereich, insbesondere auch unter 100 µm, geeignet ist.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch einen Magnetabscheider mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

Vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung sind in den Unteransprüchen und in der Beschreibung sowie den Figuren und deren Erläuterung angegeben.

Bei dem erfindungsgemäßen Magnetabscheider ist vorgesehen, dass dieser einen um seine Längsachse rotierbaren Zylinder und eine ortsfest innerhalb des Zylinders angeordnete und sich im Wesentlichen über die Länge des Zylinders erstreckende Magneteinrichtung aufweist. Die Magneteinrichtung ist zum Erzeugen eines in Längsrichtung des Zylinders im Wesentlichen ununterbrochenen Magnetfeldes ausgebildet.

Ferner ist eine Sortierkammer vorgesehen, welche sich entlang zumindest eines Teils der Mantelfläche des Zylinders in Umfangsrichtung des Zylinders und parallel zur Längsachse des Zylinders entlang der Höhe des Zylinders erstreckt. Hierbei ist es vorteilhaft, wenn die Sortierkammer im Querschnitt maximal eine Breite, welche im Wesentlichen der Breite der Magneteinrichtung entspricht und maximal eine Tiefe, die im Wesentlichen der Hälfte der Breite der Magneteinrichtung entspricht aufweist.

Des Weiteren weist der Magnetabscheider Mittel zum dispergierten Aufgeben von Materialpartikeln in die Sortierkammer und Mittel zum Erzeugen eines Förderluftstroms durch die Sortierkammer auf, wobei im Betrieb die Materialpartikel durch die Sortierkammer mittels des Förderluftstroms gefördert werden.

Zusätzlich ist ein Motor vorgesehen, um den Zylinder um seine Längsachse zu rotieren, wobei im Betrieb die Mantelfläche des Zylinders durch Rotation des Zylinders im Wesentlichen senkrecht zur Strömungsrichtung der Förderluft bewegt wird und wobei die Magneteinrichtung und der Zylinder derart ausgebildet und relativ zueinander angeordnet sind, dass das Magnetfeld im Wesentlichen im Bereich des Teiles der Mantelfläche mit der Sortierkammer und in der Sortierkammer eine ausreichende Stärke aufweist, um Materialpartikel an die Mantelfläche zu ziehen.

Der Erfindung liegen mehrere in Kombination wirkende Grundgedanken und Erkenntnisse zugrunde. Zum einen wurde erkannt, dass es für eine gute Wirkungswei-

se des Magnetabscheiders notwendig ist, dass in der vom Förderluftstrom mit den dispergiert aufgegebenen Materialpartikeln durchströmten Sortierkammer ein ausreichend starkes Magnetfeld vorhanden ist, so dass eine Separierung der verschiedenen Materialpartikel abhängig von ihren unterschiedlichen magnetischen Suszeptibilitäten erfolgen kann. Hierfür ist es bevorzugt, wenn die Sortierkammer derart dimensioniert ist, dass sich zumindest innerhalb des Bereiches der Sortierkammer, insbesondere welcher entlang des Zylinders verläuft, das Magnetfeld erstreckt, welches durch die Magneteinrichtung erzeugt wird.

In ähnlicher Weise alternativ oder fakultativ kann ebenso auch sichergestellt werden, dass der Förderluftstrom mit den eindispergiert aufgegebenen Materialpartikeln derart durch die Sortierkammer strömt, dass mit hoher Wahrscheinlichkeit alle Partikel durch ein ausreichend starkes Magnetfeld geführt werden. Dies kann beispielsweise durch Umlenkungen in der Sortierkammer oder dergleichen geschehen. Auch eine derartige Ausführung fällt unter den Grundgedanken der Erfindung, welche durch den erfindungsgemäßen Magnetabscheider realisiert ist.

Dies kann bei gängigen Magneteinrichtungen beispielsweise dadurch erreicht werden, dass die Sortierkammer dermaßen dimensioniert wird, dass sie im Querschnitt eine maximale Breite aufweist, welche im Wesentlichen der Breite der Magneteinrichtung entspricht sowie eine maximale Tiefe aufweist, welche im Wesentlichen der Hälfte der Breite der Magneteinrichtung entspricht. Hier ist zu berücksichtigen, dass die maximale Tiefe auch abhängig von der Stärke des Magnetfeldes ist. Insofern kann hiervon unter Umständen abgewichen werden, indem eine stärkere Magneteinrichtung verwendet wird.

Neben einem ausreichenden Vorhandensein des Magnetfeldes innerhalb der Sortierkammer wurde zum anderen entsprechend der Erfindung erkannt, dass es für eine gute Qualität der Sortierung vorteilhaft ist, wenn ein ununterbrochenes Magnetfeld entlang der Längsrichtung des Zylinders und damit auch über einen großen Bereich der Sortierkammer ausgebildet ist. Dies bietet den Vorteil, dass zum einen über im Wesentlichen die gesamte Länge der Sortierkammer das Magnetfeld auf die zu separierenden Materialpartikel einwirken kann. Zum anderen ergibt sich hieraus der Vorteil, im Gegensatz zu einem unterbrochenen Magnetfeld, dass kontinuierlich während des Transports in der Sortierkammer auf die Materialpartikel ein Magnetfeld

einwirkt und nicht kurzzeitig unterbrochen ist. Dies führt zu besseren Sortierergebnissen. Auch ist zu berücksichtigen, dass die Materialpartikel, welche an die Mantelfläche des Zylinders durch das Magnetfeld gezogen werden, bei einem unterbrochenen Magnetfeld zumindest kurzzeitig keinem Magnetfeld mehr ausgesetzt sind und sich somit wieder von der Mantelfläche lösen würden.

Abschließend liegt der Erfindung die Erkenntnis zugrunde, dass es für eine möglichst reine Separierung von Materialpartikeln mit unterschiedlichen magnetischen Suszeptibilitäten zu einem besseren Ergebnis führt, wenn die Strömungsrichtung des Förderluftstromes im Wesentlichen senkrecht zur Rotationsrichtung des Zylinders vorgesehen ist. Dies führt dazu, dass an dem Zylinder angezogene Materialpartikel durch die Rotation des Zylinders zügig und schnell aus der Sortierkammer entfernt werden. Bildet sich eine zu dicke Schicht von angezogenen Materialpartikeln auf dem Zylinder aus, so wird das Magnetfeld insgesamt dadurch geschwächt, was wiederum zu schlechteren Sortier- beziehungsweise Separiererergebnissen führt.

Diesbezüglich wurde auch entsprechend der Erfindung erkannt, dass es für gute Ergebnisse der Separierung vorteilhaft ist, wenn die Sortierung beziehungsweise Separierung im Gleichstrom durchgeführt wird. Dies bedeutet, dass die Förderluft in dem System beziehungsweise der Luftstrom in dem System und der Strom der Materialpartikel in dieselbe Richtung also im Gleichstrom verlaufen.

Grundsätzlich kann die Magneteinrichtung in beliebiger Weise ausgeführt sein. Vorteilhaft hat sich jedoch die Verwendung eines dreipoligen Magneten mit N-S-N- oder S-N-S-Anordnung der Pole herausgebildet. Hierbei steht N-Pol für Nordpol und S-Pol für Südpol. Es kann sich um einen Dauermagneten wie auch um einen Elektromagneten handeln. Ein dreipoliger Magnet im Sinne der Erfindung kann dadurch ausgebildet werden, dass der mittlere Pol quasi als doppelter oder gemeinsamer Pol fungiert und die Feldlinien zwischen dem mittleren Pol und den jeweiligen zwei außen liegenden Polen verlaufen. Vorteilhaft bei der Verwendung eines dreipoligen Magneten ist, dass sich Magnetfeldlinien in der Mitte des Sortierraumes bedingt durch die Geometrie des Sortierraumes und den Aufbau der Magneteinrichtung konzentrieren und somit mit ein hoher Wirkungsgrad erreicht wird und ein starkes auf die Materialpartikel einwirkendes Magnetfeld erzeugt werden kann.

Anschließend an die Sortierkammer kann in Rotationsrichtung des Zylinders eine Sammelkammer vorgesehen sein, welche sich im Wesentlichen außerhalb des Magnetfeldes der Magneteinrichtung befindet. Da das Magnetfeld in der Sammelkammer auf die Mantelfläche des Zylinders nicht mehr einwirkt, werden die durch das Magnetfeld ursprünglich an die Mantelfläche des Zylinders angezogenen Materialpartikel auch nicht mehr an diese angezogen beziehungsweise an dieser festgehalten. Dies bedeutet, dass sich die Materialpartikel in der Sammelkammer von der Mantelfläche des Zylinders lösen und abfallen. Mit anderen Worten ist es durch diese Konstruktion möglich aus der Sortierkammer herausgeführte Materialpartikel in der Sammelkammer aufzunehmen und von dort weiter abzuführen. In diesem Zusammenhang ist es bevorzugt, wenn sich das Magnetfeld im Wesentlichen nur innerhalb der Sortierkammer erstreckt, so dass die Sammelkammer anschließend, bevorzugt unmittelbar anschließend, an die Sortierkammer vorgesehen sein kann.

Ferner ist es möglich, auf der Mantelfläche des Zylinders Mitnehmerleisten auszubilden. Diese Mitnehmerleisten, welche sich vorteilhafterweise parallel zu der Längsachse des Zylinders erstrecken, verbessern den Abtransport der Materialpartikel, welche durch das Magnetfeld an die Mantelfläche des Zylinders gezogen werden. Mittels der Mitnehmerleisten wird erreicht beziehungsweise erleichtert, dass das angezogene Material trotz drehender Trommel nicht im Wirkungsbereich des Magnetfelds verbleiben, die Trommel also unter dem Material durchrutschen, sondern aus dem Magnetfeld gefördert wird.

Vorteilhaft ist es, wenn im Betrieb des Magnetabscheiders in der Sammelkammer ein höherer statischer Druck als in der Sortierkammer vorhanden ist. Durch diese Druckdifferenz wird eine Luftströmung von der Sammelkammer in Richtung der Sortierkammer eingestellt. Hierdurch wird erreicht, dass nicht oder weniger stark magnetisierbare Materialpartikel von der Sortierkammer in die Sammelkammer strömen können, sondern ein Materialtransport im Wesentlichen nur über an der Mantelfläche des Zylinders angezogene Materialpartikel von der Sortierkammer in die Sammelkammer erfolgt. Die Druckdifferenz zwischen den beiden Kammern erzeugt somit eine gegen die Transportrichtung des angezogenen Materials gerichtete, abdichtende Gegenströmung.

Im Bereich zwischen der Mantelfläche des Zylinders, der Sortierkammer sowie der Sammelkammer ist vorteilhafterweise ein Abdichtungsbereich ausgebildet, wodurch der Luftstrom von der Sammelkammer in die Sortierkammer einstellbar und veränderbar ist. Durch den Luftstrom kann ein zusätzliches Nachreinigen des entstehenden Produktes, welches bevorzugter Weise lediglich aus magnetisierbaren Materialpartikeln besteht, erreicht werden. Der Luftstrom, der durch den Abdichtungsbereich zwischen der Sammelkammer und der Sortierkammer in Richtung der Sammelkammer strömt, reißt einen Teil der sich auf der Mantelfläche des Zylinders angesammelten Materialpartikel mit zurück in die Sortierkammer. Dies hat zur Folge, dass, da durch Ummantelung von nicht-magnetischen Partikeln durch magnetischen Partikeln auch nicht-magnetische Materialpartikel an dem Zylindermantel angelagert werden, diese zusammen mit einem Teil der magnetisierbaren Materialpartikel wieder abgeblasen werden und zurück in die Sortierkammer gelangen. Dort werden sie erneut dem kontinuierlichen Sortierverfahren zugeführt, so dass mit einer höheren Wahrscheinlichkeit die nicht-magnetisierbaren Materialpartikel nicht erneut angelagert werden und damit die Reinheit des magnetisierten Materials verbessert werden kann.

Fakultativ hierzu jedoch auch alternativ können in diesem Bereich explizite Einblas- oder Reinigungsdüsen vorgesehen sein, mit denen Luft auf die Mantelfläche des Zylinders geblasen werden kann. Dieses explizite Aufblasen von Luft, welches auch als Sauberblasen bezeichnet werden kann, hat denselben Effekt wie der Luftstrom durch den Abdichtungsbereich. Durch die Möglichkeit des Einstellens des Luftstroms beziehungsweise der Luft durch die Einblasdüsen kann die Reinheit des erzeugten Produktes eingestellt werden.

Grundsätzlich können die Mittel zum Erzeugen des Förderluftstroms durch die Sortierkammer beliebig ausgeführt sein. Beispielsweise kann Luft aktiv in die Sortierkammer geblasen werden. Vorteilhaft ist es jedoch, wenn der Magnetabscheider in Bezug auf die Umgebung im Unterdruck mittels eines Gebläses betreibbar ist, welches Luft aus dem Magnetabscheider herausaugt. Der Betrieb in Unterdruck hat den Vorteil, dass die auf sehr hohe Feinheiten zerkleinerten Materialpartikel im Inneren des Magnetabscheiders verbleiben und nicht durch eventuelle Öffnungen aus diesem heraustreten können. Hierdurch werden Probleme der Staubbelastung der

Umgebung und dergleichen verringert. Unter Luft oder Förderluft im Sinne der Erfindung kann Umgebungsluft aber auch entsprechende Gase wie Prozeßgase beziehungsweise -luft oder dergleichen verstanden werden.

Bevorzugt ist es daher, wenn im Anschluss an die Sortierkammer ein Entstaubungsfilter angeordnet ist und wenn nach dem Entstaubungsfilter ein Gebläse für den Magnetabscheider vorgesehen ist. Mittels einer derartigen Konstruktion wird erreicht, dass die nicht-magnetisierbaren Materialpartikel, welche durch die Sortierkammer gefördert wurden, aus dem Förderluftstrom mittels des Entstaubungsfilters abgetrennt werden können. Die Anordnung eines Gebläses für den Magnetabscheider nach dem Staubfilter, welches Luft durch die Sortierkammer nach außen saugt, bietet den Vorteil, dass zum einen für das Gebläse eine relativ geringe Belastung mit Staub, das heißt Feinmaterialpartikel, vorhanden ist, und zum anderen die zuvor bereits beschriebene Konstruktion realisiert werden kann, indem der Magnetabscheider im Unterdruck betrieben wird.

Nach dem Mittel zum dispergierten Aufgeben der Materialpartikel in die Sortierkammer beziehungsweise in den Förderluftstrom der zur Sortierkammer führt, ist bevorzugt eine Beschleunigungsstrecke für die Materialpartikel vorgesehen. Diese Beschleunigungsstrecke dient dazu, die dispergiert aufgegebenen Materialpartikel auf kurzer Strecke auf die Geschwindigkeit des Förderluftstromes zu beschleunigen. Dies kann beispielsweise durch eine Verengung des Querschnitts in den Leitungen zur Sortierkammer erfolgen. Zusätzlich können an der Stelle oder im Bereich des engsten Querschnittes weitere Mittel zur besseren Dispergierung der Materialpartikel in dem Förderluftstrom beispielsweise Nocken, versetzte Zähne oder auch statische Mischer vorgesehen sein.

Nach dem Mittel zum dispergierten Aufgeben der Materialpartikel in den Förderluftstrom und vor dem beziehungsweise beim Eintritt in die Sortierkammer, kann ein Diffusor vorgesehen sein, welcher dazu dient, die Materialpartikel in dem Förderluftstrom weiter zu dispergieren. Der Diffusor kann beispielsweise durch eine Vergrößerung beziehungsweise Aufweitung des Strömungsquerschnittes der Leitungen realisiert sein. Er dient dazu, das Materialpartikel-Förderluftgemisch weiter zu dispergieren und die Strömungsgeschwindigkeit auf die gewünschte Eintrittsgeschwindigkeit einzustellen. Hierbei ist es vorteilhaft, wenn der Diffusor einen Aufweitewinkel zwi-

schen 4° bis 6° aufweist, um eine Strömungsablösung und/oder eine Entmischung zu minimieren. Ein weiterer Vorteil des Vorsehens eines Diffusors ist, dass die Strömungsgeschwindigkeit des Förderluftstroms in der Sortierkammer verringert wird und somit ein langsames und geradliniges Vorbeistreichen des Förderluftstromes an der Mantelfläche des Zylinders ermöglicht wird.

In der Sortierkammer insbesondere im Eintrittsbereich des Förderluftstromes kann eine Einrichtung zum Erzeugen von gegensätzlichen oder gegensinnigen Strömungswalzen im Förderluftstrom angeordnet sein. Diese Einrichtung kann beispielsweise als dreieckiges und/oder winkelverstellbares Blech ausgeführt sein, durch dessen Form und Ausrichtung zwei sich gegensinnig drehende Strömungswalzen erzeugt werden. Durch diese Strömungswalzen kann die Wahrscheinlichkeit erhöht werden, dass alle magnetisierbaren Materialpartikel bis zum Austritt aus der Sortierkammer mindestens einmal in Nähe des Mantels des Zylinders gelangen und somit ausreichend in den Einfluss des Magnetfeldes gebracht werden, um an den Zylindermantel gezogen zu werden. Ein weiterer Vorteil ist, dass durch das Vorsehen von Strömungswalzen ein größerer Querschnitt und damit ein höherer Durchsatz durch die Sortierkammer ermöglicht wird, da es so nicht zwingend erforderlich ist, dass das Magnetfeld über den gesamten Querschnitt der Sortierkammer stark genug ist, da Mittels der Strömungswalzen die geförderten Materialpartikel aus Bereichen mit einem zu schwachen Magnetfeld auch in Bereiche mit einem stark genügen Magnetfeld transportiert werden.

Grundsätzlich kann die Sortierkammer im Querschnitt jegliche beliebige Form aufweisen. Vorteilhaft ist es, wenn sie einen rechteckigen Querschnitt mit abgerundeten beziehungsweise abgekanteten Ecken besitzt. Ein derartiger Querschnitt hat sich als vorteilhaft herausgestellt, da er besonders gut an das sich ausbildende Magnetfeld der Magneteinrichtung angepasst ist und somit in einfacher Weise erreicht werden kann, dass in der Sortierkammer keine oder nur sehr geringe Bereiche vorhanden sind, in den das Magnetfeld nicht stark genug wirkt.

Vorteilhafterweise ist der Magnetabscheider Falschlufft eintragsarm ausgebildet. Dies ist insbesondere relevant, wenn der Magnetabscheider bei Unterdruck betrieben wird. Durch die Falschlufft eintragsarme Ausbildung wird verhindert, dass ungewollt Luft von außerhalb des Magnetabscheiders in den Magnetabscheider, insbesondere

in die Sortierkammer, eingesaugt wird und somit die Strömungsgeschwindigkeit in der Sortierkammer verringert würde. Auch benötigt das Gebläse hierdurch weniger Energie, um eine ausreichende gewünschte Strömungsgeschwindigkeit zu erzeugen.

Bevorzugt ist der Magnetabscheider kontinuierlich betreibbar. In diesem Zusammenhang spielt es eine zentrale Rolle, dass ein kontinuierlicher Austrag der an die Mantelfläche des Zylinders gezogenen magnetisierbaren Materialpartikeln aus der Sortierkammer in die Sammelkammer vorgesehen ist, so dass der Magnetabscheider kontinuierlich betrieben werden kann. Dies wird auch dadurch beeinflusst, dass eine kontinuierliche Aufgabe von zu separierenden Materialpartikeln mittels dispergierten Aufgebens in den Förderluftstrom möglich ist, welcher die Sortierkammer ohne Unterbrechung durchströmt. Eine derartige Ausbildung hat den Vorteil, dass ein höherer Wirkungsgrad erreicht werden kann, da es nicht notwendig ist, beispielsweise zum Ausschleusen der magnetisierbaren Materialpartikel, die Anlage anzuhalten und dann erneut anzufahren.

Vorteilhaft ist es, wenn die Länge der Sortierkammer und/oder die Geschwindigkeit des Förderluftstromes derart ausgebildet und eingerichtet sind, dass eine Verweildauer der Materialpartikel von 0,01 s bis 2 s in der Sortierkammer erreicht wird. Eine derartige Verweilkammer hat sich als zum einen ausreichend lang herausgestellt, dass eine gute Reinheit und Separierung zwischen den beiden Materialpartikelarten, den magnetisierbaren und den nicht-magnetisierbaren, erreicht wird. Zum anderen, ist es gewünscht die Verweildauer möglichst kurz zu halten, da dann ein höherer Durchsatz mit derselben Anlage erreicht werden kann.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand schematischer Ausführungsbeispiele unter Bezugnahme auf die Figuren näher erläutert. Hierbei zeigen:

- Fig. 1 eine schematische Gesamtdarstellung eines erfindungsgemäßen Magnetabscheiders;
- Fig. 2 eine Aufsicht auf Mittel zum dispergierten Aufgeben entsprechend II aus Fig. 1;
- Fig. 3 eine teilgeschnittene Ansicht entlang der Linie III aus Fig. 3;
- Fig. 4 eine Schnittansicht entlang der Linie IV aus Fig. 1;

- Fig. 5 eine Schnittansicht eines erfindungsgemäßen Magnetabscheiders;
- Fig. 6 eine Vergrößerung des Bereiches VI aus Fig. 5;
- Fig. 7 eine Schnittansicht eines erfindungsgemäßen Magnetabscheiders; und
- Fig. 8 eine Vergrößerung des Bereichs VIII aus Fig. 7.

In Fig. 1 ist eine schematische Gesamtdarstellung eines erfindungsgemäßen Magnetabscheiders 1 dargestellt. Im Folgenden wird dessen Aufbau und Funktionsweise näher erläutert, wobei sowohl die Bauteile als auch die Funktionsweise von der Aufgabe der zu separierenden Materialpartikel 5 in Richtung der Separierung in magnetisierbare Materialpartikel 6 und nicht-magnetisierbare Materialpartikel 7 beschrieben wird.

Im Sinne der Erfindung kann unter magnetisierbaren und nicht-magnetisierbaren Materialpartikeln 6, 7 verstanden werden, dass diese eine unterschiedliche magnetische Suszeptibilität haben und die magnetisierbaren Materialpartikel 6 stärker durch ein Magnetfeld beeinflusst werden können als die nicht-magnetisierbaren Materialpartikel 7. Hierbei ist es nicht zwingend erforderlich, dass die nicht-magnetisierbaren Materialpartikel 7 komplett unmagnetisierbar sind.

Des Weiteren ist zu berücksichtigen, dass Einzelmerkmale des Magnetabscheiders nicht zwingend jeweils zusammen realisiert werden müssen, nur weil sie in der folgenden Beschreibung in einem Ausführungsbeispiel gemeinsam gezeigt und beschrieben sind. Es ist auch möglich, bei einer Ausführung des Magnetabscheiders jeweils auch nur einzelne Merkmale zu realisieren, dies ist immer noch als erfindungsgemäß anzusehen.

Die zu separierenden Materialpartikel 5 werden in einem Bunker 3 vorgehalten, aus welchem sie über einen Schneckenförderer 4 weggefördert und zur Separierung in den Magnetabscheider 1 transportiert werden können. Die im Bunker vorgehaltenen zu separierenden Materialpartikel 5 können beispielsweise eine Feinheit von $D_{90} < 30\mu\text{m}$ bis $D_{90} < 500\mu\text{m}$ aufweisen. Über den Schneckenförderer 4 gelangen die

Materialpartikel 5 zu Mitteln 50 zum dispergierten Aufgeben der Materialpartikel in eine Sortierkammer 30 des Magnetabscheiders 1.

Der D90-Wert beschreibt die Partikelgrößenverteilung bei einer Kornverteilung, bei der 90 M.-% kleiner und 10 M.-% größer als der angegebene Durchmesser des Grenzkornes sind.

Diese Mittel 50 können in verschiedenen Weisen aufgebaut sein. In der in Fig. 1 dargestellten Ausführungsform, welche in einer Aufsicht vergrößert in Fig. 2 gezeigt ist, weisen die Mittel 50 eine Schwingförderrinne 52 mit gezackten Enden 53 auf. Unter diesen Enden 53 befindet sich ein Einlauftrichter 54, welcher mit der Leitung zur Sortierkammer 30 verbunden ist.

Die Zacken 53 am Ende der Schwingförderrinne 52 dienen dazu, dass die Materialpartikel 5 mechanisch gut verteilt und möglichst gleichmäßig über den gesamten Querschnitt des Einlauftrichters 54 aufgegeben werden.

Der Magnetabscheider 1 wird im Unterdruck zur Umgebung betrieben. Zu diesem Zweck sind Mittel 60 zum Erzeugen eines Förderluftstromes am Ende des Magnetabscheiders 1 vorgesehen, wie später genauer beschrieben wird. Durch den vorhandenen Unterdruck im Magnetabscheider 1 wird durch den Einlauftrichter 54 Umgebungsluft als Förderluft 61 angesaugt in die die Materialpartikel 5 eindispergiert werden.

Eine andere Möglichkeit zum dispergierten Aufgeben der Materialpartikel 5 ist beispielsweise das dispergierte Aufgeben mittels eines Dosierbandes und einer Luftförderrinne zu realisieren. Andere Möglichkeiten sind einen rotierenden Teller vorzusehen, auf den die Materialpartikel 5 aufgegeben werden, der von Luft umströmt wird und somit die Materialpartikel 5 vereinzelt in den Luftstrom aufgegeben werden. Ebenfalls ist eine siphonartige Lösung möglich, welche im Wesentlichen einer direkten Bedüsung des Bunkerausganges entspricht. In der Leitung vom Bunker 3 zur Sortierkammer 30 kann dann entsprechend durch Richtungsänderungen sowie in der Leitung vorgesehene Mischer und/oder turbulenz erzeugende statische oder dynamische Einbauten eine weitere Vermischung und Dispergierung erreicht werden.

Grundsätzlich sind derartige statische und/oder dynamische Einbauten auch in der hier gezeigten Ausführungsform möglich.

In der in Fig. 1 dargestellten Ausführungsform ist vor dem Eintritt des Förderluftstroms 61 mit den Materialpartikeln 5 in die Sortierkammer 30 eine Beschleunigungsstrecke 41 vorgesehen. Diese Beschleunigungsstrecke 41 ist im Wesentlichen durch eine Verengung des Querschnitts der Leitungen realisiert und dient für eine kontinuierliche Beschleunigung der Materialpartikel 5 in der Förderluft 61. Im Bereich um die engste Stelle der Beschleunigungsstrecke 41 können zusätzlich noch Prallkörper, beispielsweise Nocken oder versetzte Zähne, und/oder ein statischer Mischer eingebaut sein, um eine weitere Dispergierung, das heißt eine möglichst gleichmäßige Verteilung der Materialpartikel 5 im Förderluftstrom 61 zu erreichen.

Die Strömungsgeschwindigkeit in der Sortierkammer 30 kann beispielsweise über die Stärke der Mittel 60 zum Erzeugen des Förderluftstroms, welche nachher genauer beschrieben werden, eingestellt werden. Zusätzlich ist es möglich im Rahmen der Beschleunigungsstrecke 41 eine flache Venturidüse vorsehen die ebenfalls die Strömungsgeschwindigkeit der einströmenden Förderluft 61 in die Sortierkammer 30 beeinflusst und somit auch die Förderluftströmungsgeschwindigkeit.

In der hier dargestellten Ausführungsform wird davon ausgegangen, dass am Ende der Beschleunigungsstrecke 41 sowohl die Beschleunigung wie auch die Vermischung der Materialpartikel 5 mit der Förderluft 61 weitgehend abgeschlossen ist und eine möglichst gleichmäßige Verteilung vorhanden ist. Um eine möglichst gute Separierung der magnetisierbaren Materialpartikel 6 und der nicht-magnetisierbaren Materialpartikel 7 zu erreichen ist es wünschenswert die Materialpartikel 5 möglichst langsam entlang einer Magneteinrichtung 20, welche im Folgenden näher beschrieben wird, vorbeizuführen. Da somit aber der zu erreichende Durchsatz verringert würde, ist es wünschenswert die Materialpartikel 5 so schnell wie möglich entlang der Magneteinrichtung 20 vorbeizuführen, wobei dennoch eine ausreichend lange Verweilzeit im Magnetfeld erreicht werden muss.

Hierzu kann es vorgesehen sein, dass vor dem Eintritt in die Sortierkammer 30 ein Diffusor 42 angebracht ist. Somit wird erreicht, dass der Förderluftstrom 61 aufgeweitet wird und das Sortiergut eventuell weiter dispergiert wird, so dass eine gute Sepa-

rierung möglich ist. Der Diffusor 42 kann beispielsweise durch ein Aufweiten des Förderquerschnittes realisiert werden, wobei der Winkel des Diffusors 42 optimal zwischen 4° und 6° liegen sollte, um Strömungsablösungen und/oder eine Entmischung zu minimieren. Des Weiteren wird durch die Vergrößerung des Strömungsquerschnittes erreicht, dass sich die Strömungsgeschwindigkeit des Förderluftstroms 61 mit den Materialpartikeln 5 verringert, so dass diese langsamer durch das im Folgenden näher erläuterte Magnetfeld 25 transportiert werden, wodurch eine längere Einwirkzeit ermöglicht wird.

Anschließend strömt die Förderluft 61 mit den Materialpartikeln 5 möglichst langsam und geradlinig durch die sich anschließende Sortierkammer 30. Die Sortierkammer 30 hat wie beispielsweise in Fig. 4 gezeigt, einen im Wesentlichen rechteckigen Querschnitt mit abgerundeten beziehungsweise abgekanteten Ecken. Eine Längsseite der Sortierkammer 30 wird durch einen rotierenden Zylinder 10 begrenzt. Im Inneren des Zylinders 10 befindet sich die Magneteinrichtung 20, welche bevorzugt als dreipoliger Magnet 21 ausgeführt ist. Der Zylinder 10 ist vorteilhafterweise aus einem nicht oder kaum magnetisierbaren Material hergestellt, beispielsweise aus Aluminium.

Im Folgenden wird der Aufbau der Magneteinrichtung 20 sowie der des Zylinders 10 detaillierter unter Bezugnahme auf Fig. 4 erläutert.

Wie bereits beschrieben ist die Magneteinrichtung 20 bevorzugt ein dreipoliger Magnet 21. In der hier dargestellten Ausführung handelt es sich um einen Elektromagneten. Dreipolig im Sinne der Erfindung ist darin zu verstehen, dass die Magneteinrichtung 20 derart ausgestaltet ist, dass sie einen zentralen Pol 23 sowie zwei seitlich davon angeordnete weitere Pole 22 und 24 aufweist, welche gegensätzlich zum zentralen Pol 23 sind. Mit anderen Worten, fällt am mittleren Pol 23 der Pol der beiden äußeren Magnete zusammen.

Die in Fig. 4 dargestellte Ausführung der Magneteinrichtung 20 ist ein Elektromagnet, welcher einen Eisenkern 26 sowie eine Spule 27 aufweist, um das Magnetfeld 25 zu erzeugen. Die Spule ist hierbei um den mittleren Pol 23 gewickelt. Das Magnetfeld 25 erstreckt sich im Wesentlichen entlang der Strömungsrichtung in der Sortierkammer 30. Hierbei ist die Breite 31 und die Tiefe 32 der Sortierkammer 30 derart ausge-

legt, dass der Innenraum der Sortierkammer 30 möglichst komplett von dem Magnetfeld 25 ausgefüllt ist. Dies bedeutet insbesondere, dass das Magnetfeld 25 innerhalb der Sortierkammer 30 stark genug ist, um die magnetisierbaren Materialpartikel 6 anzuziehen.

Die Magneteinrichtung 20 selbst befindet sich im Inneren des Zylinders 10 und ist im Wesentlichen hermetisch von der Umgebung abgeschirmt. Dies hat den Vorteil, dass so magnetisierbare Partikel 6 nicht direkt an den Magneten gelangen können und so seine Leistung verringern beziehungsweise ihn auf Dauer verschmutzen können.

Die magnetisierbaren Partikel 6 werden auf eine Mantelfläche 11 des Zylinders 10 durch das Magnetfeld 25 herangezogen und festgehalten. Der Zylinder 10, der auch als Trommel bezeichnet werden kann, ist derart ausgestaltet, dass er sich um seine Längsachse 12 drehen kann. Hierfür ist ein Motor 18 vorgesehen. Durch die Rotationsrichtung 13 des Zylinders 10 wird ein Teil der Mantelfläche 11, wie in Fig. 4 angedeutet, aus dem Wirkungsbereich des Magnetfeldes 25 herausrotiert. Dieser Teil befindet sich außerhalb der Sortierkammer 30. Da in diesem Bereich das Magnetfeld 25 nicht mehr wirkt beziehungsweise nicht mehr stark genug ist, fallen die magnetisierbaren Partikel 6 wiederum von der Mantelfläche 11 des Zylinders 10 ab und können so aus dem Magnetabscheider 1 ausgeschleust werden. Zum besseren Abfordern der magnetisierbaren Partikel 6 aus der Sortierkammer 30 sind zusätzlich auf der Mantelfläche 11 Mitnehmerleisten 14 vorgesehen. Durch das Vorsehen der Mitnehmerleisten 14 auf der Mantelfläche 11 wird erreicht, dass beim Herausrotieren des Zylinders 10 aus dem Magnetfeld 25 die magnetisierbaren Partikel 6 durch das Magnetfeld 25 nicht weiter angezogen werden und verhindert dass sie quasi an der Mantelfläche 11 des Zylinders 10 entlanggleiten und nicht der Drehung folgen. Mit anderen Worten, es wird verhindert, dass sie nicht aus dem Magnetfeld heraus rotiert werden. Da die Mitnehmerleiste 14 eine zusätzliche Erhöhung darstellt, wird somit das Heraustransportieren der magnetisierbaren Partikel 16 aus dem Magnetfeld 25 erleichtert.

Alternativ oder zusätzlich zu den Mitnehmerleisten 14 können auch andere entsprechende Einrichtungen auf der Mantelfläche 11 des Zylinders 10 vorgesehen sein. Beispielsweise sind hierbei Rillen, Vertiefungen oder dergleichen möglich.

Wie aus Fig. 1 hervorgeht befindet sich anschließend an die Sortierkammer 30 eine Sammelkammer 40 in der die magnetisierbaren Partikel 6 aufgefangen werden. Am unteren Ende der Sammelkammer 40 befindet sich beispielsweise eine Zellrad-schleuse 47, um die magnetisierbaren Partikel 6 aus der Sammelkammer 40 abzu-ziehen ohne den Falschlufteintrag in den Magnetabscheider 1 zu erhöhen. Selbst-verständlich, kann die Abzugseinrichtung auch in anderer Weise aufgeführt sein so-lange der Falschlufteintrag hierdurch minimiert ist.

Die nicht-magnetisierbaren Materialpartikel 7 verbleiben in der Sortierkammer 30 und werden über den Förderluftstrom 61 in Richtung eines Staubfilters 80 transportiert. In diesem Filter 80, werden die nicht-magnetisierbaren Materialpartikel 7 aus dem För-derluftstrom 61 abgetrennt und können im Anschluss über eine zweite Zellradschleu-se 37 ebenfalls aus dem Magnetabscheider 1 abgeführt werden. Anschließend an den Staubfilter 80 schließt sich ein Gebläse 62 an, welches als Mittel 60 zum Erzeu-gen des Förderluftstroms fungiert und Luft durch den Magnetabscheider 1 saugt.

Im Folgenden wird unter Bezugnahme auf die Figuren 5 und 6 insbesondere der Be-reich zwischen der Sortierkammer 30 und der Sammelkammer 40 näher erläutert. Hierbei ist in Fig. 6 eine vergrößerte Ansicht des Bereiches VI aus Fig. 5 dargestellt. Beide Figuren stellen einen Querschnitt durch einen erfindungsgemäßen Mag-netabscheider 1 dar.

Wie bereits beschrieben wird der Magnetabscheider 1 im Unterdruck zur Umge-bungsluft betrieben. Zusätzlich ist vorgesehen, dass in der Sammelkammer 40 ein höherer statischer Druck als in der Sortierkammer 30 herrscht. Dies bedeutet, dass Luft beziehungsweise Gase tendenziell von der Sammelkammer 40 in Richtung der Sortierkammer 30 strömen. Um dies, insbesondere die Menge und/oder Geschwin-digkeit, zu beeinflussen ist ein Abdichtungsbereich 70 an der Kontaktstelle zwischen Sortierkammer 30, Sammelkammer 40 und Mantelfläche 11 des Zylinders 10 vorge-sehen. Durch diesen Abdichtungsbereich 70 strömt aufgrund der Druckunterschiede ein Luftstrom von der Sammelkammer 40 in Richtung der Sortierkammer 30. Ent-sprechend sind im Abdichtungsbereich 70 Einrichtungen wie Abdichtungen oder Lip-pen vorgesehen, die hier den Luftstrom minimieren beziehungsweise auf ihn Einfluss nehmen können.

In der in Bezug auf die Figuren 5 und 6 dargestellten Ausführungsform ist am Kontaktbereich zwischen der Sortierkammer 30 und der Sammelkammer 40 eine Abdichtung 72 vorgesehen. Diese ist größer, insbesondere länger, als der Abstand zwischen zwei Mitnehmerleisten 14, so dass im Zusammenspiel mit den Mitnehmerleisten 14 eine Art Kammer mit abgeschlossenen Luftvolumen entsteht, welche als Schleuse für den Luftübertrag von der Sammelkammer 40 in die Sortierkammer 30 fungiert. Der Abstand zwischen der Abdichtung 72 und der Oberseite der Mitnehmerleiste 14 kann eingestellt werden, wodurch der Luftfluss von der Sammelkammer 40 in die Sortierkammer 30 eingestellt werden kann.

In diesem Zusammenhang dienen auch die Mitnehmerleisten 14 dazu, den Luftabschluss zwischen der Sortierkammer 30 und der Sammelkammer 40 zu verbessern. Grundsätzlich ist der Abstand zwischen den Abdichtungen und den Mitnehmerleisten 14 einstellbar ausgeführt. Hierdurch kann der Luftstrom 71, welcher sich entgegen der Rotationsrichtung 13 des Zylinders 10 ausbildet, eingestellt werden. Der Luftstrom 71 hat die Aufgabe auf der Mantelfläche 11 beziehungsweise den Mitnehmerleisten 14 anhaftende magnetisierbare 6 und nicht-magnetisierbare 7 Materialpartikel abzublasen und wieder in die Sortierkammer 30 einzublasen. Auf diese Weise kann eine Nachreinigung der Materialpartikel 5 erreicht werden. Selbstverständlich wird der Luftstrom 71 nicht derart stark eingestellt, dass alle Materialpartikel 5 grundsätzlich abgeblasen werden. Wie bereits beschrieben, kann die Stärke und Größe des Luftstroms 71 durch die Einstellung der Abdichtungen variiert werden. In diesem Zusammenhang, ist auch ein Lufteinlass für die Sammelkammer 40 vorgesehen mittels dem ebenfalls die in die Sammelkammer einströmende Luftmenge variiert werden kann, so dass hierdurch auch der Luftstrom 71 beeinflusst werden kann.

In ähnlicher Weise ist auch eine Dichtung 73 auf der anderen Seite der Kontaktstelle zwischen der Sammelkammer 30 und der Sortierkammer 40 vorgesehen, wie in Fig. 5 dargestellt. Hier ist eine möglichst gute Abdichtung gewünscht.

Für eine Verbesserung der Reinheit der magnetisierbaren Materialpartikel 6 kann noch eine weitere Einrichtung vorgesehen sein. Diese wird in Bezug auf die Figuren 7 und 8 im Folgenden näher erläutert. Fig. 7 stellt ebenfalls eine schematische Darstellung eines Schnitts durch einen erfindungsgemäßen Magnetabscheider 1 dar,

wobei Fig. 8 eine vergrößerte Darstellung des Bereichs VIII aus Fig. 7 ist. Dies betrifft wiederum den Abdichtungsbereich 70.

Zusätzlich zu dem Luftstrom sind hier Reinigungsdüsen 65 vorgesehen, welche aktiv Luft auf die Mantelfläche 11 des Zylinders 10 aufblasen. Dieses aktive Aufblasen kann zum einen durch aktives Einblasen erfolgen, zum anderen ist es auch möglich durch den vorhandenen Unterdruck Luft einzusaugen die in diese Richtung gezogen wird. Der Sinn der zusätzlichen Reinigungsdüsen 65 ist ähnlich zu dem des Luftstroms 71 in dem das auf der Mantelfläche 11 vorhandene Material abgeblasen wird und einer weiteren Reinigung in der Sortierkammer 30 zugeführt wird.

Ein noch besseres Separierungsergebnis wird dadurch erreicht, dass, wie in Bezug auf Fig. 3 im Folgenden beschrieben, eine Einrichtung zum Erzeugen von Strömungswalzen 44 in der Sortierkammer 30 vorgesehen ist. Diese Einrichtung kann beispielsweise in Form eines dreieckigen, winkelverstellbaren Blechs oder eines Deltaflügels ausgebildet sein. Wesentlich hierbei ist, dass sie zwei Strömungswalzen 45 erzeugt, welche sich gegensinnig bewegen und zusätzlich sicherstellen, dass Materialpartikel 5, welche sich innerhalb der Sortierkammer 30 befinden, möglichst nah an die Mantelfläche 11 des Zylinders 10 befördert werden und so die magnetisierbaren Partikel 6 an die Mantelfläche 11 herangezogen werden.

Die Förderluftströmung 61 in der Sortierkammer 30 sollte möglichst gleichmäßig insbesondere laminar sein. Dies kann im Sinne der Erfindung als möglichst parallel zur Trommel beziehungsweise Magnetachse angesehen werden, wobei dies auch die zuvor beschriebenen Strömungswalzen miteinschließt. Bevorzugterweise wird die Strömungsgeschwindigkeit des Förderluftstroms 61 derart eingestellt, dass sie in etwa der Freifallgeschwindigkeit der Materialpartikel 5 im Kollektiv entspricht. Dies bedeutet, dass von einer nicht dispergierten Aufgabe ausgegangen wird. Hierbei liegt die Geschwindigkeit normalerweise im Bereich zwischen 3 m/s bis 7 m/s.

Durch Variation der Strömungsgeschwindigkeit können unterschiedliche Effekte erreicht werden. So wird durch eine höhere, das heißt schnellere, Strömungsgeschwindigkeit des Förderluftstroms 61 in der Sortierkammer 30 ein höherer Durchsatz bei konstanter Staubbeladung also gleicher Materialpartikelbeladung 5 pro Volumen Förderluft 61 erreicht. Bei gleichbleibendem Durchsatz verringert sich die

Staub- beziehungsweise Materialpartikelbeladung, wodurch die Reinheit des in der Sammelkammer 40 ausgeschleusten magnetisierbaren Materialpartikelanteils 6 erhöht wird.

Wird die Strömungsgeschwindigkeit des Förderluftstroms 61 verringert, so erhöht sich die Verweilzeit im Magnetfeld 25 und damit das Ausbringen an magnetisierbaren Partikel 6 im ausgeschleusten Anteil.

Wie sich aus dem Gesamtkonzept des Magnetabscheiders 1 ergibt, sind die zentralen Merkmale für den erfindungsgemäßen Magnetabscheider 1, dass die Materialpartikel 5, welche zu separieren sind, im Gleichstrom mit der Förderluft 61 transportiert werden. Zusätzlich ist zentral, dass der Förderluftstrom 61 und die Rotationsrichtung 13 des Zylinders 10 im Wesentlichen senkrecht aufeinander ausgerichtet sind, so dass die magnetisierbaren Materialpartikel 6, welche sich auf der Mantelfläche 11 des Zylinders 10 anlegen, möglichst zügig aus dem Magnetfeld 25 entfernt werden und so die Leistung der Magneteinrichtung 20 im Wesentlichen nicht beeinflusst wird. Würden diese länger angelagert bleiben, so würde sich das entstehende Magnetfeld 25 auf Dauer abschwächen und somit ein schlechterer Wirkungsgrad des Magnetabscheiders 1 vorliegen.

Grundsätzlich ist es auch möglich, mehrere erfindungsgemäße Magnetabscheider 1 hintereinander anzuordnen, um abhängig von der Magnetfeldstärke und den einzelnen zu sortierenden Materialpartikeln 5 unterschiedliche Materialqualitäten zu erzeugen. In ähnlicher Weise ist es auch möglich, dies durch eine zweigeteilte Sammelkammer 40 zu realisieren bei der in einem oberen Bereich Material mit anderen Eigenschaften als in einem unteren Bereich angesammelt wird. Diesbezüglich ist es auch möglich entlang der Längsachse des Zylinders unterschiedlich starke Magneteinrichtungen 20 vorzusehen.

Mit dem erfindungsgemäßen Magnetabscheider 1 wird außerdem ein äußerst günstiges Wachstumsgesetz im Vergleich zu ähnlich aufgebauten Magnetabscheidern aus dem Stand der Technik erreicht.

Zum Erhöhen des Durchsatzes bei herkömmlichen Trommelmagnetabscheidern kann dies in der Regel nur durch das Erhöhen der Breite der Trommel, Erhöhen der Dicke der zulässigen Materialschicht an magnetisierbaren Partikeln und/oder der

Trommeldrehzahl, das heißt der Umdrehungsgeschwindigkeit, erreicht werden. Wie bereits beschrieben, kann die Dicke der Materialschicht auf der Trommel nicht ohne negative Wirkungen auf das Ausbringen, die Reinheit sowie der Stärke des Magnetfeldes erreicht werden. In ähnlicher Weise verhält es sich mit der Drehzahl der Trommel. Ab einer gewissen Drehzahl der Trommel ist die Fliehkraft derart groß, dass die angezogenen Materialpartikel durch die Drehung wieder von der Trommel weg geschleudert werden und somit nicht mittels der Trommel aus dem Magnetfeld gefördert werden können. Dies bedeutet, da die Austragsgeschwindigkeit der Trommel sowie die Schichtdicke auf der Trommel bei einer vergrößerten Dimensionierung konstant gehalten werden sollte, der Durchsatz meist nur über die Breite der Trommel vergrößert werden kann. Dies ist auch dadurch begründet, dass bei bekannten Trommelmagnetabscheidern, im Gegensatz zur Erfindung, nicht erreicht wird, dass im Wesentlichen nur magnetisierbare Partikel an die Trommel angezogen werden. Bei den herkömmlichen Trommelmagnetabscheidern ist es daher gewünscht, die Schicht der magnetisierbaren Partikel an der Trommel möglichst dünn, das heißt idealerweise als Einkornschicht, zu halten.

Demgegenüber ist es nach der Erfindung durch die Sortierkammer möglich diese in alle drei Richtungen, Länge, Höhe und Breite zu vergrößern. Wird die Strömungsgeschwindigkeit in der Sortierkammer konstant gehalten wächst der Durchsatz des erfindungsgemäßen Magnetabscheiders in diesem Fall quadratisch im Gegensatz zu proportional beim Stand der Technik. Kann die Strömungsgeschwindigkeit mit wachsender Anlage und Größe ebenfalls erhöht werden, ergibt sich ein Wachstumsgesetz mit einer noch höherer Potenz. Hierbei zeigt sich der Vorteil der erfindungsgemäßen Lösung gegenüber bekannten Trommelmagnetabscheidern: Bei dem erfindungsgemäßen Magnetabscheider ist es nicht notwendig, nur eine dünne Einkornschicht an magnetisierbaren Partikeln auf der Trommel vorzusehen, weil durch die dispergierten Partikel im Förderluftstrom und die gesamte Konstruktion des Magnetabscheiders im Wesentlichen nur magnetisierbare Partikel auf der Trommel beziehungsweise auf dem Zylindermantel vorhanden sind. So entsteht kein Drehzahlproblem, wie bei bekannten Magnettrommelabscheidern, und es ist für die Reinheit irrelevant, wie langsam sich die Trommel dreht und wie dick die Schicht an magnetisierbaren Partikeln auf der Trommel ist

Ein derartiges günstiges Wachstumsgesetz bietet den Vorteil, dass der erfindungsgemäße Magnetabscheider 1 auch bei höheren Anlagengrößen eingesetzt werden kann, ohne zu unwirtschaftlichen Dimensionen führen zu müssen.

Mit dem erfindungsgemäßen Magnetabscheider ist es somit möglich, feine Materialpartikel in einer Größenordnung von $D_{90} < 30\mu\text{m}$ bis $D_{90} < 500\mu\text{m}$ trocken in effizienter Weise zu separieren.

PATENTANSPRÜCHE

1. Magnetabscheider (1) zum trockenen Separieren von Materialpartikeln (5) mit unterschiedlichen magnetischen Suszeptibilitäten mit einem um seine Längsachse (12) rotierbaren Zylinder (10), mit einer ortsfesten, innerhalb des Zylinders angeordneten und sich im Wesentlichen über die Länge des Zylinders erstreckenden Magneteinrichtung (20), welche zum Erzeugen eines in Längsrichtung des Zylinders ununterbrochenen Magnetfeldes (25) ausgebildet ist, mit einer Sortierkammer (30), welche sich entlang eines Teils der Mantelfläche (11) des Zylinders (10) in Umfangsrichtung des Zylinders (10) und parallel zur Längsachse (12) des Zylinders (10) entlang der Höhe des Zylinders (10) erstreckt, mit Mitteln (50) zum dispergierten Aufgeben der Materialpartikel (5) in die Sortierkammer (30), mit Mitteln (60) zum Erzeugen eines Förderluftstromes (61) durch die Sortierkammer (30), wobei im Betrieb die Materialpartikel (5) durch die Sortierkammer (30) mittels des Förderluftstromes (61) gefördert werden, mit einem Motor (18) zum Rotieren des Zylinders (10) um seine Längsachse (12), wobei im Betrieb die Mantelfläche (11) des Zylinders (10) durch Rotation des Zylinders (10) im Wesentlichen senkrecht zur Strömungsrichtung der Förderluft (61) bewegt wird und wobei die Magneteinrichtung (20) und der Zylinder (10) derart ausgebildet und relativ zueinander angeordnet sind, dass das Magnetfeld (25) im Wesentlichen im Bereich des Teiles der Mantelfläche (11) mit der Sortierkammer (30) und in

der Sortierkammer (30) eine ausreichende Stärke aufweist, um Materialpartikel (5) an die Mantelfläche (11) zu ziehen.

2. Magnetabscheider nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Magneteinrichtung (20) als 3-poliger Magnet (21) mit N-S-N oder S-N-S Anordnung der Pole (22, 23, 24) ausgeführt ist.
3. Magnetabscheider nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass anschließend an die Sortierkammer (30) in Rotationsrichtung (13) des Zylinders (10) eine Sammelkammer (40) vorgesehen ist, welche sich im Wesentlichen außerhalb des Magnetfeldes (25) der Magneteinrichtung (20) befindet.
4. Magnetabscheider nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass auf der Mantelfläche (11) des Zylinders (10) Mitnehmerleisten (14) ausgebildet sind.
5. Magnetabscheider nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass im Betrieb in der Sammelkammer (40) ein höherer Druck als in der Sortierkammer (30) ausgebildet ist.
6. Magnetabscheider nach einem der Ansprüche 3 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass im Bereich zwischen der Mantelfläche (11) des Zylinders (10), der Sortierkammer (30) sowie der Sammelkammer (40) ein Abdichtungsbereich (70) ausgebildet ist, wodurch ein Luftstrom (71) von der Sammelkammer (40) in die Sortierkammer (30) einstellbar ist.
7. Magnetabscheider nach einem der Ansprüche 3 bis 6, dass im Bereich zwischen der Mantelfläche (11) des Zylinders (10), der Sortierkammer (30) sowie der Sammelkammer (40) Reinigungsdüsen (40) vorgesehen sind, mit denen Luft auf die Mantelfläche (11) des Zylinders (10) geblasen wird.

8. Magnetabscheider nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass am Ende des Magnetabscheiders (1) ein Gebläse (62) für den Magnetabscheider (1) vorgesehen ist.
9. Magnetabscheider nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass im Anschluss an die Sortierkammer ein Entstaubungsfilter angeordnet ist und dass der Magnetabscheider (1) in Bezug auf die Umgebung im Unterdruck mittels eines Gebläses (62) betreibbar ist, welches Luft aus dem Magnetabscheider (1) heraussaugt.
10. Magnetabscheider nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass nach den Mitteln (50) zum dispergierten Aufgeben der Materialpartikel (5) in die Sortierkammer (30) eine Beschleunigungsstrecke (41) für die Materialpartikel (5) vorgesehen ist.
11. Magnetabscheider nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass nach den Mitteln (50) zum dispergierten Aufgeben der Materialpartikel (5) und beim Eintritt in die Sortierkammer (30) ein Diffusor (42) vorgesehen ist, um die Materialpartikel (5) in dem Förderluftstrom (61) weiter zu dispergieren.
12. Magnetabscheider nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass in der Sortierkammer (30) im Eintrittsbereich des Förderluftstromes (61), eine Einrichtung (44) zum Erzeugen von gegensinnigen Strömungswalzen in der Förderluftströmung (61) angeordnet ist.
13. Magnetabscheider nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Sortierkammer (30) einen im Wesentlichen rechteckigen Querschnitt mit abgerundeten beziehungsweise abgekanteten Ecken aufweist.

14. Magnetabscheider nach einem der Ansprüche 1 bis 13,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Magnetabscheider (1) kontinuierlich betreibbar ist.
15. Magnetabscheider nach einem der Ansprüche 1 bis 14,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Länge der Sortierkammer (30) und/oder die Geschwindigkeit des Förderluftstromes (61) ausgebildet und eingereicht sind, eine Verweildauer der Materialpartikeln (5) in 0,01 s bis 2 s in der der Sortierkammer (30) zu erreichen.

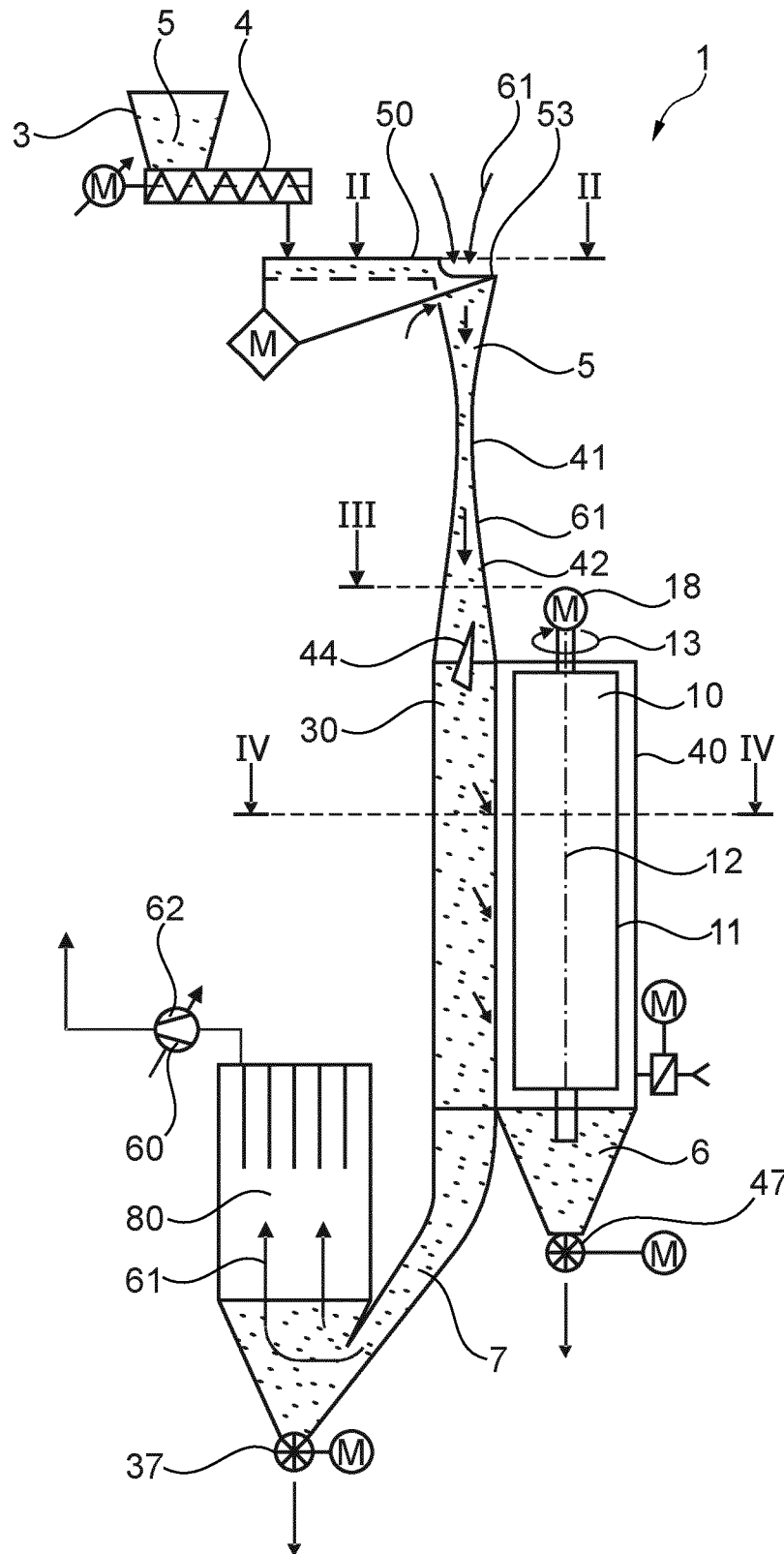


Fig. 1

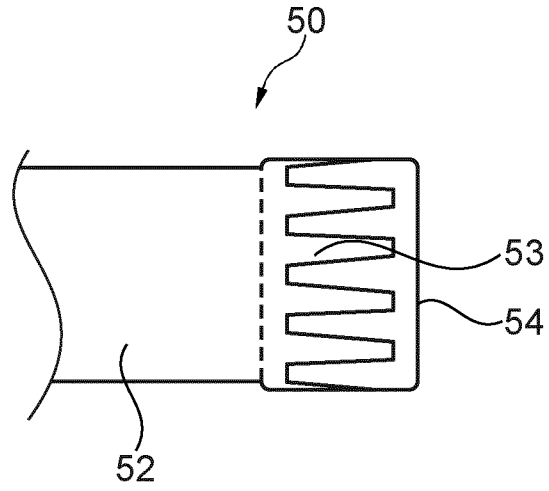


Fig. 2

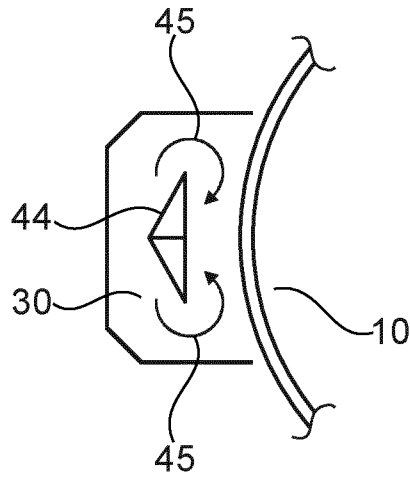


Fig. 3

4/5

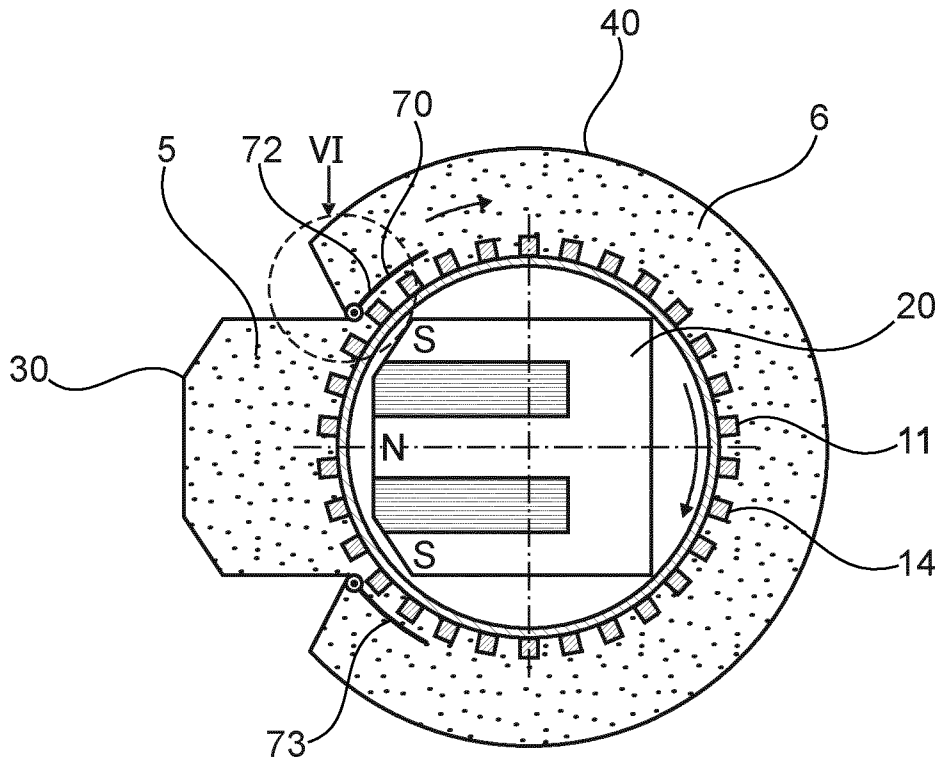


Fig. 5

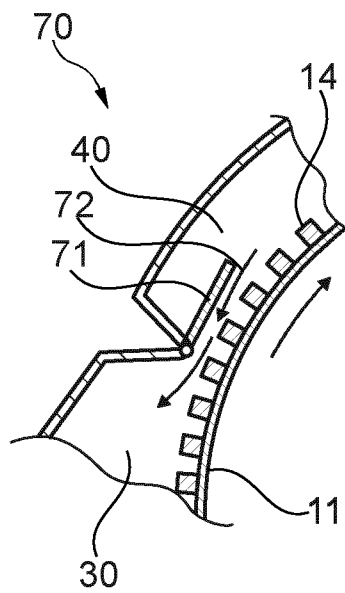


Fig. 6

5/5

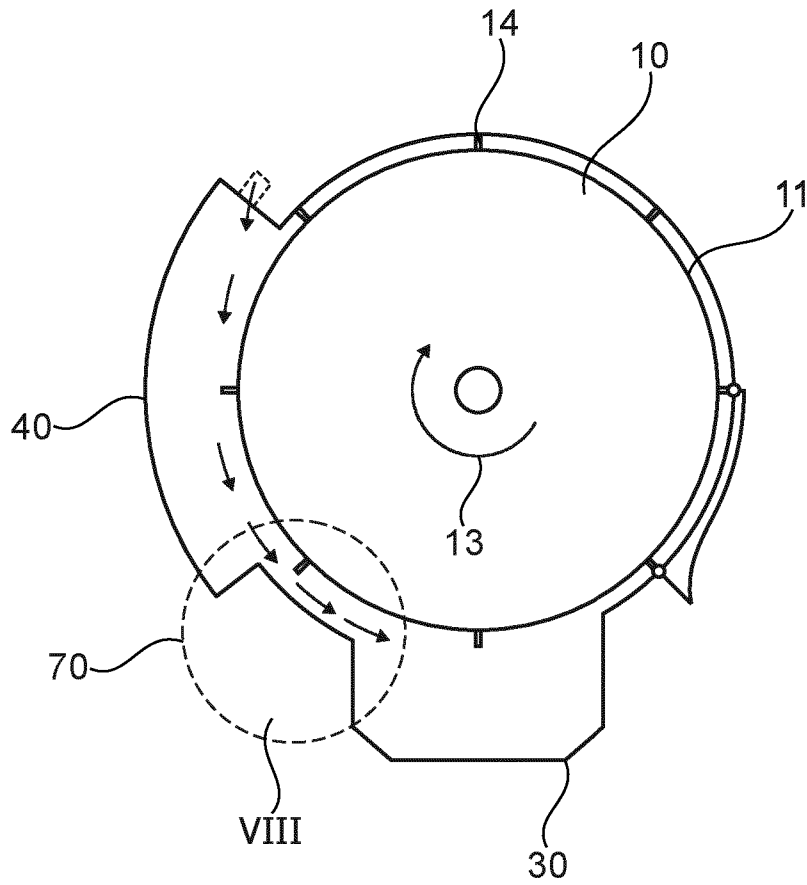


Fig. 7

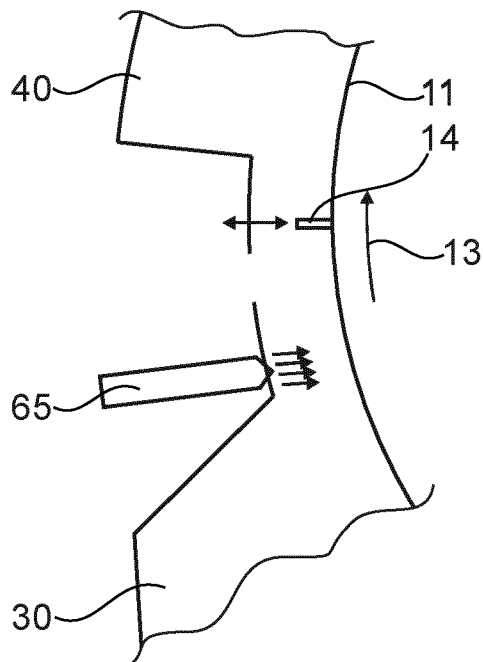


Fig. 8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2017/057408

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. B03C1/033 B03C1/14 B03C1/26
ADD.
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
B03C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 29 49 855 A1 (KLOECKNER HUMBOLDT DEUTZ AG [DE]) 19 June 1981 (1981-06-19) figure 2 Seite 13, letzter Absatz - Seite 14, erster Absatz	1-15
X	----- CN 204 892 118 U (ZHANG MINGDA; ZHANG ZHENYU) 23 December 2015 (2015-12-23) figures 2-4	1-15
A	----- DE 30 38 426 A1 (IMPERIAL COLLEGE [GB]; CRYOGENIC CONSULT [GB]) 23 April 1981 (1981-04-23) Seite 14, letzter Absatz - Seite 15, erster Absatz	1-15
	----- -/--	

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search 24 November 2017	Date of mailing of the international search report 09/01/2018
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Menck, Anja

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2017/057408

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP H10 138083 A (TANAKA SEISAKUSHO KK) 26 May 1998 (1998-05-26) figure 4 -----	1-15
A	DE 195 10 116 A1 (MARKWORTH LUTZ DIPL ING [DE]) 26 September 1996 (1996-09-26) column 2, line 26 - line 33 -----	1-15
A	GB 12368 A A.D. 1913 (NATHORST HARRY JOHAN HJALMAR [SE]) 4 December 1913 (1913-12-04) figure 2 page 1, line 31 - page 2, line 2 -----	1-15
A	DE 965 301 C (SPODIG HEINRICH) 27 June 1957 (1957-06-27) figure 1 page 2, line 9 - line 13 -----	1-15
A	GB 100 064 A (KRUPP AG GRUSONWERK [DE]) 2 March 1916 (1916-03-02) figure 1 page 2, line 38 - line 41 -----	1-15
A	US 4 051 023 A (FOGLE ROBERT E ET AL) 27 September 1977 (1977-09-27) figure 1 column 2, line 66 - column 3, line 4 column 3, line 26 - line 29 -----	1-15
A	US 2013/146510 A1 (ROSS MICHAEL JOHN [US]) 13 June 2013 (2013-06-13) figure 1 paragraph [0031] -----	1-15
A	DE 20 2012 010543 U1 (PETERS CLAUDIUS PROJECTS GMBH [DE]) 14 February 2014 (2014-02-14) figure 1 paragraph [0033] -----	1-15
A	EP 2 604 347 A1 (SAS GS MAGNETIC [FR]) 19 June 2013 (2013-06-19) figure 1 paragraph [0072] -----	1-15
A	US 2 711 249 A (LAURILA ERKI A) 21 June 1955 (1955-06-21) figure 1 column 3, line 1 - line 5 -----	1-15

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No PCT/EP2017/057408

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 2949855	A1	19-06-1981	DE 2949855 A1 19-06-1981
			GB 2066108 A 08-07-1981
			ZA 8007799 B 30-12-1981

CN 204892118	U	23-12-2015	NONE

DE 3038426	A1	23-04-1981	AR 222904 A1 30-06-1981
			AU 545448 B2 18-07-1985
			BE 885653 A 02-02-1981
			BR 8006544 A 14-04-1981
			CA 1138379 A 28-12-1982
			CH 657541 A5 15-09-1986
			DE 3038426 A1 23-04-1981
			FR 2467020 A1 17-04-1981
			GB 2064377 A 17-06-1981
			IL 61271 A 15-06-1983
			IN 152802 B 14-04-1984
			JP S56100653 A 12-08-1981
			MX 148670 A 26-05-1983
			US 4478711 A 23-10-1984
			ZA 8006136 B 30-09-1981

JP H10138083	A	26-05-1998	NONE

DE 19510116	A1	26-09-1996	NONE

GB 191312368	A	04-12-1913	NONE

DE 965301	C	27-06-1957	NONE

GB 100064	A	02-03-1916	AT 74678 B 25-09-1918
			FR 512555 A 26-01-1921
			GB 100064 A 02-03-1916

US 4051023	A	27-09-1977	NONE

US 2013146510	A1	13-06-2013	US 2013146510 A1 13-06-2013
			WO 2013085706 A1 13-06-2013

DE 202012010543	U1	14-02-2014	NONE

EP 2604347	A1	19-06-2013	EP 2604347 A1 19-06-2013
			FR 2984184 A1 21-06-2013

US 2711249	A	21-06-1955	NONE

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. B03C1/033 B03C1/14 B03C1/26 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) B03C		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, WPI Data		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 29 49 855 A1 (KLOECKNER HUMBOLDT DEUTZ AG [DE]) 19. Juni 1981 (1981-06-19) Abbildung 2 Seite 13, letzter Absatz - Seite 14, erster Absatz -----	1-15
X	CN 204 892 118 U (ZHANG MINGDA; ZHANG ZHENYU) 23. Dezember 2015 (2015-12-23) Abbildungen 2-4 -----	1-15
A	DE 30 38 426 A1 (IMPERIAL COLLEGE [GB]; CRYOGENIC CONSULT [GB]) 23. April 1981 (1981-04-23) Seite 14, letzter Absatz - Seite 15, erster Absatz ----- -/--	1-15
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche 24. November 2017		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts 09/01/2018
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Menck, Anja

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	JP H10 138083 A (TANAKA SEISAKUSHO KK) 26. Mai 1998 (1998-05-26) Abbildung 4 -----	1-15
A	DE 195 10 116 A1 (MARKWORTH LUTZ DIPL ING [DE]) 26. September 1996 (1996-09-26) Spalte 2, Zeile 26 - Zeile 33 -----	1-15
A	GB 12368 A A.D. 1913 (NATHORST HARRY JOHAN HJALMAR [SE]) 4. Dezember 1913 (1913-12-04) Abbildung 2 Seite 1, Zeile 31 - Seite 2, Zeile 2 -----	1-15
A	DE 965 301 C (SPODIG HEINRICH) 27. Juni 1957 (1957-06-27) Abbildung 1 Seite 2, Zeile 9 - Zeile 13 -----	1-15
A	GB 100 064 A (KRUPP AG GRUSONWERK [DE]) 2. März 1916 (1916-03-02) Abbildung 1 Seite 2, Zeile 38 - Zeile 41 -----	1-15
A	US 4 051 023 A (FOGLE ROBERT E ET AL) 27. September 1977 (1977-09-27) Abbildung 1 Spalte 2, Zeile 66 - Spalte 3, Zeile 4 Spalte 3, Zeile 26 - Zeile 29 -----	1-15
A	US 2013/146510 A1 (ROSS MICHAEL JOHN [US]) 13. Juni 2013 (2013-06-13) Abbildung 1 Absatz [0031] -----	1-15
A	DE 20 2012 010543 U1 (PETERS CLAUDIUS PROJECTS GMBH [DE]) 14. Februar 2014 (2014-02-14) Abbildung 1 Absatz [0033] -----	1-15
A	EP 2 604 347 A1 (SAS GS MAGNETIC [FR]) 19. Juni 2013 (2013-06-19) Abbildung 1 Absatz [0072] -----	1-15
A	US 2 711 249 A (LAURILA ERKI A) 21. Juni 1955 (1955-06-21) Abbildung 1 Spalte 3, Zeile 1 - Zeile 5 -----	1-15

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2017/057408

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 2949855	A1	19-06-1981	DE 2949855 A1 19-06-1981
			GB 2066108 A 08-07-1981
			ZA 8007799 B 30-12-1981

CN 204892118	U	23-12-2015	KEINE

DE 3038426	A1	23-04-1981	AR 222904 A1 30-06-1981
			AU 545448 B2 18-07-1985
			BE 885653 A 02-02-1981
			BR 8006544 A 14-04-1981
			CA 1138379 A 28-12-1982
			CH 657541 A5 15-09-1986
			DE 3038426 A1 23-04-1981
			FR 2467020 A1 17-04-1981
			GB 2064377 A 17-06-1981
			IL 61271 A 15-06-1983
			IN 152802 B 14-04-1984
			JP S56100653 A 12-08-1981
			MX 148670 A 26-05-1983
			US 4478711 A 23-10-1984
			ZA 8006136 B 30-09-1981

JP H10138083	A	26-05-1998	KEINE

DE 19510116	A1	26-09-1996	KEINE

GB 191312368	A	04-12-1913	KEINE

DE 965301	C	27-06-1957	KEINE

GB 100064	A	02-03-1916	AT 74678 B 25-09-1918
			FR 512555 A 26-01-1921
			GB 100064 A 02-03-1916

US 4051023	A	27-09-1977	KEINE

US 2013146510	A1	13-06-2013	US 2013146510 A1 13-06-2013
			WO 2013085706 A1 13-06-2013

DE 202012010543	U1	14-02-2014	KEINE

EP 2604347	A1	19-06-2013	EP 2604347 A1 19-06-2013
			FR 2984184 A1 21-06-2013

US 2711249	A	21-06-1955	KEINE
