

(19)



(11)

EP 3 233 312 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
17.02.2021 Patentblatt 2021/07

(51) Int Cl.:
B07C 5/34 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **15816128.1**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2015/079721

(22) Anmeldetag: **15.12.2015**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2016/096802 (23.06.2016 Gazette 2016/25)

(54) VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM SORTIEREN VON SCHÜTTGUT

METHOD AND DEVICE FOR SORTING BULK MATERIAL

PROCÉDÉ ET DISPOSITIF DE TRI POUR MATÉRIAU EN VRAC

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR

(30) Priorität: **15.12.2014 CH 19322014**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
25.10.2017 Patentblatt 2017/43

(73) Patentinhaber: **Ost - Ostschweizer Fachhochschule 8640 Rapperswil (CH)**

(72) Erfinder: **BUNGE, Rainer 8849 Alpthal (CH)**

(74) Vertreter: **Frischknecht, Harry Ralph Isler & Pedrazzini AG Giesshübelstrasse 45 Postfach 1772 8027 Zürich (CH)**

(56) Entgegenhaltungen:
WO-A1-2012/118373

EP 3 233 312 B1

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

Beschreibung

TECHNISCHES GEBIET

[0001] Die Erfindung fällt in das Gebiet der Aufbereitungstechnik und betrifft ein Verfahren zur Sortierung eines Schüttgutstromes nach Anspruch 1, eine Sortiervorrichtung nach Anspruch 8 sowie eine Schüttgutsortieranlage nach Anspruch 13.

STAND DER TECHNIK

[0002] Schüttgutsortierer dienen, wie in den Fig. 6, 7, 8 für einen Wirbelstromscheider, einen Magnetscheider und einen Elektrostatischescheider dargestellt, zur Trennung eines Schüttgutes in wenigstens zwei Produkte, ein Konzentrat 20 und einen Rückstand 21. Um die Produkte voneinander zu trennen bzw. zu sortieren, werden Schüttgutsortierer häufig mit einem Splitter 1 ausgestattet. Der obere Grat des Splitters wird als Trennschneide bezeichnet.

[0003] Die folgenden Ausführungen werden anhand eines Wirbelstromscheidungers nach der Figur 6 illustriert - sie sind sinngemäss übertragbar auf andere Schüttgutsortierer, die über eine Trennschneide verfügen. Wirbelstromscheider gemäss Fig. 6 dienen zur Trennung von elektrisch leitfähigem 10 und elektrisch nicht leitfähigem Material 11. Sie bestehen aus einem Fördermittel 7, und einem Erreger 5 für eine Trennkraft. Während die nicht leitfähigen Partikel 11 nach dem Bandabwurf der Trajektorie für den horizontalen Wurf folgen und als Rückstand 21 ausgetragen werden, gelangen die leitfähigen Partikel 10 durch Ablenkung mittels der durch 5 erzeugten Trennkraft in das Konzentrat 20. Die Zuweisung der Partikel in eines der Produkte (Rückstand, Konzentrat) erfolgt mit einem in der Regel verstellbaren Splitter 1, dessen oberer Grat im Folgenden als Trennschneide bezeichnet wird. Die Trajektorien der Partikel hängen, abgesehen von der Leitfähigkeit, auch von einer Vielzahl weiterer Faktoren ab, insbesondere von der Korngrösse, der Kornform, der Ausrichtung der Partikel auf dem Fördermittel, der Geschwindigkeit des Fördermittels sowie dem Durchsatz. Daher kommt es in der Regel zu einer Überlagerung der Trajektorien leitfähiger und nicht leitfähiger Partikel. Beispielsweise können sich die Trajektorien von kleinen leitfähigen Partikeln 10b mit denen von grösseren nicht leitfähigen Partikeln 11a überkreuzen (Fig. 3).

[0004] Das Trennergebnis von Wirbelstromscheidern wird massgeblich durch die Position der Trennschneide definiert. Die Trennschneide wird in der Praxis manuell vom Anlagenpersonal nach dem Augenschein eingestellt und während des Betriebes nur selten überprüft. Unbefriedigend ist hierbei, dass die Einstellung erstens subjektiv erfolgt, und dass diese zweitens nicht automatisch korrigiert wird, wenn sich die Bedingungen ändern. Typische Parameter, welche die Trajektorien der Partikel vom Anlagenpersonal unbemerkt beeinflussen können, und damit das Trennergebnis verschlechtern, sind:

- Veränderung der Korngrösse (wobei grössere Partikel weiter fliegen als kleine)
- Veränderung der Materialfeuchte (wobei die Partikel mehr oder minder stark am Fördermittel "kleben" bleiben)
- Veränderung der Fördergeschwindigkeit, z.B. als Folge eines heisslaufenden Antriebsmotors für das Fördermittel.
- Veränderung der Trennkraft (z.B. durch vermehrtes Auftreten von paramagnetischen Partikeln, welche das Magnetfeld des Wirbelstromscheidungers stören)
- "Anbackungen" auf dem Fördermittel erhöhen den Abstand der Partikel zum Magnetfeld und verringern folglich die Abstossung.

[0005] Wird beispielsweise die Trennschneide für grobkörniges Material eingestellt, dann gelangen nach einer Veränderung der Materialzusammensetzung, z.B. durch Verschiebung der Korngrösse nach unten, alle Partikel, ob leitfähig oder nicht, in den Rückstand; es findet also keine Trennung statt. Erst durch Nachstellen der Trennschneide kann ein guter Trennerfolg wieder hergestellt werden.

[0006] Aus der WO 2012/118373 ist ein Ansatz zur Verbesserung der Sortierung bekannt geworden. Nach dem Verfahren WO 2012/118373 wird die Partikelanzahl, und gegebenenfalls auch die Partikelzusammensetzung, insbesondere der Metallgehalt, in wenigstens einem der beiden Produkte gemessen. Die Messergebnisse werden dazu benutzt, die Position der Trennschneide zu regeln. Nachteilig ist hierbei, dass es in der Praxis sehr aufwändig ist die gesamte Anzahl von Partikeln in einem Produkt sowie deren relevante Eigenschaften zu messen. In der WO 2012/118373 wird auch die Erfassung nur eines Teilstroms vorgeschlagen, was allerdings die Frage nach der Repräsentativität einzelner Teilströme für den Gesamtstrom aufwirft.

DARSTELLUNG DER ERFINDUNG

[0007] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung zu schaffen, die es erlauben, die Trennergebnisse von Schüttgutsortierern mit Trennschneiden zu verbessern. Insbesondere ist es eine Aufgabe, die Verbesserung zu erreichen, ohne dass hierfür eine komplexe Messtechnik erforderlich wäre.

[0008] Diese Aufgabe wird durch das Verfahren nach Anspruch 1 gelöst. Demgemäss dient ein Verfahren zur Sortierung eines Schüttgutstromes, mit mindestens einer ersten Schüttgutfraktion, in welcher Material, welches schwach auf die Trennkraft reagiert, angereichert ist, und einer zweiten Schüttgutfraktion, in welcher Material angereichert ist, welches stark auf die Trennkraft reagiert. In der ersten Schüttgutfraktion sind beispielsweise elektrisch schwach leitfähige Partikel angereichert und in der zweiten Schüttgutfraktion Partikel, die stärker elektrisch leitfähig sind. Der Schüttgutstrom wird auf einen zwischen den Schüttgutfraktionen zu positionierenden Split-

ter mit einer vorzugsweise dem Schüttgutstrom entgegen gerichteten Trennschneide gerichtet. Weiter ist mindestens ein Sensor zur Erfassung der Partikel vorgesehen. Die Schüttgutfraktionen überlagern sich auf bzw. leicht über der Trennschneide nur teilweise oder gar nicht. Der mindestens eine Sensor erfasst den Anzahlstrom der Partikel, die den Erfassungsbereich des mindestens einen Sensors passieren. Weiter wird ein auf dem erfassten Anzahlstrom und der korrespondierenden Position des mindestens einen Sensors beruhendes Steuersignal bereitgestellt. Die Trennschneide und der Schüttgutstrom werden basierend auf dem Steuersignal derart relativ zueinander ausgerichtet, dass die erste Schüttgutfraktion im Wesentlichen auf die eine Seite und die zweite Schüttgutfraktion im Wesentlichen auf die andere Seite der Trennschneide zu liegen kommt.

[0009] Die Erfassung des ortsabhängigen Anzahlstroms der Partikel im Bereich der Trennschneide kann mit einer einfachen Sensoranordnung erfolgen, was den Vorteil hat, dass eine aufwändige Messtechnik entfällt. Der Anzahlstrom wird räumlich, vorzugsweise in der Horizontalen aufgelöst, erfasst. Durch den mittels des mindestens einen Sensors abgedeckten Erfassungsbereich kann eine selektive Erfassung der Partikel in einem ausgewählten Bereich des gesamten Partikelstroms erfolgen. Dieser Bereich ist hinsichtlich Anzahlstrom oder Zusammensetzung in der Regel nicht repräsentativ für eine der beiden Schüttgutfraktionen oder für eines der erzeugten Produkte. Der Bereich dient lediglich der Erfassung und räumlichen Zuordnung eines für die Positionierung des Splitters relevanten Anzahlstroms.

[0010] Unter der Ausdrucksweise "dem Schüttgutstrom entgegen gerichtete Trennschneide" wird bevorzugt die Orientierung der durch die Trennschneide verlaufenden, parallel zum Schüttgutstrom ausgerichteten Längsachse des Splitters verstanden. Wenn der Schüttgutstrom im Wesentlichen senkrecht auf die Trennschneide herunterfällt, so ist die dem Schüttgutstrom entgegen gerichtete Längsachse des Splitters im Wesentlichen vertikal ausgerichtet.

[0011] Unter einem "nur teilweisen Überlagern der beiden Schüttgutfraktionen" wird verstanden, dass sich die Schüttgutfraktionen nur am Rand ihrer räumlichen Ausdehnung überlagern. Im Bereich der Überlagerung ist sowohl die erste als auch die zweite Schüttgutfraktion vorhanden. Seitlich zum Bereich der Überlagerung ist dann praktisch ausschliesslich die erste bzw. auf der anderen Seite praktisch ausschliesslich die zweite Schüttgutfraktion vorhanden.

[0012] Unter der Ausdrucksweise "Anzahlstrom" werden erfasste Partikel pro Zeiteinheit verstanden. Der Anzahlstrom wird also als erfasste Partikel pro Zeiteinheit definiert. Wenn in diesem Zusammenhang von der Erfassung oder Messung eines Anzahlstromes die Rede ist, so schliesst dies auch Messungen ein, aus denen der lokale Anzahlstrom ermittelbar ist, z.B. die Messung des Massenstroms oder die Messung der Trajektoriendichte.

[0013] Unter "Ausrichtung" oder "Positionierung" der

Trennschneide wird die Veränderung der Lage der Trennschneide im Raum verstanden. Vorteilhafterweise wird eine Verschiebung der Trennschneide durch die horizontale Verschiebung des Splittes erreicht. Unter "Ausrichtung" oder "Positionierung" der Trennschneide sind jedoch auch die vertikale Verschiebung der Trennschneide durch vertikale Verschiebung des Splitters oder dessen Verlängerung, sowie andere räumliche Lageänderungen der Trennschneide, z.B. durch Kippen des Splitters um eine horizontale Drehachse möglich. Eine kombinierte Bewegung in der Horizontalen und der Vertikalen ist auch denkbar.

[0014] Unter der Ausdrucksweise "Erfassungsbereich" wird ein selektiver Bereich verstanden, welcher einen Teil des gesamten Raums, welcher durch eine den Schüttgutstrom umgebende Hülle definiert wird, einnimmt. Der Erfassungsbereich kann dreidimensional oder zweidimensional sein. Innerhalb des Erfassungsbereiches kann der mindestens eine Sensor frei positioniert werden. Mit anderen Worten kann die Ausdehnung des Erfassungsbereichs im Wesentlichen durch die Positionierbarkeit des mindestens einen Sensors definiert werden.

[0015] Der Erfassungsbereich kann unabhängig von dem Bereich, in welchem der Splitter mit der Trennschneide positioniert werden kann, sein. Die Trennschneide kann in diesem Fall unabhängig von der Ausdehnung des Erfassungsbereichs positioniert werden. Die Positionierung der Trennschneide kann innerhalb oder auch ausserhalb des Erfassungsbereichs erfolgen.

[0016] Der Erfassungsbereich kann alternativ abhängig von dem Bereich, in welchem der Splitter mit der Trennschneide positioniert werden kann, sein. Dies kann z.B. der Fall sein, wenn der mindestens eine Sensor fest mit dem Splitter verbunden ist und insbesondere unmittelbar benachbart zur Trennschneide angebracht ist.

[0017] Der Erfassungsbereich liegt vorzugsweise oberhalb oder auf der Höhe der Trennschneide. Das heisst, dass die Partikel vor dem Auftreffen auf die Trennschneide den Erfassungsbereich passieren und dort durch den Sensor erfasst werden. Der mindestens eine Sensor ist demnach vorzugsweise oberhalb der Trennschneide angeordnet und zwar derart, dass die Partikel vor Auftreffen auf die Trennschneide durch den mindestens einen Sensor erfasst werden.

[0018] Der Erfassungsbereich des mindestens einen Sensors ist vorzugsweise parallel zur Trennschneide orientiert. Je nach Sensoranordnung kann sich der Erfassungsbereich quer und oder bezüglich seiner Höhe zur Trennschneide ausdehnen.

[0019] Der Erfassungsbereich ist vorzugsweise ein selektiver im Bereich der Trennschneide liegender Bereich. Die Erfassung der Partikel ausschliesslich im Erfassungsbereich hat den Vorteil, dass die Anordnung der Sensoren und auch die Auswertung der Sensordaten stark vereinfacht werden kann.

[0020] Der Erfassungsbereich wird in einer Variante durch eine Ebene definiert, welche im Wesentlichen pa-

rallel zur Trennschneide und quer zur Längsachse des Splitters und insbesondere auf oder oberhalb der Trennschneide verläuft. Mit anderen Worten liegt diese Ebene senkrecht zu der entgegen dem Schüttgutstrom ausgerichteten Trennschneide, also senkrecht zu der durch die Trennschneide verlaufenden Längsachse des Splitters. Dabei werden die Partikel erfasst, welche durch die Ebene hindurchtreten. Bei dieser Variante kann von einem zweidimensionalen Erfassungsbereich gesprochen werden.

[0021] Mit anderen Worten wird der Anzahlstrom räumlich parallel zur Trennschneide und quer zur Längsachse des Splitters aufgelöst erfasst. Es wird also eine Zuordnung von einzelnen Anzahlstrommessungen zu Positionen auf einer quer zur Längsachse des Splitters verlaufenden Achse, welche auch als X-Achse bezeichnet werden kann, vorgenommen. Aus dieser Zuordnung kann die optimale Trennschneidenposition ermittelt werden.

[0022] Der Erfassungsbereich erstreckt sich bevorzugt nicht über die gesamte Breite des Schüttgutstroms oder der Schüttgutfraktionen oder repräsentativer Teilströme derselben.

[0023] In einer Weiterbildung des genannten Erfassungsbereichs kann dieser in der Ebene weiter eingeschränkt werden. Beispielsweise kann sich der Erfassungsbereich über die gesamte Länge der Trennschneide und jeweils seitlich zur Trennschneide in einem vorbestimmten Abstand erstrecken. Somit wird im Wesentlichen ein rechteckiger zweidimensionaler Erfassungsbereich bereitgestellt. Der Abstand zur Trennschneide kann je nach Ausführung bis zu 50 Zentimeter, insbesondere bis zu 25 Zentimeter, besonders bevorzugt bis zu 10 Zentimeter und besonders bevorzugt bis zu 5 Zentimeter sein. Vorzugsweise ist der Erfassungsbereich in dieser Variante ein in der Ebene liegendes Rechteck mit einer Länge, die der Länge der Trennschneide entspricht und einer Breite, die dem doppelten des besagten Abstandes entspricht.

[0024] Der Erfassungsbereich kann bei einem einzigen Sensor aber auch die Form einer in der Horizontalen bzw. parallel zur Trennschneide verlaufenden Linie haben.

[0025] Der Erfassungsbereich ist in einer anderen Variante ein durch einen auf oder oberhalb der Trennschneide liegenden Quader mit geringer Höhe definiert. Bei dieser Variante kann von einem dreidimensionalen Erfassungsbereich gesprochen werden. Es handelt sich also um einen flachen Quader, dessen zur Trennschneide parallele Längsachse vorzugsweise im Bereich der Trennschneide liegt. In seiner Länge erstreckt sich der flache Quader vorzugsweise über die gesamte Länge der Trennschneide. In seiner Breite ist der flache Quader senkrecht zur Längsachse des Splitters ausgerichtet und erstreckt sich seitlich zur Trennschneide in einem vorbestimmten Abstand. Der Abstand der seitlichen Kanten des Quaders zur Trennschneide kann je nach Ausführung bis zu 50 Zentimeter, insbesondere bis zu 25 Zen-

timeter, besonders bevorzugt bis zu 10 Zentimeter und besonders bevorzugt bis zu 5 Zentimeter sein. Die Höhe des Quaders ist vorzugsweise unter, insbesondere wesentlich unter, den genannten Abständen.

[0026] Die Position des Sensors kann mit einem Wegmesssystem erfasst werden, welches die Position des Sensors relativ zu einem ortsfesten Referenzpunkt bestimmt. Der Referenzpunkt kann ein beliebig ortsfest angeordnet Punkt sein. Das Wegmesssystem kann dann entsprechende Positionsdaten ausgeben, welche dann zusammen mit dem Anzahlstrom zum Steuersignal verarbeitet werden.

[0027] In einer ersten Variante der Ausrichtung wird die Trennschneide relativ zum auf den gleichen Ort gerichteten Schüttgutstrom basierend auf dem Steuersignal ausgerichtet.

[0028] In einer zweiten Variante der Ausrichtung wird der Schüttgutstrom relativ zur feststehenden Trennschneide ausgerichtet.

[0029] In einer dritten Variante der Ausrichtung wird die Trennschneide relativ zum Schüttgutstrom und der Schüttgutstrom wird relativ zur Trennschneide basierend auf dem Steuersignal ausgerichtet.

[0030] Die Ausrichtung von Trennschneide und/oder Schüttgutstrom kann automatisch oder manuell erfolgen. Bei einer manuellen Einstellung wird das Steuersignal beispielsweise als Alarm an die Messwarte weitergegeben. Der Anlagenführer kontrolliert daraufhin die Positionierung der Trennschneide im Schüttgutstrom visuell und korrigiert sie gegebenenfalls manuell. Bei einer automatischen Ausrichtung dient das Steuersignal als Stellgröße für einen auf die Trennschneide und/oder das Fördermittel wirkenden Antrieb.

[0031] Die Trennschneide verläuft in Einbaulage im Wesentlichen in der Horizontalen. Die Ausdrucksweise im Wesentlichen schliesst eine winklige Neigung der Trennschneide zur Horizontalen von bis 20°, insbesondere von bis zu 10°, mit ein. Vorzugsweise verläuft die Trennschneide mit keiner oder nur geringer Winkelabweichung zur Horizontalen. Die Horizontale verläuft, wie bereits erwähnt, rechtwinklig zur Lotebene.

[0032] Die Trennschneide verläuft vorzugsweise parallel zur Querachse des Schüttgutstroms, also quer zur Bewegungsrichtung des Schüttgutstroms.

[0033] Vorzugsweise erfolgt die relative Ausrichtung zwischen Trennschneide und Schüttgutstrom derart, dass der Anzahlstrom der vom Sensor erfassten Partikel an dieser Stelle minimal ist. Das heisst, im Bereich der Trennschneide trifft im Vergleich zu seitlich benachbarten Bereichen neben der Trennschneide eine geringere Zahl von Partikeln auf. Mit anderen Worten wird die Trennschneide mittels dem Steuersignal im Wesentlichen dort positioniert, wo der mittels dem mindestens einen Sensor bestimmte Anzahlstrom der Partikel minimal ist.

[0034] Mit Blick auf die oben erwähnten Varianten der Ausrichtung heisst dies, dass die Trennschneide zum Schüttgutstrom an der Stelle positioniert wird, an welcher

der Anzahlstrom der vom Sensor erfassten Partikel minimal ist und/oder dass der Schüttgutstrom zur Trennschneide an der Stelle positioniert wird, an welcher der Anzahlstrom der vom Sensor erfassten Partikel minimal ist.

[0035] In einer besonders bevorzugten Ausführungsform werden mit dem besagten mindestens einen Sensor ausschliesslich die im Bereich der Trennschneide auftreffenden Partikel erfasst. Der Erfassungsbereich ist hier in Richtung der Trennschneide orientiert und sehr schmal. Der mindestens eine Sensor ist also ausschliesslich dazu ausgebildet, den Partikelstrom im Bereich der Trennschneide zu erfassen. Unter dem Ausdruck "im Bereich der Trennschneide" wird verstanden, dass die auf die Trennschneide auftreffenden Partikel oder die in ihrer unmittelbaren Nähe seitlich passierenden Partikel erfasst werden. Der besagte Erfassungsbereich umfasst in dieser Ausführung die Trennschneide selbst und erstreckt sich im Abstand von wenigen Zentimetern beidseitig und oberhalb der Trennschneide. Der mindestens eine Sensor ist in dieser Variante nicht ausgebildet um entfernt von der Trennschneide passierende Partikel zu erfassen. Mit anderen Worten gesagt ist der Sensor vorzugsweise dazu ausgebildet, ausschliesslich die im Bereich der Trennschneide auftreffenden Partikel, nicht aber diejenigen Partikel einer gesamten Schüttgutfraktion oder die eines bezüglich dem Trennmerkmal repräsentativen Teilstroms davon zu erfassen. Durch diese Art der Ausbildung des Sensors bzw. des Erfassungsbereichs kann eine selektive Erfassung der Partikel in einem ausgewählten Bereich des gesamten Partikelstroms erfolgen. Dies führt zu einer Vereinfachung der Messtechnik gegenüber den Methoden, welche die Schüttgutfraktionen kumulativ erfassen, wie beispielsweise in WO 2012/118373 beschrieben.

[0036] In dieser besonders bevorzugten Ausführungsform ist der Sensor fest mit dem Splitter verbunden und der Erfassungsbereich des Sensors liegt direkt über der Trennschneide, wodurch die auf die Trennschneide auftreffenden Partikel gemessen werden.

[0037] In einer Weiterbildung des Verfahrens wird die Verteilungsfunktion des Anzahlstroms der Partikel über den korrespondierenden Positionen des mindestens einen Sensors, insbesondere parallel zur und über der Trennschneide, also im Wesentlichen quer zur Längsachse des Splitters ermittelt, wobei ein relatives Minimum der Verteilungsfunktion oder ein relatives Minimum einer Ableitung der Verteilungsfunktion berechnet wird, wobei das Steuersignal basierend auf dem relativen Minimum bereitgestellt wird.

[0038] Zur Ermittlung der Verteilungsfunktion des Anzahlstroms wird die Position des mindestens einen Sensors relativ zum Schüttgutstrom und/oder zur Trennschneide während des Betriebs, vorzugsweise in der Horizontalen knapp oberhalb der Trennschneide in der Horizontalen, variiert. Zugleich kann die Position des jeweiligen Sensors zu einem ortsfesten Referenzpunkt erfasst werden. Hierdurch kann die Verteilungsfunktion einfach

bestimmt werden. Vorzugsweise wird der Sensor im Wesentlichen über den besagten Erfassungsbereich beidseitig zur Trennschneide verschoben. Dieser Bereich umfasst in der Regel einige Zentimeter bis Dezimeter.

[0039] Die Variierung oder Bewegung des Sensors kann unabhängig von der Trennschneide erfolgen. Das heisst, dass der mindestens eine Sensor relativ zur feststehenden Trennschneide im Erfassungsbereich bewegt werden und die Trennschneide dann unabhängig von der Sensorlage positioniert werden kann.

[0040] Die Variierung oder Bewegung des Sensors relativ zum Schüttgutstrom kann alternativ abhängig von der Trennschneide erfolgen. Das heisst, dass der mindestens eine Sensor fest zur Trennschneide angeordnet ist und die Kombination Trennschneide und Sensor miteinander gemeinsam bewegt wird. Alternativ kann auch der Schüttgutstrom relativ zum Sensor bewegt werden, indem z.B. die Trajektorien der Schüttgutfraktionen variiert werden.

[0041] Alternativ oder zusätzlich zur Veränderung der Position des Sensors können auch mehrere Sensoren mehrere parallele Messstrecken bereitstellen. Die Messstrecken sind dabei bevorzugt im besagten Bereich beidseitig zur Trennschneide vorhanden. Zugleich wird die Position des jeweiligen Sensors zu einem ortsfesten Referenzpunkt bestimmt.

[0042] Vorzugsweise wird das Schüttgut in einem Schritt der Trennung in die beiden Schüttgutfraktion mit jeweils unterschiedlichen Flugtrajektorien aufgeteilt, wobei der Schritt der Trennung räumlich und zeitlich vor dem Passieren der Schüttgutfraktionen in Höhe der Trennschneide erfolgt.

[0043] Vorzugsweise ist die Trennung mit dem besagten Steuersignal steuerbar. Hierdurch können die Flugtrajektorien derart beeinflusst werden, dass eine der Schüttgutfraktionen auf eine Seite der Trennschneide auftrifft und dass die andere der Schüttgutfraktionen auf die andere Seite der Trennschneide auftrifft. Folglich wird der Schüttgutstrom relativ zur feststehenden Trennschneide ausgerichtet. Zusätzlich kann die Trennschneide relativ zum Schüttgutstrom und der Schüttgutstrom relativ zur Trennschneide basierend auf dem Steuersignal ausgerichtet werden.

[0044] Vorzugsweise erfolgt die Trennung an einem Schüttgutseparator mit einem Fördermittel und einem Erreger zur Bereitstellung einer Trennkraft, wobei die Geschwindigkeit des Fördermittels und/oder die durch den Erreger bereitgestellte auf das Schüttgut wirkende Kraft durch das besagte Steuersignal steuerbar sind. Aus dieser Ausführungsform ergibt sich eine vorteilhafte Möglichkeit, welche darin besteht, die Position der Trennschneide nicht zu variieren, sondern die Geschwindigkeit des Förderbandes anhand des Steuersignals anzupassen, wodurch sich der Schüttgutstrom insgesamt gegenüber der Trennschneide horizontal verschiebt. Alternativ oder zusätzlich kann auch die Feldstärke des Erregers beeinflusst werden, wodurch sich die Position des Stromes der zweiten Schüttgutfraktion relativ zur Trenn-

schneide verändert.

[0045] Die oben erwähnte Aufgabe wird erfindungsgemäss auch durch eine im Anspruch 8 definierte Sortier-
vorrichtung, insbesondere zur Durchführung eines Ver-
fahrens nach obiger Beschreibung gelöst. Diese dient
zur Sortierung eines Schüttgutstromes mit mindestens
einer ersten Schüttgutfraktion und einer zweiten Schütt-
gutfraktion. Die Sortiervorrichtung umfasst einen zw-
ischen den Schüttgutfraktionen zu positionierenden Split-
ter mit einer dem Schüttgutstrom entgegen gerichteten
Trennschneide. Weiter umfasst die Sortiervorrichtung
mindestens einen Sensor. Die Schüttgutfraktionen über-
lagern sich auf bzw. leicht über der Trennschneide nur
teilweise oder nicht. Der Schüttgutstrom ist auf die Trenn-
schneide führbar, wobei der mindestens eine Sensor zur
Erfassung des Anzahlstroms der Partikel, die einen Er-
fassungsbereich des mindestens einen Sensors passie-
ren, ausgebildet ist. Der erfasste Anzahlstrom wird der
korrespondierenden Position des mindestens einen Sen-
sors, insbesondere relativ zu einem ortsfesten Punkt im
Raum, zugeordnet. Aus dem ermittelten Anzahlstrom
und der korrespondierenden Position des mindestens ei-
nen Sensors wird dann ein Steuersignal erzeugt. Die
Trennschneide und der Schüttgutstrom werden basie-
rend auf dem Steuersignal derart relativ zueinander aus-
gerichtet, dass die erste Schüttgutfraktion im Wesentli-
chen auf die eine Seite und die zweite Schüttgutfraktion
im Wesentlichen auf die andere Seite zu der Trenn-
schneide zu liegen kommt.

[0046] Die Erzeugung des Steuersignals aus Anzahl-
strom und Position kann beispielsweise in einer Steue-
rung oder einem Computer erfolgen.

[0047] Die Position des Sensors kann mit einem Weg-
messsystem erfasst werden, welches die Position des
Sensors basierend zu einem ortsfesten Referenzpunkt
bestimmt. Das Wegmesssystem kann dann entspre-
chende Positionsdaten ausgeben, welche dann zusam-
men mit dem Anzahlstrom zum Steuersignal verarbeitet
werden.

[0048] Der mindestens eine Sensor ist vorzugsweise
derart angeordnet, dass dieser den besagten Erfas-
sungsbereich überwacht.

[0049] Bezüglich der Eigenschaften des Erfassungsbereichs wird auf obige im Zusammenhang mit dem Ver-
fahren gemachten Erläuterungen verwiesen.

[0050] Vorzugsweise wird die Trennschneide mittels
des Steuersignals im Wesentlichen dort positioniert, wo
der mittels des mindestens einen Sensors bestimmte An-
zahlstrom der Partikel minimal ist.

[0051] Vorzugsweise ist der mindestens eine Sensor
derart angeordnet, dass dieser ausschliesslich die im Er-
fassungsbereich auftreffenden Partikel erfasst. Die Par-
tikel ausserhalb des Erfassungsbereiches werden durch
den mindestens einen Sensor nicht erfasst. Da der Er-
fassungsbereich kleiner ist, als die gesamte Ausdehnung
des Schüttgutstromes, wird lediglich ein Teil des Schütt-
gutstromes mit dem Sensor abgedeckt. Dieser Teil des
Schüttgutstromes ist hinsichtlich der Anzahlstromvertei-

lung nicht repräsentativ für das Konzentrat oder den
Rückstand respektive eine der Schüttgutfraktionen.

[0052] Vorzugsweise ist der mindestens eine Sensor
bzw. der Erfassungsbereich derart angeordnet, dass die-
ser ausschliesslich die im Bereich der Trennschneide
auftreffenden Partikel erfasst bzw. umfasst. Der Bereich
der Trennschneide umfasst die Trennschneide selbst so-
wie wenige Zentimeter oberhalb und beidseitig der
Trennschneide. Besonders bevorzugt ist die Erfassung
von Partikeln knapp oberhalb der Trennschneide.

[0053] Mit "oberhalb" oder "über" der Trennschneide
ist ein Abstand gemeint, welcher der Anflugrichtung der
auf die Trennschneide anfliegenden Partikeln entgegen
gerichtet ist.

[0054] Besonders bevorzugt ist die Sortiervorrichtung
derart ausgebildet, dass die Trennschneide relativ zum
Schüttgutstrom im Bereich der Stelle positionierbar ist,
an welcher der Anzahlstrom der Partikel minimal ist
und/oder dass der Schüttgutstrom zur Trennschneide an
der Stelle positionierbar ist, an welcher der Anzahlstrom
der vom Sensor erfassten Partikel minimal ist.

[0055] In einer Weiterbildung der Sortiervorrichtung ist
die Verteilungsfunktion des Anzahlstroms der Partikel
über den korrespondierenden Positionen des mindes-
tens einen Sensors, insbesondere über der Trennschnei-
de und seitlich zur Trennschneide, ermittelbar, wobei ein
relatives Minimum der Verteilungsfunktion oder ein rela-
tives Minimum einer Ableitung der Verteilungsfunktion
berechenbar ist, wobei das Steuersignal basierend auf
dem relativen Minimum bereitstellbar ist.

[0056] Vorzugsweise wird zur Ermittlung der Vertei-
lungsfunktion des Anzahlstroms die Position des min-
destens einen Sensors relativ zum Schüttgutstrom
und/oder zur Trennschneide während des Betriebs par-
allel zur Trennschneide aber quer zu der dem Schüttgut-
strom entgegen gerichteten Längsachse des Splitters
variiert. Zugleich wird die Position des jeweiligen Sensors
zu einem ortsfesten Referenzpunkt erfasst. Alternativ
können mehrere Sensoren mit mehreren zur Trenn-
schneide parallelen Messstrecken bereitgestellt werden.

[0057] Vorzugsweise ist der mindestens eine Sensor
fest zur Trennschneide oder integriert in die Trennschnei-
de angeordnet, wobei der mindestens eine Sensor und
Trennschneide miteinander zur Erfassung der Partikel
an verschiedenen Positionen verfahrbar sind.

[0058] Alternativ ist der mindestens eine Sensor zur
Erfassung der Partikel unabhängig von der Trennschnei-
de an verschiedenen Positionen verfahrbar. Die Erfas-
sung des Anzahlstroms kann somit unabhängig von der
eigentlichen Lage der Trennschneide erfolgen.

[0059] Besonders bevorzugt ist der mindestens eine
Sensor in einem Erfassungsbereich bis zu 50 Zentimeter,
insbesondere bis zu 25 Zentimeter, bevorzugt bis zu 10
Zentimeter und besonders bevorzugt bis zu 5 Zentimeter
von der Trennschneide entfernt.

[0060] Vorzugsweise ist der Sensor ein optischer Sen-
sor, insbesondere eine Lichtschranke, und/oder ein
druckempfindlicher Sensor und/oder ein akustischer

Sensor, wie ein Körperschallmikrofon. Andere Sensoren können ebenfalls eingesetzt werden.

[0061] Vorzugsweise ist die Trennschneide mit einer Positioniereinrichtung ausgebildet, mit welcher basierend auf dem Steuersignal die Trennschneide relativ zu den Schüttgutströmen positionierbar ist.

[0062] Vorzugsweise weist die Sortiervorrichtung Produktausgänge auf, über welche die sortierten Schüttgutfraktionen von der Sortiervorrichtung abgebar sind, wobei im Bereich der Produktausgänge weitere Sensoren zur Erfassung der über die Produktausgänge abgebarren Partikel angeordnet sind.

[0063] In einer besonders bevorzugten Ausführungsform sind drei parallele Sensoren entlang der Horizontalen knapp über der Trennschneide entlang positioniert und mit dieser fest verbunden, wobei der mittlere Sensor ungefähr über der Trennschneide liegt. Um ein hohes Ausbringen oder eine hohe Konzentratqualität zu erreichen, können die drei Sensoren auch einige Zentimeter seitlich positioniert sein. In der Optimaleinstellung ist die Zählrate auf dem mittleren Sensor geringer als in den beiden flankierenden Sensoren. Wenn diese Bedingung nicht mehr gegeben ist, dann ist offenbar das Minimum aus der Optimalstellung ausgewandert. In diesem Fall wird die Trennschneide mit den daran befestigten Sensoren verfahren bis der mittlere Sensor wieder ein Minimum gegenüber den flankierenden Sensoren anzeigt (alternativ wird die Bandgeschwindigkeit minimiert ohne dass der Sensor und die Trennschneide bewegt werden). Der Vorteil dieser Anordnung liegt darin, dass sie unabhängig von Schwankungen in der Aufgabemenge ist.

[0064] Eine Schüttgutsortieranlage umfasst eine Sortiervorrichtung (auch als Schüttgutsortierer bezeichnet) nach obiger Beschreibung und einen Schüttguttrenner, mit welchem das Schüttgut in die Schüttgutfraktionen derart auftrennbar ist, dass sich die Schüttgutfraktionen nur teilweise oder nicht überlagern. Der Schüttguttrenner dient lediglich der Aufteilung des Schüttgutes in die beiden sich nicht oder nur teilweise überlagernden Bereiche, nicht aber der Sortierung derselben. Der Schüttguttrenner ist in Fliessrichtung des Schüttgutes gesehen, stromaufwärts zum Schüttgutsortierer angeordnet.

[0065] Vorzugsweise ist der Schüttguttrenner ein Wirbelstromscheider und/oder ein Magnetscheider und/oder ein Elektrostatischescheider und/oder ein Sensorsortierer.

[0066] Vorzugsweise umfasst die Schüttgutsortieranlage weiter ein Fördermittel, mit welchem zu trennendes Schüttgut dem Schüttguttrenner zuführbar ist.

[0067] Weitere Ausführungsformen sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

[0068] Nach einem anderen Aspekt ist eine Schüttgutsortieranlage mit einem Fördermittel, und einem Erreger für eine Trennkraft, und einer Trennschneide, und einem Sensor zum Erfassen von Partikeln, dadurch gekennzeichnet, dass der Sensor die auf der Trennschneide aufprallenden Partikel erfasst.

[0069] Der andere Aspekt kann alternativ oder zusätzlich zu den Merkmalen nach obiger Beschreibung ausgeführt sein.

[0070] Eine Schüttgutsortieranlage nach obigem Aspekt ist dadurch gekennzeichnet, dass der Sensor die Partikel aufgrund mechanischer Impulse erfasst, insbesondere mittels Mikrofon.

[0071] Eine Schüttgutsortieranlage nach obigem Aspekt ist dadurch gekennzeichnet, dass der Sensor die Partikel durch optische Methoden erfasst, insbesondere mittels einer Lichtschranke.

[0072] Eine Schüttgutsortieranlage nach obigem Aspekt ist dadurch gekennzeichnet, dass der Sensor mit der Trennschneide fest verbunden oder in diese integriert ist.

[0073] Eine Schüttgutsortieranlage nach obigem Aspekt ist dadurch gekennzeichnet, dass neben dem Sensor noch weitere Sensoren zur Erfassung von Partikeln im Bereich der Produktausträge vorgesehen sind.

[0074] Eine Schüttgutsortieranlage nach obigem Aspekt ist dadurch gekennzeichnet, dass diese ein Wirbelstromscheider oder ein Magnetscheider oder einen Elektrostatischescheider oder ein Sensorsortierer ist.

[0075] Eine Schüttgutsortierung nach einem anderen Aspekt mittels Schüttgutsortierer, der ein Fördermittel, und einen Erreger für eine Trennkraft, und eine Trennschneide, und einen Sensor zum Erfassen von Partikeln enthält, ist dadurch gekennzeichnet, dass die auf die Trennschneide auftreffenden Partikel mit dem Sensor erfasst werden und dass dieses Signal zur Optimierung des Trennergebnisses verwendet wird.

[0076] Eine Schüttgutsortierung nach obigem Aspekt ist dadurch gekennzeichnet, dass aus dem mittels Sensor erfassten Signal die Zählrate bestimmt wird und dass aus der Zählrate die Anzahl-Verteilungsfunktion ermittelt wird, und dass ein relatives Minimum der Anzahl-Verteilungsfunktion oder ein relatives Minimum einer Ableitung der Anzahl-Verteilungsfunktion zur Optimierung des Trennergebnisses verwendet wird.

[0077] Eine Schüttgutsortierung nach obigem Aspekt ist dadurch gekennzeichnet, dass das Signal von Sensor oder einer aus diesem Signal abgeleiteten Grösse zur Positionierung der Trennschneide verwendet wird.

[0078] Eine Schüttgutsortierung nach obigem Aspekt ist dadurch gekennzeichnet, dass das Signal von Sensor oder eine hieraus abgeleitete Grösse, zur Beeinflussung der Flugtrajektorien der Partikel verwendet wird, insbesondere indem die Geschwindigkeit des Fördermittels und/oder der Erreger der Trennkraft verändert wird.

[0079] Eine Schüttgutsortierung nach obigem Aspekt ist dadurch gekennzeichnet, dass die Position des Sensors während des Betriebs variiert wird, um ein relatives Minimum der Anzahl-Verteilungsfunktion, oder ein relatives Minimum einer Ableitung der Anzahl-Verteilungsfunktion, zu ermitteln.

[0080] Eine Schüttgutsortierung nach obigem Aspekt ist dadurch gekennzeichnet, dass die Trennschneide bei unterdrückter Trennkraft in dem Abstand von der Wirk-

position des Erregers der Trennkraft positioniert wird, bei dem das vom Sensor erfasste Signal gerade noch einen vorgegebenen Wert erreicht, z.B. Null.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0081] Bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung werden im Folgenden anhand der Zeichnungen beschrieben, die lediglich zur Erläuterung dienen und nicht einschränkend auszulegen sind. In den Zeichnungen zeigen:

- Fig. 1 eine Ausführungsform einer Schüttgutsortieranlage mit einer Sortiervorrichtung und einem Schüttguttrenner;
- Fig. 2 eine schematische Darstellung der Figur 1, mit Partikeln mit unterschiedlichen Flugtrajektorien;
- Fig. 3 eine schematische Darstellung der Figuren 1 und 2 mit der Verteilung der Partikeln;
- Fig. 4 eine schematische Darstellung der Figuren 1 und 2 mit der Verteilung der Partikeln;
- Fig. 5a,b zwei schematische Darstellungen von Sensoren im Bereich der Trennschneide, welche in einer Schüttgutsortieranlage nach einer der vorhergehenden Figuren einsetzbar ist; und
- Fig. 6 - 8 aus dem Stand der Technik bekannte Schüttgutsortierer.

BESCHREIBUNG BEVORZUGTER AUSFÜHRUNGSFORMEN

[0082] Anhand der Figuren 1 bis 5 werden nun bevorzugte Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung erläutert.

[0083] In den Figuren 1 bis 4 wird eine Schüttgutsortieranlage 12 schematisch dargestellt. Die Schüttgutsortieranlage umfasst eine Sortiervorrichtung 13 und einen Schüttguttrenner 14. Mit dem Schüttguttrenner 14 lässt sich ein Schüttgutstrom S in eine erste Schüttgutfraktion S1 und eine zweite Schüttgutfraktion S2 auftrennen. Die beiden Schüttgutfraktionen S1 und S2 treffen dann auf die Sortiervorrichtung 13 und werden dort voneinander sortiert.

[0084] Die erste Schüttgutfraktion S1 umfasst Partikel 11 und die zweite Schüttgutfraktion S2 umfasst Partikel 10. In der Sortiervorrichtung 13 sollen die Partikel 11 von den Partikeln 10 sortiert werden. Hierzu umfasst die Sortiervorrichtung 13 einen Splitter 1 mit einer Trennschneide, welche zwischen den beiden Schüttgutfraktionen S1, S2 zu positionieren ist, sodass die Partikel 11 auf der einen Seite und die Partikel 10 auf der anderen Seite der Trennschneide zu liegen kommen. Die Sortiervorrichtung 13 umfasst weiterhin einen Sensor 2, mit welchem die im Bereich der Trennschneide auftretenden Partikel 10, 11 der beiden Schüttgutfraktionen S1, S2 erfassbar sind. Die Trennschneide verläuft im Wesentli-

chen in der Horizontalen.

[0085] Der Schüttguttrenner 14 kann ein Wirbelstromscheider gemäss der Figur 6 sein. Der Schüttguttrenner 14 kann aber auch andersartig ausgebildet sein, z.B. als Magnetscheider (Fig. 7) oder als Elektrostatikscheider (Fig. 8). Prinzipiell sind derartige Schüttguttrenner, mit welchen ein Schüttgutstrom S in zwei oder mehrere Schüttgutfraktionen aufteilbar sind, aus dem Stand der Technik bekannt. Der Schüttguttrenner 14 umfasst eine Materialzuführung 7 und einem Erreger 5 für die Trennkraft, mit welcher der Schüttgutstrom trennbar ist.

[0086] Nach dem erfindungsgemässen Verfahren zur Sortierung eines Schüttgutstromes S mit mindestens der ersten Schüttgutfraktion S1 und der zweiten Schüttgutfraktion S2 wird der Schüttgutstrom S auf die zwischen den Schüttgutfraktionen S1, S2 zu positionierende Trennschneide und den mindestens einen Sensor 2 gerichtet. Im Bereich der Trennschneide, also auf bzw. leicht über der Trennschneide überlagern sich die Schüttgutfraktionen S1, S2 nicht oder nur teilweise. Leicht über der Trennschneide heisst beispielsweise in einem Bereich von maximal 50 Zentimeter, insbesondere maximal 10 Zentimeter vertikal über der Trennschneide. Der mindestens eine Sensor 2 erfasst den Anzahlstrom der Partikel, die einen Erfassungsbereich des mindestens einen Sensors passieren. Basierend auf einer Verknüpfung der Sensorposition mit dem an dieser Stelle erfassten Anzahlstrom wird ein Steuersignal bereitgestellt. Die Trennschneide und der Schüttgutstrom S werden basierend auf dem Steuersignal relativ zueinander ausgerichtet und zwar derart, dass die erste Schüttgutfraktion S1 im Wesentlichen auf die eine Seite und die zweite Schüttgutfraktion S2 im Wesentlichen auf die andere Seite zu der des Splitters 1 zu liegen kommt. Hierdurch werden die Schüttgutfraktionen einfach voneinander aufgeteilt.

[0087] Unter einem Anzahlstrom wird die Zahl der auftreffenden Partikel über eine vorbestimmte Zeiteinheit verstanden. Beispielsweise kann die Zeiteinheit eine Minute oder eine Sekunde sein.

[0088] Bezüglich der relativen Positionierungen sind insbesondere die folgenden Ausführungen denkbar:

- Die Flugtrajektorien der Schüttgutfraktionen werden durch den Schüttguttrenner derart beeinflusst, dass die Schüttgutfraktionen auf der entsprechenden Seite der Trennschneide auftreffen. Beispielsweise wird mit dem Steuersignal die Geschwindigkeit der Materialzuführung 7 bzw. des Fördermittels 7 beeinflusst und/oder die Leistung des Erregers 5 beeinflusst.
- Die Lage der Trennschneide wird basierend auf dem Steuersignal relativ zum Schüttgutstrom verschoben.
- Die Lage der Trennschneide und die Flugtrajektorien werden basierend auf dem Steuersignal beeinflusst.

[0089] Vorzugsweise erfolgt die relative Ausrichtung zwischen Trennschneide und Schüttgutstrom S derart,

dass der Anzahlstrom der Partikel im Bereich der Trennschneide minimal ist. Die Trennschneide wird also im Minimum positioniert, während der Sensor ganz woanders sein kann. Der Sensor befindet sich nur dann zwingend im Minimum, wenn er fest an der Trennschneide montiert ist.

[0090] Nach einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemässen Verfahrens werden mittels Sensor 2 die im Bereich der Trennschneide auftreffenden Partikel erfasst. Die Anzahl der pro Zeiteinheit aufprallenden Partikel wird als Zählrate oder Anzahlstrom bezeichnet (z.B. in Anzahl/min = #/min). Die so ermittelte aktuelle Zählrate wird mit der Zählrate an anderer Position im Partikelstrom S verglichen und zur Positionierung der Trennschneide und/oder zur Beeinflussung der Partikel-Flugtrajektorien verwendet. In der Regel wird die Positionierung der Trennschneide so vorgenommen, dass die aktuelle Zählrate sich in einem relativen Minimum befindet im Vergleich zu den Zählraten nach einer geringfügigen Verschiebung der Trennschneide nach rechts oder links.

[0091] Wie in Fig. 3 skizziert, ergibt die Auftragung der Zählrate gegen den Abstand x eine bimodale Anzahl-Verteilungsfunktion $q_0(x)$. Der linke "Höcker" repräsentiert darin das nicht leitfähige Material (11) und der rechte "Höcker" das leitfähige Material (10). Eine ideale Positionierung der Trennschneide liegt im Bereich des Minimums der Anzahl-Verteilungsfunktion $q_0(x)$. Je nachdem, ob eine gute Konzentratqualität angestrebt wird oder ein hohes Ausbringen an leitfähigen Partikeln, wird die Schneide der Trennschneide etwas rechts respektive links von diesem relativen Minimum positioniert. Auf dieser Erkenntnis basierend kann also die für eine Trennung von leitfähigem und nicht leitfähigem Material optimale Trennschneidenpositionierung allein durch Identifikation des Zählratenminimums erfolgen - eine zusätzliche Bestimmung der Metallgehalte ist nicht erforderlich. Im Gegensatz zu WO2012/118373A1 wird also nicht die Anzahl von Partikeln in einem oder in beiden Produkten der Separation direkt oder indirekt durch Messung repräsentativer Teilströme ermittelt, sondern es wird die, vorzugsweise horizontal, örtlich aufgelöste Partikelstromverteilung bestimmt. Der Erfassungsbereich erstreckt sich, im Gegensatz zu WO2012/118373A1 vorzugsweise nicht über die gesamte Breite der Schüttgutströme S1 und S2, sondern nur auf die Bereiche der Schüttgutströme die benachbart liegen (die rechte Flanke von S1 und die linke Flanke von S2), also den Bereich zwischen den beiden "Höckern", und insbesondere die Bereiche in denen sich die Schüttgutströme S1 und S2 überlappen.

[0092] In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung wird, im Gegensatz zu WO2012/118373A1, der Anzahlstrom von Partikeln gemessen, die nicht einwandfrei einem der Produkte zuzuordnen sind, weil sie gerade auf die Trennschneide aufprallen.

[0093] In einer bevorzugten Ausführungsform, wie in der Fig. 1 gezeigt, ist der Sensor 2 über eine Datenverarbeitungseinheit 3 mit einem Aktor 4 verbunden, wel-

cher die Positionierung der Trennschneide vornimmt, und/oder mit einem Mittel zur Veränderung der Flugtrajektorien der Partikel, insbesondere dem Antrieb des Fördermittels 7 und/oder mit dem Erreger 5 der Trennkraft. Die Datenverarbeitungseinheit 3 kann auch als Steuerung oder Steuereinheit bezeichnet werden.

[0094] Der Sensor 2 kann verschiedenartig ausgebildet sein. Beispielsweise kann der Sensor ein optischer Sensor, wie beispielsweise eine Lichtschranke, sein (Fig. 5a unten). Der Sensor kann aber auch als druckempfindlicher Sensor oder als akustischer Sensor ausgebildet sein. Der Sensor 2 kann, je nach Anordnung, fest mit der Trennschneide verbunden sein oder er kann relativ zur Trennschneide verschiebbar ausgebildet sein.

[0095] Wie in der Figur 5a,b können auch mehrere Sensoren 2, 2a, 2b angeordnet sein. In Figur 5a befindet sich Sensor 2 im Bereich der Trennschneide und die Sensoren 2a, 2b sind beabstandet links und rechts zur Trennschneide angeordnet. Alle drei Sensoren stehen dabei mit der Datenverarbeitungseinheit 3 in Verbindung. Anhand der Sensordaten kann dann das besagte Steuerungssignal basierend auf dem gemessenen Partikelstrom und der korrespondierenden Sensorposition bereitgestellt werden.

[0096] Der mindestens eine Sensor 2 ist in allen Ausführungsformen vorzugsweise derart angeordnet, dass dieser einen determinierten Bereich der auftretenden Partikel erfasst (den oben definierten "Erfassungsbereich"), nicht aber diejenigen Partikel, welche ausserhalb des determinierten Bereiches liegen. Der mindestens eine Sensor ist in einer bevorzugten Ausführungsform derart angeordnet, dass dieser ausschliesslich die im Bereich der Trennschneide auftretenden Partikel erfasst.

[0097] Eine bevorzugte Ausführungsform der erfindungsgemässen Vorrichtung besteht darin als Sensor 2 ein Körperschallmikrofon zu benutzen, welches in die Trennschneide integriert ist und die Aufprallgeräusche der Partikel auf der Trennschneide erfasst (Fig. 5a oben). Das Körperschallmikrofon ist ein Beispiel eines akustischen Sensors. Um störende Prallgeräusche bei Aufschlag von Partikeln auf die Flanken des Splitters 1 zu unterdrücken, können diese mit einer Gummierung versehen werden (insbesondere die konzentratseitige Flanke). Alternativ kommen Sensoren in Frage, die Partikel unmittelbar vor Auftreffen auf der Trennschneide erfassen, z.B. mittels Lichtschranke oder durch Störung eines elektrischen Feldes. Anstatt die Zählrate direkt zu bestimmen kann diese auch aus anderen Messungen abgeleitet werden, z.B. durch Messung des auf den Sensor übertragenen Impulses. In der Regel ist der Sensor 2 in diesem Fall starr mit der Trennschneide verbunden.

[0098] Vorzugsweise wird über die Zählrate die Position der Trennschneide eingestellt, z.B. mittels Schneckengetriebe. Auch wäre eine manuelle Einstellung der Trennschneide, beispielsweise basierend auf einem akustischen Signale denkbar. Grundsätzlich besteht aber auch die Möglichkeit bei fixierter Trennschneidenstellung beispielsweise die Geschwindigkeit des Förder-

mittels 7 oder den Erreger für die Trennkraft 5 zu variieren, um die Flugtrajektorien der Partikel relativ zur Trennschneide zu beeinflussen.

[0099] Eine bevorzugte Ausführung des erfindungsgemässen Verfahrens besteht darin, dass der Sensor periodisch (z.B. einmal pro Minute) die Zählrate in der Umgebung der aktuellen Trennschneidenposition (z.B. +/- 30 cm) abtastet und die Trennschneide anschliessend im relativem Minimum der so gemessenen Anzahl-Verteilungsfunktion positioniert wird. Die besonderen Vorteile dieses Verfahrens gehen aus Fig. 2 hervor. Wie in Fig. 2 oben dargestellt, wurde zunächst grobes Material verarbeitet. Später gelangt jedoch vor allem feinkörniges Material auf den Wirbelstromscheider. Wegen der steileren Flugtrajektorien der feinkörnigen Partikel wird nun alles Material im Rückstand 21 ausgebracht - bei der ursprünglichen Trennschneidenstellung findet keine Trennung mehr statt. Durch das periodische Abtasten der Umgebung der Trennschneide findet der Sensor jedoch das neue relative Minimum in der Anzahl-Verteilungsfunktion (Fig. 2) unten und die Trennschneide wird von der Datenverarbeitung dort neu positioniert.

[0100] Zusätzlich zu dem Sensor 2, der die Zählrate auf der Trennschneide erfasst, können weitere Sensoren 2a und 2b installiert werden, wie in Fig. 5a unten skizziert. In diesem Fall könnte eine Verschiebung des Minimums von $q_0(x)$ im Betrieb auch ohne periodisches Abtasten durch Verschiebung der Trennschneide gemessen werden. Im Normalbetrieb misst der zentrale Sensor 2 eine tiefere Zählrate als die beiden flankierenden Sensoren 2a und 2b. Verschiebt sich jedoch das Zählratenminimum beispielsweise nach rechts, so wird die Zählrate von Sensor 2b tiefer als die von 2 und von 2a. Die Datenverarbeitung würde in diesem Fall über einen Aktor die Sensoren solange weiter rechts verschieben, bis Sensor 2 wieder tiefere Zählraten ausgibt als die Sensoren 2a und 2b, also das neue Minimum der Anzahl-Verteilungsfunktion gefunden ist. In diese Position wird nun die Trennschneide gefahren.

[0101] Falls sich die Partikelwolken des leitfähigen und nicht leitfähigen Materials sehr stark überlappen, z.B. infolge einer breiten Korngrössenverteilung des Materials, kann es vorkommen, dass der optimale Bereich für die Positionierung der Trennschneide nicht durch ein relatives Minimum sondern nur durch einen Wendepunkt der Anzahl-Verteilungsfunktion markiert wird (Fig. 3 unten). In diesem Fall ergäbe sich die optimale Trennschneidenposition als Minimum der ersten Ableitung der Anzahl-Verteilungsfunktion $q_0(x)$ nach dem horizontalen Abstand x .

[0102] Ein besonderer Vorteil der erfindungsgemässen Vorrichtung ist die Möglichkeit der sehr einfachen Optimierung der Trennschneidenposition durch temporäre Unterdrückung der Trennkraft (Fig. 4). Der Erreger 5 der Trennkraft wird im Betrieb kurzzeitig abgestellt oder aus seiner "Wirkposition" 5 in eine "Neutralposition" 5a überführt, sodass auf das Material 10 keine Trennkraft wirkt und folglich keine Ablenkung stattfindet. Das Mate-

rial 10 folgt also ebenso wie das Material 11 den Trajektorien für den horizontalen Wurf, also denen von S1. Anschliessend wird die Trennschneide mit dem integrierten Sensor 2 ab einer Grundstellung x_0 nach links gefahren und bei $x_{\min}$ dort positioniert, wo die Zählrate gerade Null überschreitet. Anschliessend wird der Erreger 5 der Trennkraft wieder angeschaltet oder in die Wirkposition zurückgefahren. Auf diese Weise wurde die Trennschneide automatisch so positioniert, dass nur Partikel 10 die Trennschneide überwinden und ins Konzentrat überführt werden. Eine analoge Vorgehensweise kann z.B. auch in die Aufstartprozedur der Schüttgutsortieranlage so verriegelt werden, dass die Trennschneide bereits positioniert ist, bevor der Erreger 5 der Trennkraft angeschaltet wird.

[0103] Die beispielhaften obigen Ausführungen für einen Wirbelstromscheider können sinngemäss auf andere Sortiergeräte mit Trennschneiden übertragen werden, wie in Abb. 7 für einen Ablenk-Magnetscheider oder in Abb. 8 für einen Influenz-Elektrostatikscheider skizziert.

[0104] Unter Bezugnahme auf die Figur 5b wird noch folgendes erläutert: Drei parallele Sensoren (vorzugsweise Lichtschranken) sind entlang der Horizontalen knapp über der Trennschneide entlang positioniert und mit dieser fest verbunden, wobei der mittlere Sensor ungefähr über der Trennschneide liegt (Fig. 5b oben). Um ein hohes Ausbringen oder eine hohe Konzentratqualität zu erreichen, können die drei Sensoren auch einige Zentimeter seitlich der Trennschneide positioniert sein, wie in Fig. 5b gezeigt (Mitte und unten). In der Optimaleinstellung ist die Zählrate auf dem mittleren Sensor geringer als in den beiden flankierenden. Wenn diese Bedingung nicht mehr gegeben ist, dann ist offenbar das Minimum ausgewandert. In diesem Fall wird die Trennschneide mit den daran befestigten Sensoren verfahren bis der mittlere Sensor wieder ein Minimum gegenüber den flankierenden Sensoren anzeigt (alternativ wird die Bandgeschwindigkeit minim variiert ohne dass der Sensor und die Trennschneide bewegt werden). Der Vorteil dieser Anordnung liegt darin, dass sie unabhängig von Schwankungen in der Aufgabemenge ist.

[0105] Alternativerweise sind die Sensoren nicht fest verbunden mit der Trennschneide, sodass die Sensoren unabhängig von der Trennschneide verfahren werden können.

BEZUGSZEICHENLISTE

[0106]

- 1 Splitter mit Trennschneide
- 2 Sensor
- 3 Datenverarbeitungseinheit
- 4 Aktuator
- 5 Erreger in Wirkstellung
- 5a Erreger in Neutralstellung
- 7 Fördermittel

- 10 elektrisch leitfähiges Material bzw. Partikel
- 11 elektrisch nicht leitfähigem Material bzw. Partikel
- 12 Schüttgutsortieranlage
- 13 Schüttguttrenner
- 14 Schüttgutsortierer
- 20 Produktausgang Konzentrat
- 21 Produktausgang Rückstand
- S Schüttgutstrom
- S1 erste Schüttgutfraktion
- S2 zweite Schüttgutfraktion

Patentansprüche

1. Verfahren zur Sortierung eines Schüttgutstromes (S) mit mindestens einer ersten Schüttgutfraktion (S1) und einer zweiten Schüttgutfraktion (S2), wobei der Schüttgutstrom (S) auf einen zwischen den Schüttgutfraktionen (S1, S2) zu positionierenden Splitter (1) mit einer vorzugsweise dem Schüttgutstrom (S) entgegen gerichteten Trennschneide gerichtet wird, wobei die Schüttgutfraktionen (S1, S2) sich auf bzw. leicht über der Trennschneide nur teilweise oder nicht überlagern, wobei mit mindestens einem Sensor (2) der Anzahlstrom der Partikel, die einen Erfassungsbereich des mindestens einen Sensors (2) passieren, erfasst wird, wobei der erfasste Anzahlstrom der korrespondierenden Position des mindestens einen Sensors zugeordnet wird, wobei aus dem gemessenen Anzahlstrom und der korrespondierenden Position des mindestens einen Sensors ein Steuersignal erzeugt wird, wobei die Trennschneide und der Schüttgutstrom (S), basierend auf dem Steuersignal, relativ zueinander ausgerichtet werden, derart, dass die erste Schüttgutfraktion (S1) im Wesentlichen auf die eine Seite und die zweite Schüttgutfraktion (S2) im Wesentlichen auf die andere Seite zu des Splitters (1) zu liegen kommt, und wobei zur Ermittlung der Verteilungsfunktion des Anzahlstroms die Position des mindestens einen Sensors (2) relativ zum Schüttgutstrom (S) und/oder zur Trennschneide während des Betriebs im Erfassungsbereich variiert wird, und/oder wobei mehrere Sensoren (2) mehrere parallele Messstrecken bereitstellen.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Erfassungsbereich des mindestens einen Sensors im Wesentlichen parallel zu der Trennschneide verläuft und/oder dass der Erfassungsbereich oberhalb der Trennschneide liegt.

3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Erfassungsbereich durch eine Ebene definiert wird, welche im Wesentlichen parallel zur Trennschneide und insbesondere auf oder oberhalb der Trennschneide verläuft, oder dass der Erfassungsbereich durch einen auf oder oberhalb der Trennschneide liegenden Quader definiert wird, dessen Längsachse parallel zur Trennschneide verläuft, wobei bevorzugt die Längsachse des Quaders mit der Trennschneide zusammenfällt oder die Unterseite des Quaders auf der Trennschneide aufliegt; und/oder dass der Erfassungsbereich sich nicht über die gesamte Breite der Schüttgutströme (S1, S2) erstreckt.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Trennschneide mittels dem Steuersignal im Wesentlichen dort positioniert wird, wo der mittels dem mindestens einen Sensor (2) bestimmte Anzahlstrom der Partikel minimal ist und/oder dass der mindestens eine Sensor ausschliesslich die im Bereich der Trennschneide auftreffenden Partikel erfasst, nicht aber die ausserhalb des Bereichs auftreffenden Partikel.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verteilungsfunktion des Anzahlstroms der Partikel über den korrespondierenden Positionen des mindestens einen Sensors, insbesondere über der Trennschneide und/oder seitlich zur Trennschneide, ermittelt wird, und dass ein relatives Minimum der Verteilungsfunktion, oder ein relatives Minimum einer Ableitung der Verteilungsfunktion, ermittelt wird, und dass die Trennschneide relativ zum Schüttgutstrom in der Nähe dieses Minimums positioniert wird.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Schüttgut (S) in einem Schritt der Trennung in die beiden Schüttgutfraktion mit jeweils unterschiedlichen Flugtrajektorien aufgeteilt wird, wobei der Schritt der Trennung räumlich und zeitlich vor dem Auftreffen der Schüttgutfraktionen auf die Trennschneide erfolgt, wobei die Trennung vorzugsweise mit dem besagten Steuersignal gesteuert wird.
7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Trennung an einem Schüttgutseparator mit einem Fördermittel (7) und einem Erreger (5) zur Bereitstellung einer Trennkraft erfolgt, wobei die Geschwindigkeit des Fördermittels und/oder die durch den Erreger bereitgestellte auf das Schüttgut wirkende Kraft durch das besagte Steuersignal gesteuert werden, wobei bei einem optionalen Schritt der Einstellung der Trennschneide die Trennschneide bei unterdrückter Trennkraft in dem Abstand (x_{min}) von der Wirkposition des Erregers

der Trennkraft (5) positioniert wird, bei dem das vom Sensor (2) erfasste Signal einen vorgegebenen Wert erreicht.

8. Sortiervorrichtung, insbesondere zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche, zur Sortierung eines Schüttgutstromes (S) mit mindestens einer ersten Schüttgutfraktion (S1) und einer zweiten Schüttgutfraktion (S2), wobei die Sortiervorrichtung einen zwischen den Schüttgutfraktionen zu positionierenden Splitter (1) mit einer dem Schüttgutstrom entgegen gerichteten Trennschneide umfasst und wobei die Sortiervorrichtung weiter mindestens einen Sensor (2) umfasst, wobei die Schüttgutfraktionen (S1, S2) sich auf bzw. leicht über der Trennschneide nur teilweise oder nicht überlagern, wobei der Schüttgutstrom auf die Trennschneide führbar ist, wobei der mindestens eine Sensor (2) zur Ermittlung des Anzahlstroms der Partikel, die den Erfassungsbereich des mindestens einen Sensors (2) passieren, ausgebildet ist, wobei der erfasste Anzahlstrom der korrespondierenden Position des mindestens einen Sensors zugeordnet wird, wobei aus dem ermittelten Anzahlstrom und der korrespondierenden Position des mindestens einen Sensors ein Steuersignal erzeugt wird, wobei die Trennschneide und der Schüttgutstrom (S) basierend auf dem Steuersignal relativ zueinander derart ausgerichtet werden, derart, dass die erste Schüttgutfraktion (S1) im Wesentlichen auf die eine Seite und die zweite Schüttgutfraktion (S2) im Wesentlichen auf die andere Seite des Splitters (1) zu liegen kommt, und wobei zur Ermittlung der Verteilungsfunktion des Anzahlstroms die Position des mindestens einen Sensors (2) relativ zum Schüttgutstrom (S) und/oder zur Trennschneide während des Betriebs parallel zur Trennschneide variiert wird, und/oder wobei mehrere Sensoren (2) mehrere zur Trennschneide parallele Messstrecken bereitstellen.
9. Sortiervorrichtung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der mindestens eine Sensor derart angeordnet ist, dass dieser ausschliesslich die im Erfassungsbereich auftreffenden Partikel erfasst.
10. Sortiervorrichtung nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Trennschneide (1) zum Schüttgutstrom (S) an der Stelle positionierbar ist, an welcher der Anzahlstrom der vom Sensor (2) erfassten Partikel minimal ist und/oder dass der Schüttgutstrom (S) zur Trennschneide (1) an der Stelle positionierbar ist, an welcher der Anzahlstrom

der vom Sensor (2) erfassten Partikel minimal ist.

11. Sortiervorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche 8 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verteilungsfunktion des Anzahlstroms der Partikel über der Trennschneide und seitlich zur Trennschneide ermittelbar ist, und dass ein relatives Minimum der Verteilungsfunktion oder ein relatives Minimum einer Ableitung der Verteilungsfunktion berechenbar ist, wobei das Steuersignal basierend auf dem relativen Minimum bereitstellbar ist; und/oder **dass** der mindestens eine Sensor (2) fest zur Trennschneide oder integriert in die Trennschneide angeordnet ist, wobei der mindestens eine Sensor (2) und die Trennschneide miteinander zur Erfassung der Partikel an verschiedenen Positionen verfahrbar sind; oder dass der mindestens eine Sensor (2) zur Erfassung der Partikel unabhängig von der Trennschneide an verschiedene Positionen verfahrbar ist; und/oder **dass** der mindestens eine Sensor (2) ein optischer Sensor, insbesondere eine Lichtschranke, und/oder ein druckempfindlicher Sensor und/oder ein akustischer Sensor ist; und/oder **dass** die Trennschneide mit einer Positioniereinrichtung ausgebildet ist, mit welcher, basierend auf dem Steuersignal, die Trennschneide relativ zu dem Schüttgutstrom (S) positionierbar ist; und/oder **dass** die Sortiervorrichtung Produktausgänge (20, 21) aufweist, über welche die sortierten Schüttgutfraktionen (S1, S2) von der Sortiervorrichtung abgebar sind, wobei im Bereich der Produktausgänge (20, 21) weitere Sensoren zur Erfassung der über die Produktausgänge (20, 21) abgebbaren Partikel angeordnet sind.
12. Sortiervorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** der mindestens eine Sensor unabhängig von der Trennschneide, relativ zur Trennschneide bewegbar ist oder dass der mindestens eine Sensor gemeinsam mit der Trennschneide bewegbar ist.
13. Schüttgutsortieranlage umfassend eine Sortiervorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 12 und einen Schüttguttrenner, mit welchem das Schüttgut in die Schüttgutfraktionen (S1, S2) derart auftrennbar ist, dass sich die Schüttgutfraktionen (S1, S2) nur teilweise oder nicht überlagern.
14. Schüttgutsortieranlage nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Schüttguttrenner ein Wirbelstromscheider oder ein Magnetscheider oder ein Elektrostatischescheider oder ein Sensorsortierer ist; und/oder dass der Schüttgutsortierer weiter ein Fördermittel (7) umfasst, mit welchem zu trennendes Schüttgut (S) dem Schüttguttrenner zuführbar ist.

Claims

1. A method for sorting a bulk-material stream (S) having at least a first bulk-material fraction (S1) and a second bulk-material fraction (S2),
 wherein the bulk-material stream (S) is directed toward a splitter (1), to be positioned between the bulk-material fractions (S1, S2), having a separating edge preferentially directed contrary to the bulk-material stream (S),
 wherein the bulk-material fractions (S1, S2) only partially overlap or do not overlap on or slightly above the separating edge,
 wherein with at least one sensor (2) the number stream is detected of the particles that pass through a detection region of the at least one sensor (2), the detected number stream being assigned to the corresponding position of the at least one sensor,
 wherein a control signal is generated from the measured number stream and from the corresponding position of the at least one sensor,
 wherein the separating edge and the bulk-material stream (S) are aligned relative to one another on the basis of the control signal in such a manner that the first bulk-material fraction (S1) comes to be situated substantially on the one side and the second bulk-material fraction (S2) comes to be situated substantially on the other side to of the splitter (1),
 wherein for the purpose of determining the distribution function of the number stream the position of the at least one sensor (2) relative to the bulk-material stream (S) and/or to the separating edge is varied in the detection region during operation, and/or
 wherein several sensors (2) make available several parallel measurement sections.
2. The method as claimed in claim 1, **characterized in that** the detection region of the at least one sensor extends substantially parallel to the separating edge and/or **in that** the detection region is situated above the separating edge.
3. The method as claimed in anyone of claims 1 or 2, **characterized in that** the detection region is defined by a plane that extends substantially parallel to the separating edge and, in particular, on or above the separating edge, or **in that** the detection region is defined by a cuboid situated on or above the separating edge, the longitudinal axis of which extends parallel to the separating edge, wherein said longitudinal axis of the cuboid preferably coincides with the separating edge, or the underside of the cuboid rests on the separating edge; and/or **in that** the detection region does not extend over the entire width of the bulk-material streams (S1, S2).
4. The method as claimed in anyone of the preceding claims, **characterized in that** the separating edge is positioned by means of the control signal substantially where the number stream of the particles determined by means of the at least one sensor (2) is minimal and/or **in that** the at least one sensor exclusively detects the particles impinging in the region of the separating edge but not the particles impinging outside said region.
5. The method as claimed in anyone of the preceding claims, **characterized in that** the distribution function of the number stream of the particles above the corresponding positions of the at least one sensor, in particular above the separating edge and/or laterally in relation to the separating edge, is determined, and **in that** a relative minimum of the distribution function or a relative minimum of a derivative of the distribution function is determined, and **in that** the separating edge is positioned relative to the stream of bulk material in the vicinity of this minimum.
6. The method as claimed in anyone of the preceding claims, **characterized in that** in a step of separation the bulk material (S) is divided up into the two bulk-material fractions having respectively differing flight trajectories, said step of separation occurring spatially and temporally prior to the impinging of the bulk-material fractions on the separating edge, wherein the separation is preferably controlled with said control signal.
7. The method as claimed in claim 6, **characterized in that** the separation is undertaken in a bulk-material separator having a conveying means (7) and an exciter (5) for making a separating force available, wherein the speed of the conveying means and/or the force made available by the exciter and acting on the bulk material is/are controlled by said control signal, wherein in an optional step of setting the separating edge the separating edge is positioned, with separating force suppressed, at the spacing (xmin) from the active position of the exciter of the separating force (5) at which the signal detected by the sensor (2) reaches a predetermined value.
8. A sorting device, in particular for implementing a method as claimed in anyone of the preceding claims, for sorting a bulk-material stream (S) having at least a first bulk-material fraction (S1) and a second bulk-material fraction (S2),
 wherein the sorting device includes a splitter (1), to be positioned between the bulk-material fractions, having a separating edge directed contrary to the stream of bulk material and wherein the sorting device further includes at least one sensor (2),
 wherein the bulk-material fractions (S1, S2) only partially overlap or do not overlap on or slightly above the separating edge,
 wherein the stream of bulk material can be guided

to the separating edge,

wherein the at least one sensor (2) is designed for determining the number stream of the particles that pass through the detection region of the at least one sensor (2),

wherein the detected number stream is assigned to the corresponding position of the at least one sensor, wherein a control signal is generated from the determined number stream and the corresponding position of the at least one sensor,

wherein the separating edge and the bulk-material stream (S) are aligned relative to one another on the basis of the control signal in such a manner that the first bulk-material fraction (S1) comes to be situated substantially on the one side and the second bulk-material fraction (S2) comes to be situated substantially on the other side of the splitter (1),

wherein for the purpose of determining the distribution function of the number stream the position of the at least one sensor (2) relative to the bulk-material stream (S) and/or to the separating edge is varied in the detection region during operation, and/or

wherein several sensors (2) make available several parallel measurement sections.

9. The sorting device as claimed in claim 8, **characterized in that** the at least one sensor has been arranged in such a manner that it exclusively detects the particles impinging in the detection region.

10. The sorting device as claimed in claim 9, **characterized in that** the separating edge (1) can be positioned in relation to the bulk-material stream (S) at the point at which the number stream of the particles detected by the sensor (2) is minimal and/or **in that** the bulk-material stream (S) can be positioned in relation to the separating edge (1) at the point at which the number stream of the particles detected by the sensor (2) is minimal.

11. The sorting device as claimed in anyone of the preceding claims 8 to 10, **characterized in that** the distribution function of the number stream of the particles over the separating edge and laterally in relation to the separating edge can be determined, and in that a relative minimum of the distribution function or a relative minimum of a derivative of the distribution function can be calculated, in which case said control signal can be made available on the basis of the relative minimum; and/or

in that the at least one sensor (2) is arranged fixedly in relation to the separating edge or integrated into the separating edge, said at least one sensor (2) and said separating edge being traversable together for the purpose of detecting the particles at various positions; or **in that** the at least one sensor (2) is traversable to various positions for the purpose of detecting the particles independently of the separating

edge; and/or.

in that the at least one sensor (2) is an optical sensor, in particular a light barrier, and/or a pressure-sensitive sensor and/or an acoustic sensor; and/or

in that the separating edge has been designed with a positioning device with which the separating edge can be positioned relative to the bulk-material stream (S) on the basis of the control signal and/or

in that the sorting device comprises product outlets (20, 21) via which the sorted bulk-material fractions (S1, S2) can be emitted from the sorting device, further sensors for detecting the particles capable of being emitted via the product outlets (20, 21) being arranged in the region of the product outlets (20, 21).

12. The sorting device as claimed in anyone of claims 8 to 11, **characterized in that** the at least one sensor can be moved relative to the separating edge independently of the separating edge, or **in that** the at least one sensor can be moved jointly with the separating edge.

13. A bulk-material sorting plant comprising a sorting device as claimed in anyone of claims 8 to 12 and a bulk-material separator with which the bulk material can be split into the bulk-material fractions (S1, S2) in such a manner that the bulk-material fractions (S1, S2) only partially overlap or do not overlap.

14. The bulk-material sorting plant as claimed in claim 13, **characterized in that** the bulk-material separator is an eddy-current separator or a magnetic separator or an electrostatic separator or a sensor-type sorter and/or **in that** the bulk-material sorter further includes a conveying means (7) with which bulk material (S) to be separated can be fed to the bulk-material separator.

Revendications

1. Procédé de tri d'un flux de matériau en vrac (S) avec au moins une première fraction de matériau en vrac (S1) et une seconde fraction de matériau en vrac (S2), dans lequel le flux de matériau en vrac (S) est dirigé sur un séparateur (1) à positionner entre les fractions de matériau en vrac (S1, S2) avec une lame de séparation dirigée de préférence à l'opposé du flux de matériau en vrac (S), dans lequel les fractions de matériau en vrac (S1, S2) ne se chevauchent pas ou que partiellement sur ou légèrement au-dessus de la lame de séparation, dans lequel avec au moins un capteur (2), le flux en nombre des particules qui traversent une zone d'enregistrement de l'au moins un capteur (2) est enregistré, dans lequel le flux en nombre enregistré est attribué à la position correspondante de l'au moins

- un capteur,
dans lequel à partir du flux en nombre mesuré et de la position correspondante de l'au moins un capteur, un signal de commande est généré, et
dans lequel la lame de séparation et le flux de matériau en vrac (S), sur la base du signal de commande, sont alignés l'un par rapport à l'autre, de sorte que la première fraction de matériau en vrac (S1) atterrit essentiellement d'un côté et la seconde fraction de matériau en vrac (S2) atterrit essentiellement de l'autre côté du séparateur (1),
dans lequel pour la détermination de la fonction de distribution du flux en nombre, la position de l'au moins un capteur (2) par rapport au flux de matériau en vrac (S) et / ou par rapport à la lame de séparation est variée durant le fonctionnement dans la zone d'enregistrement, et / ou dans lequel plusieurs capteurs (2) mettent à disposition plusieurs sections de mesure parallèles.
2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la zone d'enregistrement de l'au moins un capteur est sensiblement parallèle à la lame de séparation et / ou **en ce que** la zone d'enregistrement est au-dessus de la lame de séparation.
3. Procédé selon l'une des revendications 1 ou 2, **caractérisé en ce que** la zone d'enregistrement est définie par un plan, qui s'étend sensiblement parallèle à la lame de séparation et notamment sur ou au-dessus de la lame de séparation, ou **en ce que** la zone d'enregistrement est définie par un parallélépipède situé sur ou au-dessus de la lame de séparation, de laquelle l'axe longitudinal s'étend parallèle à la lame de séparation, l'axe longitudinal du parallélépipède coïncidant de préférence avec la lame de séparation ou la face inférieure du parallélépipède reposant sur la lame de séparation; et / ou que la zone d'enregistrement ne s'étend pas sur toute la largeur des flux de matériau en vrac (S1, S2).
4. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la lame de séparation est positionnée au moyen du signal de commande essentiellement là où le flux en nombre de particules déterminé au moyen de l'au moins un capteur (2) est minimal et / ou **en ce que** l'au moins un capteur enregistre uniquement les particules frappant la zone de la lame de séparation, mais pas les particules frappant à l'extérieur de la zone.
5. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la fonction de répartition du flux en nombre de particules est déterminée au-dessus des positions correspondantes de l'au moins un capteur, en particulier au-dessus de la lame de séparation et / ou latéralement à la lame de séparation, et qu'un minimum relatif de la fonction de ré-

partition, ou un minimum relatif d'une dérivée de la fonction de distribution, est déterminé, et que la lame de séparation est positionnée par rapport au flux de matériau en vrac à proximité de ce minimum.

6. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la matériau en vrac (S) est divisé en deux fractions de matériau en vrac ayant des trajectoires de vol respectivement différentes dans une étape de séparation, l'étape de séparation ayant lieu spatialement et temporellement avant l'impact des fractions de matériau en vrac sur la lame de séparation, la séparation étant commandée de préférence avec ledit signal de commande.
7. Procédé selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** la séparation a lieu au niveau d'un séparateur de matériau en vrac au moyen d'un convoyeur (7) et un exciteur (5) servant à fournir une force de séparation, la vitesse du convoyeur et / ou de la force agissant sur le matériau en vrac fournie par l'excitateur est commandée par ledit signal de commande, dans lequel dans une étape éventuelle de réglage de la lame de séparation, la lame de séparation est positionnée à la distance (x_{min}) de la position active de l'excitateur de la force de séparation (5) lorsque la force de séparation est réduite, à laquelle le signal enregistré par le capteur (2) atteint une valeur prédéterminée.
8. Dispositif de tri, notamment pour mettre en oeuvre un procédé selon l'une des revendications précédentes, pour trier un flux de matériau en vrac (S) avec au moins une première fraction de matériau en vrac (S1) et une seconde fraction de matériau en vrac (S2),

dans lequel le dispositif de tri comprend un séparateur (1) à positionner entre les fractions de matériau en vrac avec une lame de séparation dirigée à l'opposé du flux de matériau en vrac et dans lequel le dispositif de tri comprend en outre au moins un capteur (2),
dans lequel les fractions de matériau en vrac (S1, S2) ne se chevauchent pas ou partiellement sur ou légèrement au-dessus de la lame de séparation,
dans lequel le flux de matériau en vrac peut être guidé sur la lame de séparation,
dans lequel l'au moins un capteur (2) est conçu pour déterminer le flux en nombre de particules passant à travers la zone d'enregistrement de l'au moins un capteur (2),
dans lequel le flux en nombre enregistré est attribué à la position correspondante de l'au moins un capteur,
dans lequel un signal de commande est généré à partir du flux en nombre déterminé et de la

- position correspondante de l'au moins un capteur,
- dans lequel la lame de séparation et le flux de matériau en vrac (S) sont alignés l'un par rapport à l'autre sur la base du signal de commande de telle sorte que la première fraction de matériau en vrac (S1) atterrit essentiellement d'un côté et la seconde fraction de matériau en vrac (S2) atterrit essentiellement de l'autre côté du séparateur (1), et
- dans lequel pour la détermination de la fonction de distribution du flux en nombre de particules, la position de l'au moins un capteur (2) est variée en parallèle à la lame de séparation durant le fonctionnement par rapport au flux de matériau en vrac (S) et / ou par rapport à la lame de séparation, et / ou
- dans lequel plusieurs capteurs (2) mettent à disposition plusieurs sections de mesure parallèles.
9. Dispositif de tri selon la revendication 8, **caractérisé en ce que** l'au moins un capteur est agencé de telle sorte qu'il ne détecte que les particules frappant la zone d'enregistrement.
10. Dispositif de tri selon la revendication 9, **caractérisé en ce que** la lame de séparation (1) peut être positionnée par rapport au flux de matériau en vrac (S) à l'endroit où le flux en nombre des particules enregistrées par le capteur (2) est minimal et / ou **en ce que** le flux de matériau en vrac (S) peut être positionné par rapport à la lame de séparation (1) à l'endroit où le flux en nombre de particules enregistrées par le capteur (2) est minimal.
11. Dispositif de tri selon l'une des revendications 8 à 10 précédentes, **caractérisé en ce que** la fonction de répartition du flux en nombre des particules au-dessus de la lame de séparation et latéralement à la lame de séparation peut être déterminée, et **en ce qu'un** minimum relatif de la fonction de répartition ou un minimum relatif d'une dérivée de la fonction de répartition peut être calculé, dans lequel un signal de commande basé sur le minimum relatif peut être fourni, et / ou
- dans lequel moins un capteur (2) est agencé de manière fixée à la lame de séparation ou intégré dans la lame de séparation, l'au moins un capteur (2) et la lame de séparation étant déplaçable ensemble pour enregistrer les particules à des positions différentes; ou **en ce que** l'au moins un capteur (2) peut être déplacé pour enregistrer les particules à des positions différentes indépendamment de la lame de séparation, et / ou
- en ce que** l'au moins un capteur (2) est un capteur optique, en particulier une barrière lumineuse, et / ou un capteur sensible à la pression et / ou un capteur acoustique, et / ou
- en ce que** la lame de séparation est conçue avec un dispositif de positionnement avec lequel, sur la base du signal de commande, la lame de séparation peut être positionnée par rapport au flux de matériau en vrac (S), et / ou le dispositif de tri comporte des sorties de produit (20, 21), par lesquelles les fractions de matériau en vrac triées (S1, S2) peuvent être libérées par le dispositif de tri, avec en outre dans la zone des sorties de produit (20, 21) des capteurs supplémentaires sont agencés pour enregistrer les particules qui peuvent être libérées via les sorties de produit (20, 21).
12. Dispositif de tri selon l'une des revendications 8 à 11, **caractérisé en ce que** le au moins un capteur peut être déplacé indépendamment de la lame de séparation, par rapport à la lame de séparation ou **en ce que** l'au moins un capteur peut être déplacé avec la lame de séparation.
13. Installation de tri de matériau en vrac comprenant un dispositif de tri selon l'une des revendications 8 à 12 et un séparateur de matériau en vrac avec lequel les matériaux en vrac peuvent être séparés en fractions de matériau en vrac (S1, S2) de telle sorte que les fractions de matériau en vrac (S1, S2) ne se chevauchent que partiellement ou non.
14. Installation de tri de matériau en vrac selon la revendication 13, **caractérisée en ce que** le séparateur de matériau en vrac est un séparateur à courants de Foucault ou un séparateur magnétique ou un séparateur électrostatique ou un trieur à capteurs; et / ou **en ce que** le trieur de matériau en vrac comprend en outre un convoyeur (7) avec lequel les matériaux en vrac (S) à séparer peuvent être acheminés vers le séparateur de matériau en vrac.

FIG 1

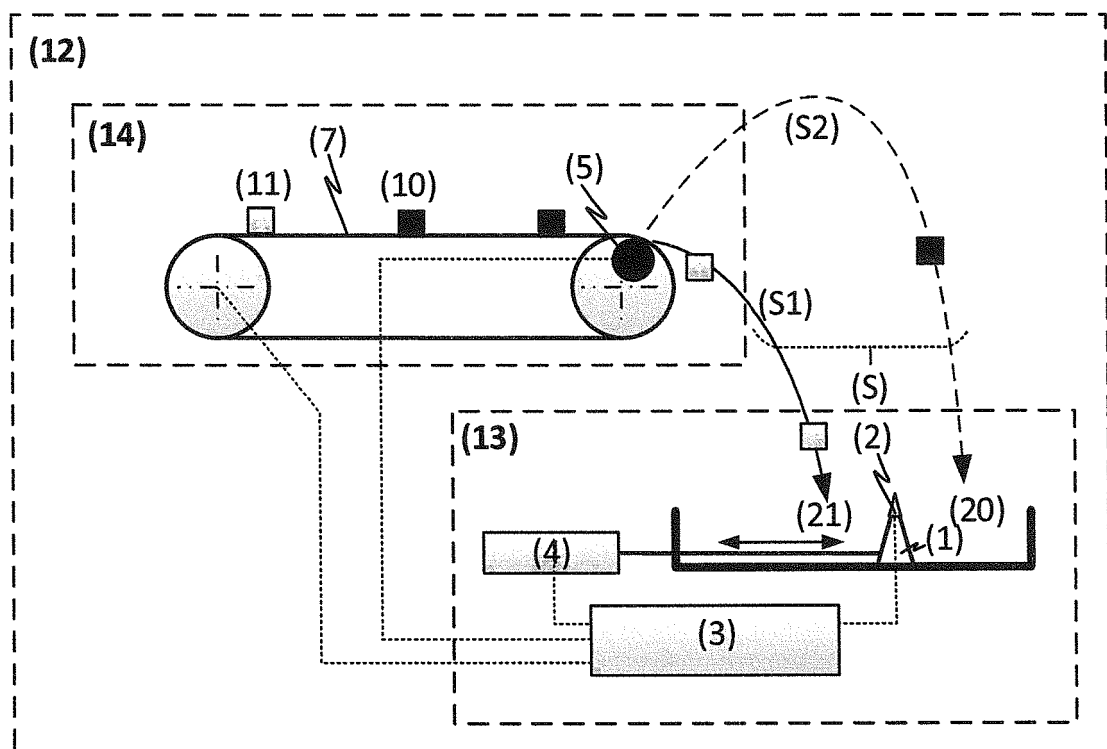


FIG 2

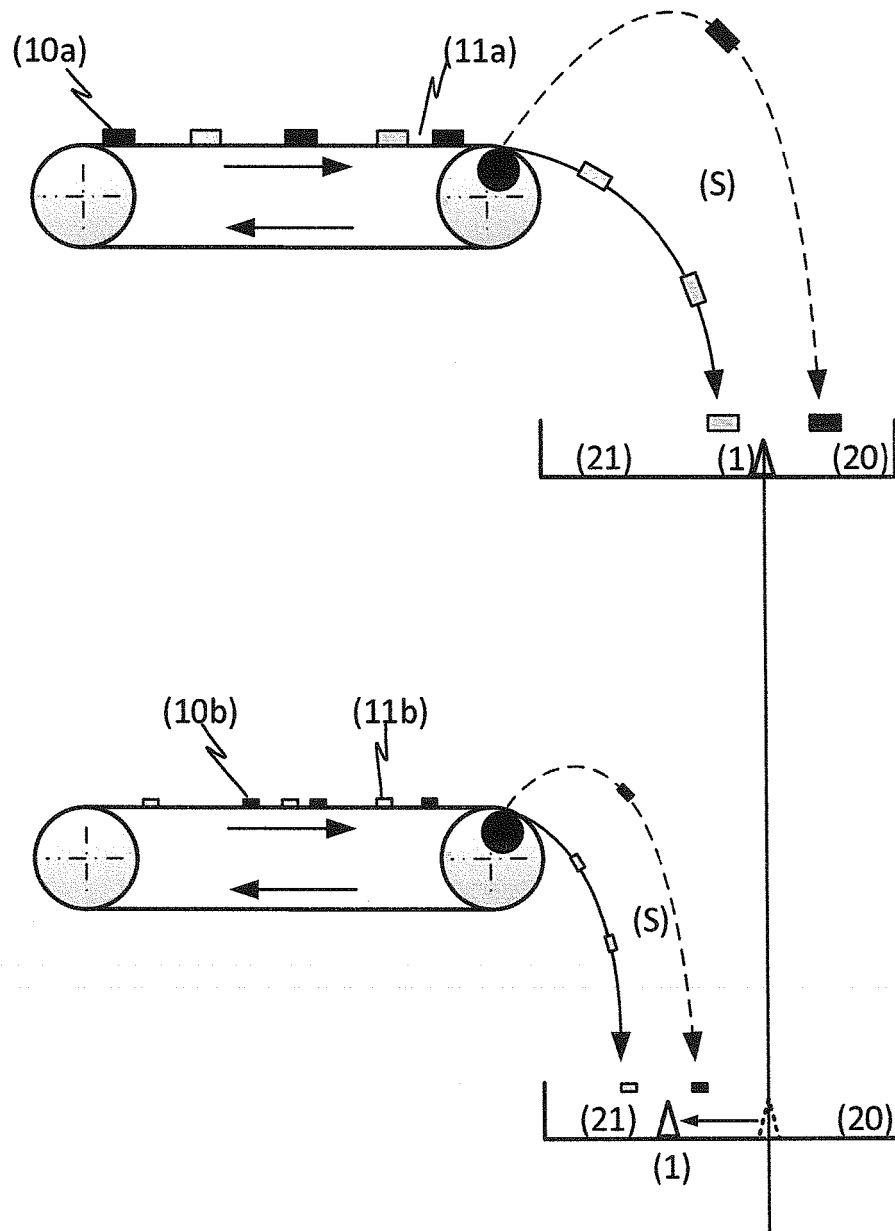


FIG 3

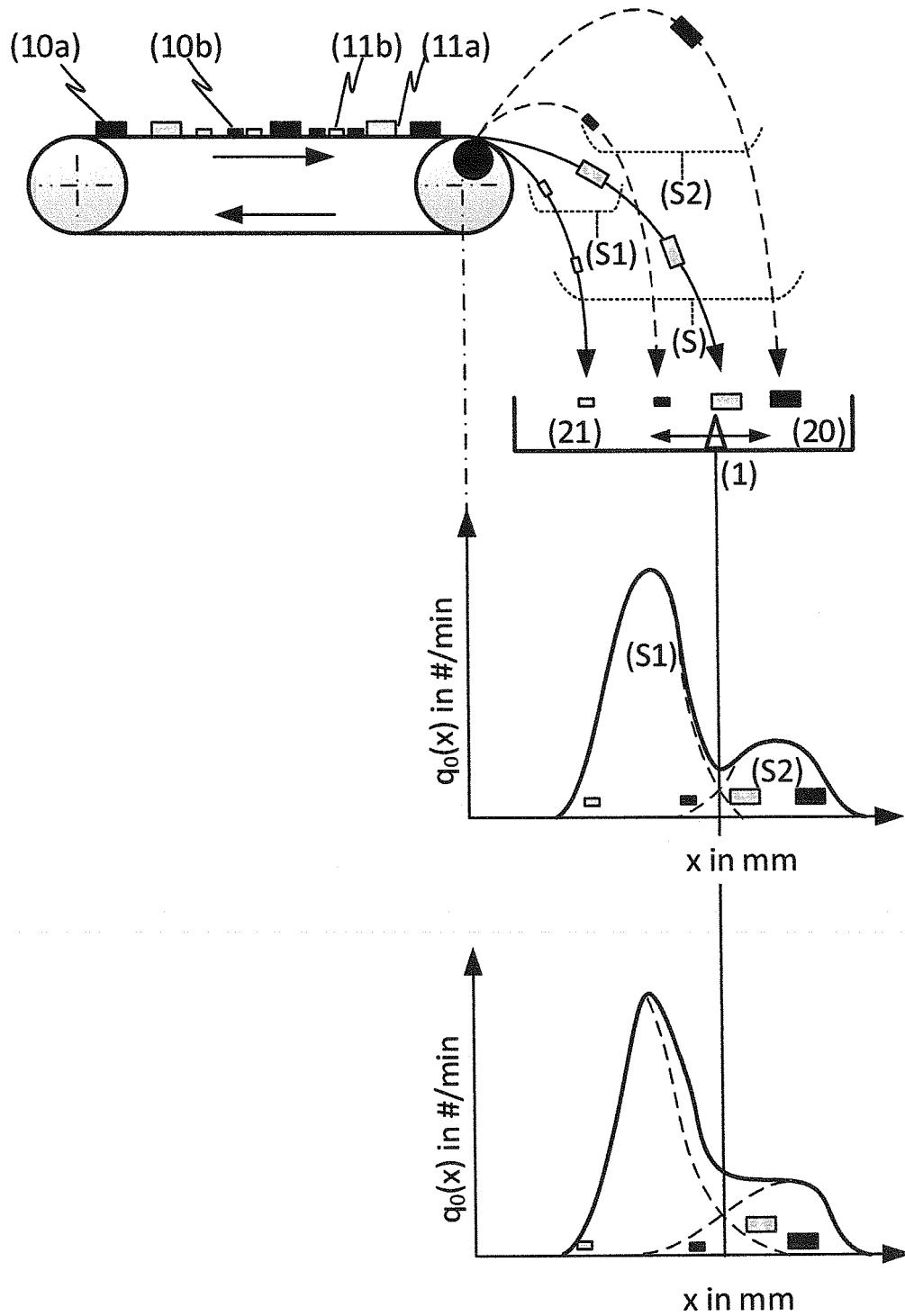


FIG 4

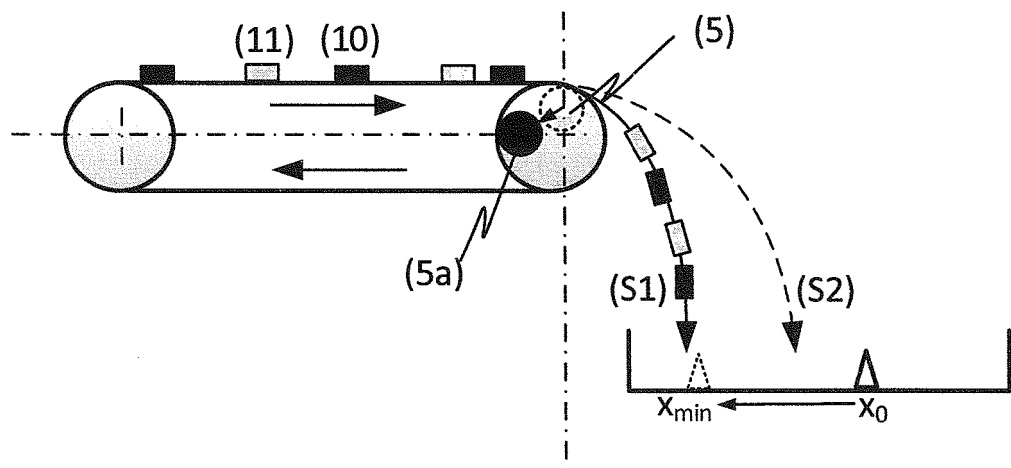


FIG 5a

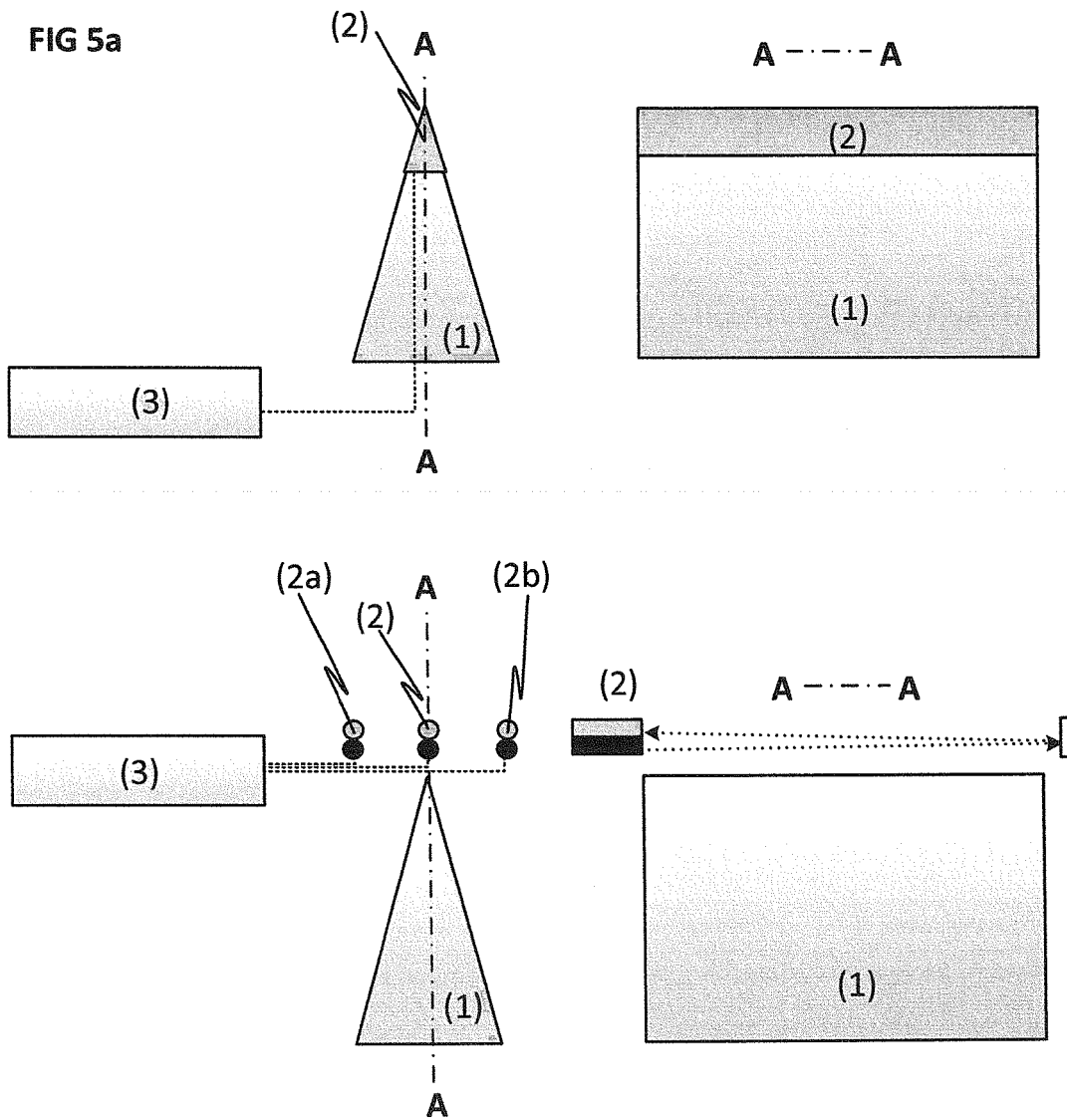


FIG 5 b

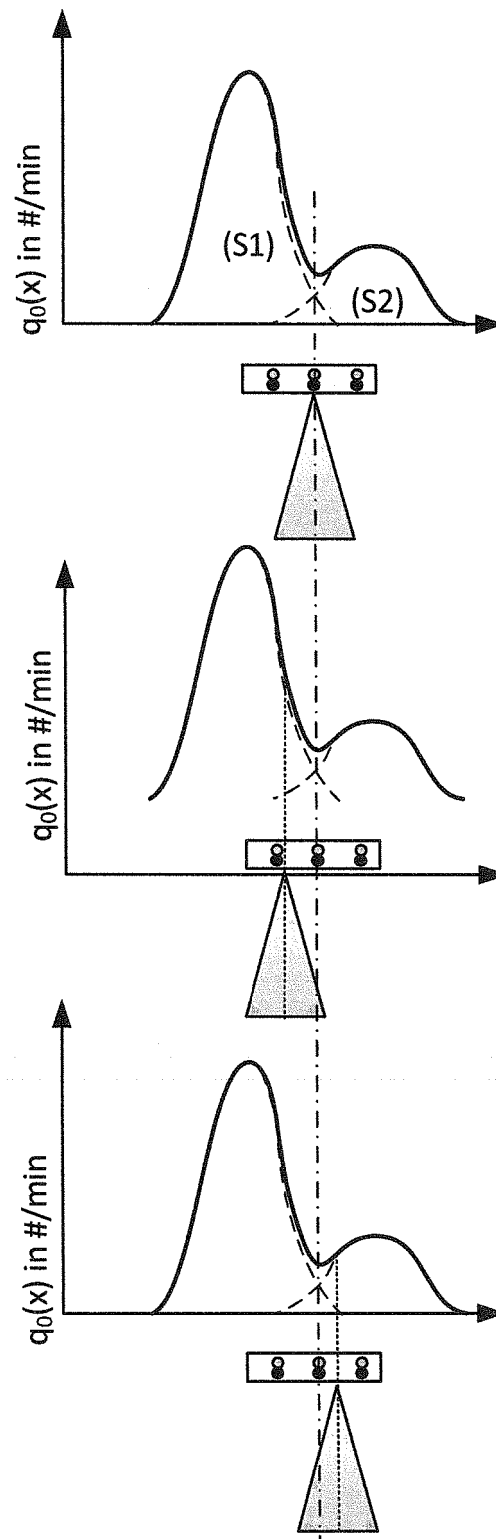


FIG 6

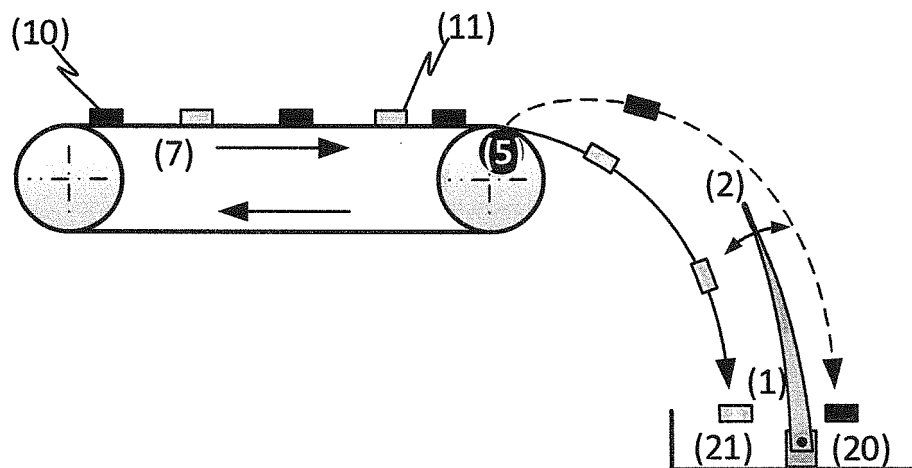


FIG 7

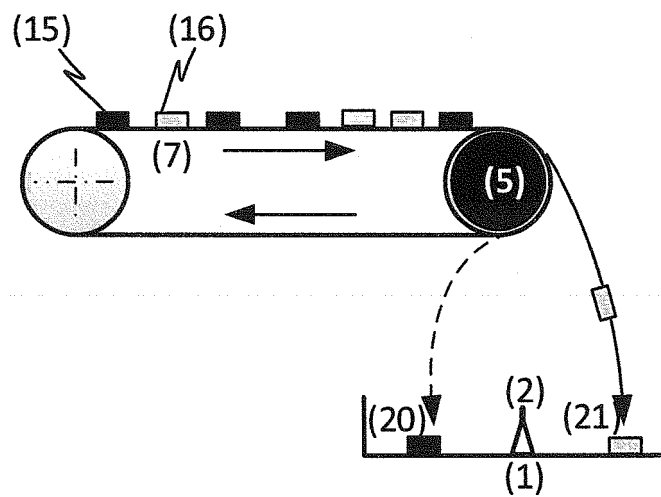
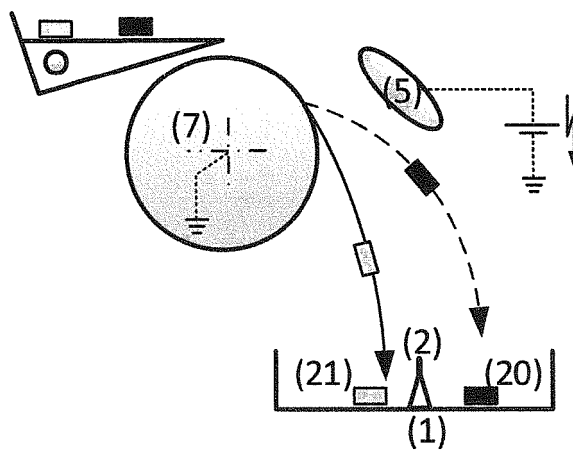


FIG 8



IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

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

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- WO 2012118373 A [0006] [0035]
- WO 2012118373 A1 [0091] [0092]