



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
27.10.2021 Patentblatt 2021/43

(51) Int Cl.:
B07C 5/342 (2006.01) B07C 5/02 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **21167660.6**

(22) Anmeldetag: **09.04.2021**

(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
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(71) Anmelder: **SEPARATION AG**
4731 Raeren-Eynatten (BE)

(72) Erfinder: **Wilms, Georg**
4730 Raeren (BE)

(74) Vertreter: **dompatent von Kreisler Selting Werner - Partnerschaft von Patent- und Rechtsanwälten mbB**
Deichmannhaus am Dom
Bahnhofsvorplatz 1
50667 Köln (DE)

(30) Priorität: **22.04.2020 DE 102020110976**

(54) **OPTISCHE SORTIERANLAGE FÜR DIE SORTIERUNG VON GRANULATPARTIKELN**

(57) Die Erfindung betrifft eine optische Sortieranlage für die Sortierung von Granulatpartikeln in mindestens eine erste und zweite Granulatfraktion, umfassend:
- eine Dosiereinrichtung;
- ein Transportband;

- eine optische Sensoreinrichtung;
- eine Austrageinrichtung;
- eine Steuereinrichtung; sowie
- zumindest einen ersten und zweiten Granulatfraktionsauslass.

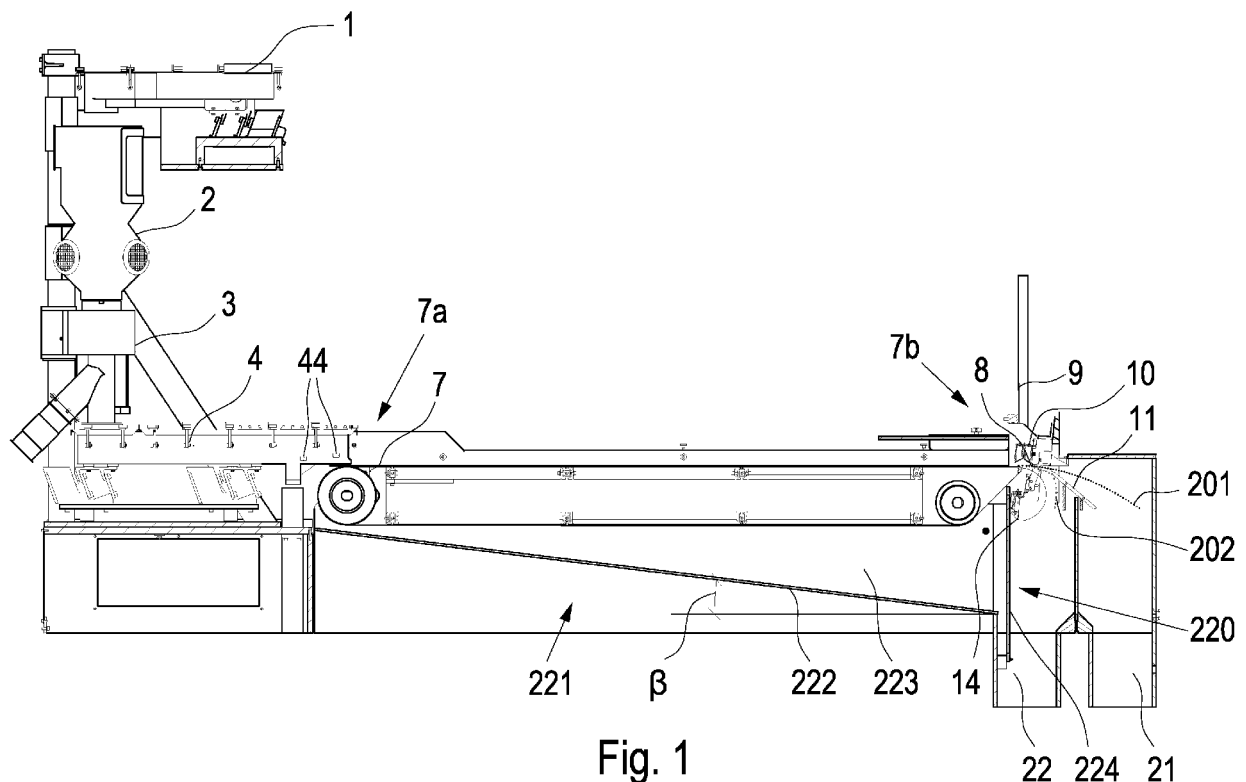


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Aus dem Stand der Technik sind optische Sortieranlagen für die Sortierung von Granulatpartikeln bekannt, wobei mittels der Sortieranlagen zugeführte Granulatpartikel mindestens in eine erste und zweite Granulatfraktion aufteilbar bzw. sortierbar sind. Die aus dem Stand der Technik bekannten optischen Sortieranlagen weisen üblicherweise eine Dosierrutsche zur Übergabe der zu sortierenden Granulatpartikel auf ein Transportband auf, worüber unter Nutzung der Schwerkraft die zu sortierenden Partikel auf das Transportband aufbringbar sind. Es ist ebenfalls aus dem Stand der Technik bekannt, die Granulatpartikel mittels des Transportbandes auf eine definierte Geschwindigkeit zu beschleunigen und an einem Abwurfende von dem Transportband abzuwerfen und in eine freie Flugbahn zu überführen, beabstandet zu dem Abwurfende die Granulatpartikel mittels einer optischen Sensoreinrichtung zu detektieren und in Abhängigkeit eines Detektionskriteriums mittels einer Austrageinrichtung die auszuscheidenden Partikel, welche nicht den geforderten Qualitätskriterien entsprechen, abzuweisen.

[0002] Die aus dem Stand der Technik bekannten optischen Sortieranlagen weisen dabei den Nachteil auf, dass eine unkontrollierte Menge von Granulatpartikeln auf das Transportband aufgegeben wird, derart, dass nicht sichergestellt ist, dass auf dem Transportband lediglich eine Monolage an Granulatpartikeln mittels der Dosierrutsche aufgebracht wird. Weiterhin sind die aus dem Stand der Technik bekannten Austrageinrichtungen, welche über Luftimpulse als auch Schaufelvorrichtungen realisiert werden, ungenau und ermöglichen keine exakte Austragung von abweichenden Partikeln.

[0003] Ausgehend von dem vorgenannten Stand der Technik ist es die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, die bekannten optischen Sortieranlagen dahingehend zu verbessern, eine sichere Erkennung und Austragung der abzuweisenden Granulatpartikel zu ermöglichen, als auch den benötigten Bauraum der optischen Sortieranlage zu verringern sowie deren Sortiergeschwindigkeit zu erhöhen.

[0004] Erfindungsgemäß gelöst wird die Aufgabe durch eine optische Sortieranlage für die Sortierung von Granulatpartikeln in mindestens eine erste und zweite Granulatfraktion, wobei die optische Sortieranlage eine Dosiereinrichtung, ein Transportband, eine optische Sensoreinrichtung, eine Austrageinrichtung, eine Steuereinrichtung sowie zumindest einen ersten und zweiten Granulatfraktionsauslass umfasst. Es ist dabei vorgesehen, dass die Granulatpartikel über die Dosiereinrichtung in einer Monolage auf das Transportband aufgegeben werden, mittels des Transportbandes auf eine definierte Geschwindigkeit beschleunigt, an einem Abwurfende vom Transportband abgeworfen und in eine erste freie Flugbahn überführt werden, wobei die optische Sensoreinrichtung optische Aufnahmen der Granulatpartikel im Bereich des Abwurfendes, bevorzugt nach dem Abwurf,

generiert und an die Steuereinrichtung übermittelt, wobei die Steuereinrichtung anhand der optischen Aufnahmen unter Auswertung mindestens eines Detektionskriteriums die Granulatpartikel jeweils der mindestens einen ersten oder zweiten Granulatfraktion zuordnet und bei Zuordnung eines Granulatpartikels zu der zweiten Granulatfraktion einen Steuerimpuls an die Austrageinrichtung übermittelt, wobei im Bereich der freien Flugbahn der Granulatpartikel in einen definierten Abstand zum Abwurfende des ersten Granulatfraktionsauslasses angeordnet ist, und wobei bei Übermittlung eines Steuerimpulses die Austrageinrichtung den der mindestens einen zweiten Granulatfraktion zugeordneten Granulatpartikel vor Erreichen des ersten Granulatfraktionsauslasses in mindestens eine zweite Flugbahn überführt und in mindestens einen zweiten Granulatfraktionsauslass abführt.

[0005] Die Granulatpartikel werden an einem ersten, dem Abwurfende gegenüberliegenden Ende auf das Transportband aufgebracht. Die Aufbringung der Granulatpartikel auf das Transportband erfolgt über eine Dosiereinrichtung, mittels derer eine definierte Menge an Granulatpartikeln pro Zeiteinheit auf das Transportband aufgegeben wird. Die über die Dosiereinrichtung aufgebrachte Menge an Granulatpartikeln je Zeiteinheit wird dabei derart gesteuert, dass eine Monolage der Granulatpartikel auf das Transportband aufgebracht bzw. auf diesem erzeugt wird. Als Monolage wird dabei im Rahmen der vorliegenden Erfindung eine Verteilung der Granulatpartikel auf dem Transportband verstanden, bei welcher es keine Überschneidungen zwischen den Granulatpartikeln auf dem Transportband gibt. Die Granulatpartikel liegen somit nicht übereinander auf dem Transportband, sondern vielmehr beabstandet zueinander bzw. berühren einander.

[0006] Es kann vorgesehen sein, dass die Granulatpartikel vor dem Aufbringen auf das Transportband durch eine vorgelagerte Siebeinrichtung vorgesiebt, mittels eines Metallabscheiders metallische Fremdpartikel in dem Granulat abgeführt und ggf. die Granulatpartikel vordem Aufbringen auf das Transportband mittels mindestens einem Ionisator elektrostatisch entladen werden. Weiterhin kann es vorgesehen sein, dass die Granulatpartikel vor dem Aufbringen auf das Transportband mittels einer Gegenstromwindsichteinrichtung von Staubpartikeln befreit werden. Durch die vorgenannten Vorbehandlungsschritte wird sichergestellt, dass den Detektionsbereich der optischen Sortieranlage lediglich Granulatpartikel passieren, welche sicher detektiert werden können und keine Beschädigungen oder Verunreinigungen im Bereich der optischen Sensoreinrichtung sowie der Austrageinrichtung hinterlassen. Insbesondere wird es ermöglicht, metallische Fremdkörper als auch beispielsweise ungewünschte Staubpartikel bereits vor dem Aufbringen auf das Transportband abzuführen, derart, dass die vorgenannten Verunreinigungen nicht mehr den Bereich der optischen Sensoreinrichtung passieren. Eine Verunreinigung des Transportbandes sowie des Beleuchtungs-

hintergrundes kann ebenfalls mittels der Vorbehandlungsschritte weitgehend ausgeschlossen werden.

[0007] Die Granulatpartikel werden bei dem Abwurf von dem Transportband in eine erste freie Flugbahn mit einer idealisiert angenommenen theoretischen freien Wurfparabel überführt. Bei dem Übergang der Granulatpartikel von dem Transportband in die freie Flugbahn weisen diese zunächst lediglich die Transportbandgeschwindigkeit auf, die gleichzeitig die Anfangsfluggeschwindigkeit der Partikel darstellt. Auf die Granulatpartikel wirken entlang der ersten freien Flugbahn im Wesentlichen zwei die Flugbahn beeinflussende Kräfte: der Luftwiderstand und darüber hinaus die Erdanziehungskraft bzw. Gravitation, die theoretische bzw. idealisierte parabelförmige Flugbahn der Granulatpartikel nach dem Abwurf von dem Transportband bewirken.

[0008] Aufgrund von vorliegenden Formabweichungen der unterschiedlichen zu sortierenden Granulatpartikel, aber auch aufgrund von Abweichungen, wie beispielsweise Unebenheiten, in der Oberfläche des Transportbandes, kommt es in der Realität zu Abweichungen der abgeworfenen Granulatpartikel von der idealisiert theoretisch angenommenen Wurfparabel bzw. Flugbahn. Es tritt somit eine Streuung im Hinblick auf die Flugbahn der Granulatpartikel nach dem Abwurf von dem Transportband auf, derart, dass die Gesamtheit der abgeworfenen Granulatpartikel einen ersten Korridor der ersten freien Flugbahn beschreiben. Mit zunehmendem Abstand der abgeworfenen Granulatpartikel von der Abwurflinie an dem Abwurfende des Transportbandes entlang der Flugbahn nehmen die resultierenden Abweichungen von der idealisierten Flugbahn zu, derart, dass sich der Flugkorridor der Granulatpartikel mit steigendem Abstand zu dem Abwurfende vergrößert bzw. erweitert. Erfindungsgemäß kann es vorgesehen werden die optischen Aufnahmen der Granulatpartikel in möglichst geringen Abstand zu der Abwurflinie der Granulatpartikel von dem Transportband zu erzeugen. Diese Ausführungsform weist den Vorteil einer geringen Streuung der Flugbahn der Granulatpartikel an der Detektionsstelle auf, so dass die Tiefenschärfe der Sensoreinrichtung bei gleichzeitiger optimaler Beleuchtung über dem Hintergrund gegeben ist.

[0009] Das vorgesehene Transportband erstreckt sich als umlaufendes, quasi endloses, Transportband entlang der Laufrichtung des Transportbandes von einer ersten Umlenkeinrichtung im Bereich des Endes, an welchem die Granulatpartikel auf das Transportband aufgegeben werden, zu einer zweiten Umlenkeinrichtung an dem Abwurfende, an welchem die Granulatpartikel von dem Transportband in eine freie Flugbahn überführt und damit abgeworfen werden. Unterhalb der zweiten Umlenkeinrichtung versetzt in Richtung der ersten Umlenkeinrichtung befindet sich noch ein dritte Umlenkeinrichtung, wodurch eine schräge Bandrückführung ermöglicht wird. Zwischen den beiden gegenüberliegenden ersten und zweiten Umlenkeinrichtungen weist das Transportband im Wesentlichen eine ebene Transportbandoberfläche

mit in Transportbandrichtung einem ebenen Oberflächenverlauf auf. Das Transportband kann seitlich durch einander gegenüberliegende Banden begrenzt werden, um einen seitlichen Abwurf bzw. Verlust der Granulatpartikel zu verhindern und ein Rückprallen der Granulatpartikel an den Bandenoberflächen zu ermöglichen.

[0010] Die beiden einander gegenüberliegenden seitlichen Transportbandränder verlaufen in einem geringen Abstand zu den Seitenblechen. Durch den Abstand zwischen den Seitenblechen und dem Transportbandrand wird jeweils ein Luftspalt ausgebildet, über welchen ein Fluidstrom fließen bzw. ausgestoßen werden kann. Die einander gegenüberliegenden Banden, welche das Transportband seitlich begrenzen, sind dabei parallel zu der Ebene der Transportbandoberfläche in einem geringen Abstand oberhalb der Transportbandoberfläche angeordnet. Die beiden gegenüberliegenden Banden sind dabei jeweils über entsprechende Abstandshalter zu den beiden gegenüberliegenden Seitenblechen beabstandet angeordnet. Der Abstand zwischen dem jeweiligen Seitenblech und der Bande ist über einen verschieblich ausgestalteten Abstandshalter einstellbar, derart, dass die resultierende Transportbandbreite über die Abstandshalter einstellbar bzw. feinjustierbar ist. Die Vorrichtung der Befestigung der Banden über die Abstandshalter ermöglicht die Durchführung des Luftstroms, welcher zwischen dem Transportband und den Seitenblechen durchgeführt wird, zu dem Bereich oberhalb der jeweiligen Banden bzw. des Transportbandes.

[0011] Im Bereich der abwurfseitigen Umlenkeinrichtung wird das Transportband in Laufrichtung von dem ebenen Verlauf in ein in Laufrichtung des Transportbandes konvexen Oberflächenverlauf überführt. Der Übergang zwischen dem ebenen und konvexen Verlauf bildet quer bzw. orthogonal zu der Laufrichtung des Transportbandes eine Übergangslinie, welche als Abwurflinie bezeichnet wird, an welcher die Granulatpartikel von dem auf dem Transportband aufliegenden Zustand in eine freie Flugbahn übergehen. Die Transportbandoberfläche krümmt sich somit im Bereich des Abwurfendes im Wesentlichen von der horizontalen Laufrichtung nach unten weg.

[0012] Die Austrageinrichtung kann mindestens einen Granulatpartikel durch Abgabe mindestens eines Luftimpulses von der freien Flugbahn ablenken, bzw. diesem einen gewünschten Geschwindigkeitsvektor mit einem definierten Geschwindigkeitsbetrag und einer definierten Richtung aufgeben. Der resultierende Geschwindigkeitsvektor wird dabei derart gewählt, dass dieser von dem Geschwindigkeitsvektor des Granulatpartikels entlang der freien Flugbahn abweicht und den mindestens einen Partikel in eine zweite Flugbahn lenkt bzw. überführt, welche von der ersten Flugbahn abweicht. Die Nutzung von Luftimpulsen im Bereich der Austrageinrichtung zur Ablenkung der Granulatpartikel von der freien Flugbahn weist den Vorteil auf, dass in sehr kurzen Zeitabständen aufeinander folgend immer wieder Partikel durch die Austrageinrichtung abgelenkt werden können,

ohne die darauffolgenden Partikel beim Ausstoßen zu beeinflussen. Hierdurch wird es ermöglicht, den Strom der Granulatpartikel mit einer hohen Bandbeladung zu sortieren, wodurch mit der erfindungsgemäßen Anlage eine hohe Granulatmenge pro Zeiteinheit sortiert werden kann und damit die Effizienz der erfindungsgemäßen optischen Sortieranlage gegenüber dem Stand der Technik gesteigert werden kann.

[0013] Besonders bevorzugt wird der mindestens eine auszutragende Partikel durch die Austrageinrichtung gegenüber der aktuellen Geschwindigkeit auf der ersten freien Flugbahn beschleunigt und weist nach Aufbringen des Luftimpulses ein gegenüber der Geschwindigkeit auf der ersten freien Flugbahn erhöhte oder mindestens die gleiche Geschwindigkeit auf. Insbesondere kann der Betrag der Geschwindigkeit in Richtung der Flugbahn des Granulatpartikels beschleunigt werden. Die Beschleunigung der ausgeworfenen Partikel gegenüber der Fluggeschwindigkeit auf der freien Flugbahn verhindert ein Aufprallen von nachfolgenden Partikeln auf den ausgeworfenen Partikel, wodurch ein Aufstauen der Partikel aufgrund des Partikelausstoßes vermieden werden kann.

[0014] Der Transportweg entlang des Transportbandes und im Besonderen die Transportbandoberfläche kann im Wesentlichen entlang einer flachen Ebene verlaufen, welche ungefähr orthogonal zu dem Vektor der Erdanziehungskraft bzw. Gravitation und damit im Wesentlichen horizontal ausgerichtet ist. Die Ausrichtung des Transportbandes bzw. der Transportbandoberfläche im Wesentlichen entlang einer flachen Ebene, welche im Wesentlichen orthogonal zu dem Vektor der Gravitation läuft, weist den Vorteil auf, dass die auf das Transportband aufgegebenen Partikel sich relativ schnell nach der Aufgabe auf das Transportband beruhigen können bzw. ihre kinetische Energie aufgrund der Aufgabe auf das Transportband relativ schnell abbauen können, derart, dass die Partikel zumindest im Bereich des Abwurfendes lediglich die Transportbandgeschwindigkeit aufweisen. Insbesondere wird vermieden, dass die Partikel von dem Transportband aufgrund deren Eigengewicht an dem Abwurfende herunterrutschen und damit einen unkontrollierten zusätzlichen Geschwindigkeitsbetrag aufweisen. Die Granulatpartikel werden entlang des Transportweges von dem ersten Transportbandende, an welchem die Granulatpartikel auf das Transportband aufgegeben werden, zu dem Abwurfende auf die Sortiergeschwindigkeit beschleunigt, welche der Transportbandgeschwindigkeit entspricht.

[0015] Der mindestens eine Granulatpartikel wird durch die Austrageinrichtung mittels mindestens eines Luftimpulses derart abgelenkt, dass der Granulatpartikel, welcher der mindestens einen zweiten Granulatfraktion zugeordnet wurde, in den mindestens einen zweiten Fraktionsauslass abgeführt wird.

[0016] In der grundlegendsten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Sortieranlage werden die zu sortierenden Granulatpartikel in eine erste und eine zweite

Granulatfraktion sortiert. Bevorzugt handelt es sich bei der ersten Granulatfraktion um die sogenannte Gutfraktion, in welche die Granulatpartikel sortiert werden, welche geforderten Qualitätskriterien entsprechen und damit über keine Defekte verfügen. Die erste Granulatfraktion gelangt dabei entlang der Parabel der freien Flugbahn nach Abwurf von dem Transportband ohne zusätzliche Eingriffe in den ersten Granulatfraktionsauslass.

[0017] Bei der zweiten Granulatfraktion handelt es sich in der bevorzugten Ausführungsform um die sogenannte Abweisfraktion, welche den geforderten Qualitätskriterien nicht entspricht und beispielsweise Fehler wie Farbabweichungen, Einschlüsse oder Formabweichungen aufweist. Die Granulatpartikel, welche den geforderten Qualitätskriterien nicht entsprechen, werden mittels der Sensoreinrichtung durch Auswertung mindestens eines Detektionskriteriums der zweiten Granulatfraktion zugeordnet und darauf folgend mittels der Austrageinrichtung in eine von der ersten freien Flugbahn abweichenden zweiten Flugbahn überführt, wobei der Granulatpartikel, welcher der Abweisfraktion zugeordnet wurde, in den zweiten Granulatfraktionsauslass überführt wird. Erfindungsgemäß können die Granulatpartikel jedoch weiterhin anhand einer Mehrzahl von Detektionskriterien in mehreren ersten oder zweiten Granulatfraktionsauslässen zugeordnet werden.

[0018] Erfindungsgemäß kann es vorgesehen sein, dass die optische Sensoreinrichtung Aufnahmen der Granulatpartikel im Bereich der freien Flugbahn generiert, wobei die Aufnahmen in einen horizontalen Abstand relativ zu einer Abwurflinie des Transportbandes, an welchen die Granulatpartikel abgeworfen werden, im Bereich von 5 mm bis 40 mm, bevorzugt im Bereich von 5 mm bis 15 mm, generiert. Erfindungsgemäß kann es jedoch auch vorgesehen werden, mittels der optischen Sensoreinrichtung Aufnahmen der Granulatpartikel in Transportrichtung vor der Abwurflinie im Bereich des Abwurfendes des Transportbandes auf dem Transportband aufliegend zu generieren, wobei die Aufnahmen bevorzugt in einem horizontalen Abstand im Bereich von 5 mm bis 40 mm, bevorzugt im Bereich von 5 mm bis 15 mm, vom Abwurfende generiert werden. Die Anordnung der optischen Sensoreinrichtung zur Generierung der Aufnahme unmittelbar hinter der Abwurflinie des Transportbandes weist den Vorteil auf, dass die zu detektierenden Granulatpartikel in dem vorbeschriebenen Detektionsbereich lediglich geringe Streuungen in der Flugbahn aufweisen, derart, dass die Sensoreinrichtung sehr genau auf die Flugbahn der Granulatpartikel fokussiert bzw. ausgerichtet werden kann. Die Generierung der optischen Aufnahmen auf dem Transportband aufliegend unmittelbar im Bereich vor der Abwurflinie weist den Vorteil auf, dass die Partikel in einer definierten Detektionsebene geführt sind, derart, dass die optische Detektionseinrichtung genau auf die zu detektierenden Partikel ausgerichtet und fokussiert werden kann. Weiterhin vorteilhaft an der Detektion der Granulatpartikel aufliegend auf dem Transportband ist, dass die Partikel einen defi-

nierten Hintergrund in Form des Transportbandes bzw. der Transportbandoberfläche aufweisen.

[0019] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung kann es vorgesehen sein, dass die Sensoreinrichtung eine mittlere Sichtachse umfasst, wobei die Sichtachse mit der Tangente der freien Flugbahn am Schnittpunkt der Sichtachse mit der freien Flugbahn einen Winkel im Bereich von 75° bis 115°, bevorzugt im Bereich von 85° bis 95°, aufweist.

[0020] Die mittlere Sichtachse der Sensoreinrichtung wird definiert durch die Sensorelemente der Sensoreinrichtung in Verbindung mit dem optischen Strahlengang durch eine den Sensorelementen vorgelagerte Optik der Sensoreinrichtung. Die Sensoreinrichtung kann dabei als Zeilensensor durch eine Vielzahl in einer Reihe angeordneter Einzelsensoren oder alternativ als zweidimensionaler Flächensensor mit einer Vielzahl von Einzelsensoren, welche in einer Sensormatrix in Spalten und Reihen nebeneinander angeordnet sind, ausgestaltet werden. Die Einzelsensoren können als Pixel bezeichnet werden. Die mittlere Sichtachse im Bereich der Einzelsensoren wird dabei definiert als Gerade, welche orthogonal zu der Ebene der Einzelsensoren verläuft und diese in deren Mittelpunkt der Einzelsensoren schneidet. Die Sichtachse kann durch den Einzelbildsensoren vorgelagerte Optiken umgelenkt und entsprechend beeinflusst werden.

[0021] Beispielsweise kann es sich bei der Sensoreinrichtung um einen CMOS-Sensor oder einen CCD-Sensor handeln, welcher mittels einer dem Sensor vorgelagerten Optik auf einen bestimmten Erkennungsbereich fokussiert ist. Die Sichtachse verläuft dabei von dem Fokusbereich durch die Optik zu den Sensorelementen der Sensoreinrichtung. Es kann auch vorgesehen sein, dass die Sensorelemente der Sensoreinrichtung durch mehrere handelsübliche CMOS-Sensoren oder CCD-Sensoren gebildet werden.

[0022] Der Winkel zwischen der Sichtachse und der Tangente der freien Flugbahn wird in einer Ebene quer zu der Flugrichtung bzw. Flugbahn der Granulatpartikel gemessen, wobei der Winkel auf der dem Abwurfende abgewandten Seite zwischen der Sichtachse und der Tangente ermittelt wird.

[0023] Die Sensoreinrichtung kann mit einer Frequenz im Bereich von 36 kHz bis 150 kHz Aufnahmen von den abgeworfenen Granulatpartikeln erzeugen. Die Ausgestaltung der Sensoreinrichtung einer Frequenz im Bereich von 36 kHz bis 150 Khz ermöglicht einen Granulatpartikelstrom mit einer sehr hohen Geschwindigkeit über die optische Sensoreinrichtung zu detektieren und damit der optischen Sortierung zugänglich zu machen.

[0024] Besonders bevorzugt weist das durch die Sensoreinrichtung aufgenommene Bild eine Auflösung im Bereich von 10 µm bis 50 µm, bevorzugt von 15 µm oder 25 µm, je Pixel bzw. Einzelbildsensor auf. Aufgrund der hohen Auflösung wird es ermöglicht, sehr kleine Fehler (Artefakte) mittels der optischen Detektionseinrichtung

aufzulösen und zu untersuchen.

[0025] Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung kann es vorgesehen sein, dass die Austrageinrichtung im Bereich der freien Flugbahn der Granulatpartikel in einem horizontalen Abstand relativ zur Detektionslinie in einem Abstandsbereich von 2 cm bis 9 cm, bevorzugt im Bereich von 2 cm bis 5 cm, angeordnet ist. Die Anordnung der Austrageinrichtung in den beschriebenen Bereichen und damit sehr nah hinter dem Abwurfende weist den Vorteil auf, dass die freie Flugbahn der Granulatpartikel in diesem Bereich noch eine relativ geringe Streuung aufweist, derart, dass die Granulatpartikel annäherungsweise noch die idealisierte theoretisch berechnete Flugbahn aufweisen und damit der Ort eines jeden Granulatpartikels über die Flugeschwindigkeit und den Abstand der Austrageinrichtung relativ zu der Detektionslinie sicher ermittelt werden kann. Hierdurch ist es wiederum möglich, Fehlauseinandersetzungen der Austrageinrichtung zu verhindern und sicher die detektierten Partikel mit Fehlern bzw. Abweichungen auszuwerfen, ohne dabei weitere Partikel zu beeinflussen.

[0026] Weiterhin kann es vorgesehen sein, dass im Bereich des Abwurfendes eine Beleuchtungseinrichtung oberhalb und/oder unterhalb der freien Flugbahn der Granulatpartikel zur Beleuchtung der Granulatpartikel angeordnet ist. Durch die Vorsehung der Beleuchtungseinrichtung wird es möglich, geringere Belichtungszeiten mit der optischen Sensoreinrichtung zu realisieren und damit verbunden auch höhere Bildwiederholraten zu ermöglichen, welche wiederum eine höhere optische Auflösung der optischen Sortieranlage ermöglichen.

[0027] Die Beleuchtungseinrichtung umfasst mindestens eine Lichtquelle, insbesondere eine lichtemittierende Diode. Weiterhin kann es vorgesehen sein, die Beleuchtungsintensität sowie die Beleuchtungsfarbe, insbesondere die Wellenlänge bzw. das Farbspektrum der Beleuchtungseinrichtung, aktiv mittels einer Steuerungselektronik einzustellen und zu verändern. Durch die Steuerung der Beleuchtungsintensität bzw. der Beleuchtungsfarbe bzw. der Wellenlänge des ausgestrahlten Lichts lässt sich die erfindungsgemäße optische Sortieranlage an die zu sortierenden Granulatpartikel und deren Farbe bzw. deren optische Eigenschaften anpassen.

[0028] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform kann die Beleuchtungseinrichtung in einen Abstand in horizontaler Richtung zu der Abwurflinie des Transportbandes im Bereich von -40 bis 40 mm, bevorzugt im Bereich -40 bis 15 mm, besonders bevorzugt mittig über der Detektionslinie angeordnet werden. Die negativen Werte entsprechen dabei in Transportrichtung einem Abstand vor der Abwurflinie, positive Werte einem Abstand in Flugrichtung hinter der Abwurflinie.

[0029] Weiterhin kann es vorgesehen sein, dass in Richtung der von der Beleuchtungseinrichtung ausgesendeten Lichtstrahlen relativ zu der freien Flugbahn der Granulatpartikel gegenüberliegend ein Beleuchtungshintergrund angeordnet ist. Der Beleuchtungshinter-

grund ermöglicht es, optische Aufnahmen der zu detektierenden Granulatpartikel mit einem bekannten und definierten Hintergrund, insbesondere einer bekannten Hintergrundfarbe bzw. bekannten Hintergrundstruktur, zu fotografieren. Hierdurch wird es ermöglicht, Farbabweichungen bzw. sonstige Artefakte in den zu detektierenden Partikeln sicher zu detektieren. Insbesondere wird durch die Anordnung des Beleuchtungshintergrundes bei der Generierung der optischen Aufnahmen verhindert, dass der Partikel zusätzliches Streulicht von der Umgebung einfängt und somit sich optische Artefakte in dem zu detektierenden Granulatpartikel spiegeln, welches wiederum zu optischen Fehlinterpretationen führen könnte.

[0030] Es kann vorgesehen sein, den Beleuchtungshintergrund ebenfalls aktiv zu beleuchten, wobei die Beleuchtungsintensität sowie die Beleuchtungsfarbe bzw. auch Wellenlänge des Beleuchtungshintergrundes aktiv steuerbar sind. Alternativ kann der Beleuchtungshintergrund auch als passive Hintergrundfläche ausgebildet werden, welche bevorzugt der Farbe der Granulatpartikel angepasst ist.

[0031] Erfindungsgemäß kann es weiterhin vorgesehen sein, dass hinter dem Abwurfende in Abwurfrichtung der Granulatpartikel zwischen der einen ersten freien Flugbahn und der mindestens einen zweiten Flugbahn mindestens ein Trennschwert angeordnet ist, wobei das Trennschwert eine relativ zu dem Abwurfende spitz zulaufende Stirnfläche in Form einer scharfen Messerschneide umfassen kann. Die Vorsehung eines Trennschwertes zwischen der ersten freien Flugbahn und der zweiten Flugbahn ermöglicht eine genaue Abtrennung der Granulatpartikel, welche zu der ersten Granulatfraktion und zu der zweiten Granulatfraktion zugehörig sind, zu realisieren. Die Vorsehung einer spitz zulaufenden Stirnfläche in Form einer Messerschneide stellt sicher, dass dort auftreffende Granulate sich verformen (Energieabsorption) und damit nicht zu unmittelbar in die erste freie Flugbahn zurückprallende Granulatpartikel kommt, welche den Sortierprozess stören könnten bzw. zu einem Partikelstau im Bereich der Granulatauslässe bzw. der optischen Sortierung führen könnten.

[0032] Das mindestens eine Trennschwert ist im Wesentlichen als Trennwand ausgestaltet und kann einen ebenen oder gekrümmten Oberflächenverlauf in der Ebene zu dem Abwurfkorridor umfassen, der bevorzugt parallel zu der ersten Flugbahn verläuft, wobei die mindestens eine Trennwand bevorzugt in einem definierten Abstand unter der Flugbahn angeordnet ist.

[0033] Bevorzugt kann es vorgesehen sein, dass eine Längsachse des Trennschwertes relativ zu der Tangente an die erste idealisierte Flugbahn der Granulatpartikel im Schnittpunkt zwischen der Längsachse des Trennschwertes der ersten Flugbahn derart angeordnet ist, einen Winkel im Bereich von 5° bis 45° einzuschließen.

[0034] Weiterhin kann es vorgesehen sein, dass das Trennschwert entlang seiner Längsachse verschiebbar, zur Anpassung an die Flugbahn der Granulate, angeord-

net ist.

[0035] In einer besonders bevorzugten Ausführungsform kann die Stirnfläche des Trennschwertes einen horizontalen Abstand relativ zu der Detektionslinie im Bereich von 10 bis 80 mm aufweisen.

[0036] Es kann vorgesehen sein, dass die Dosiereinrichtung zumindest ein erstes und ein zweites Siebdeck umfasst, wobei die Granulatpartikel über die Siebdecken geleitet werden, wobei mittels des ersten Siebdecks Granulatpartikel oberhalb eines zweiten mittleren Partikeldurchmessers abgetrennt und die Granulatpartikel unterhalb eines ersten mittleren Partikeldurchmessers durch das zweite Siebdeck abgetrennt werden, derart, dass dem Transportband Granulatpartikel mit einem mittleren Partikeldurchmesser zwischen dem ersten und zweiten Partikeldurchmesser zugeführt werden. Mittels der beiden Siebdecks wird sichergestellt, dass lediglich Granulatpartikel mit einem mittleren Partikeldurchmesser einem definierten Bereich zwischen einem ersten und zweiten Durchmesser dem Transportband zugeführt werden. Hierdurch wird sichergestellt, dass in den Bereich der Sensoreinrichtung lediglich Granulatpartikel in einem definierten Größenbereich gelangen, um die resultierenden Abweichungen in der Flugbahn der Granulatpartikel in einen definierten Rahmen zu halten und damit den Flugkorridor aufgrund der Streuung der Flugbahn der Granulatpartikel zu begrenzen.

[0037] Bevorzugt kann es vorgesehen werden, dass die Dosiereinrichtung weiterhin mindestens eine Dosierrinne umfasst, über welche die Granulatkörner nach Durchlauf der Siebdecks aufgebracht werden und worüber die Granulatkörner auf das Transportband aufgegeben werden. Die Dosierrinne kann dabei als ebene Fläche ausgestaltet werden und ist im Wesentlichen horizontal ausgerichtet sowie weist weiterhin einen geringen Abstand, bevorzugt in vertikaler Richtung einen Abstand, der kleiner als der mittlere Partikeldurchmesser ist, relativ zu der Transportbandoberfläche auf. Die entlang einer horizontalen Ebene verlaufende Dosiereinrichtung, die einen geringen Abstand in vertikaler Richtung zu dem Transportband bzw. der Transportbandoberfläche aufweist, weist den Vorteil auf, dass die über die Dosiereinrichtung das Transportband aufgegebenen Granulatpartikel lediglich eine geringe Anfangsenergie (potentielle Energie und kinetische Energie) aufweisen, welches eine schnelle Beruhigung der aufgegebenen Granulatpartikel auf dem Transportband möglich macht.

[0038] Besonders bevorzugt weist die Dosierrinne an einem Abwurfende der Dosierrinne, an dem die Granulatpartikel von der Dosierrinne auf das Transportband aufgegeben werden, im Wesentlichen die Breite des Transportbandes auf. Alternativ kann es jedoch auch vorgesehen sein, über die Breite des Transportbandes mehrere Dosierinnen vorzusehen.

[0039] Weiterhin kann vorgesehen sein, dass die Dosiereinrichtung zusätzlich eine Vibrationseinrichtung umfasst, worüber die Siebdecks und/oder die Dosierrinne in Schwingungen versetzbar sind.

[0040] Die Schwingungsamplitude, die Form sowie Ausrichtung der Schwingungsamplitude als auch die Frequenz der Schwingungsamplitude der Vibrationseinrichtung sind dabei flexibel einstellbar.

[0041] Weiterhin kann es vorgesehen sein, dass in der Dosiereinrichtung zwei versetzt zu einander angeordnete Ionisationseinrichtungen vorgesehen sind, wobei die auf das Transportband aufzugebenen Granulatpartikel vor der Aufgabe auf das Transportband durch die zwei versetzten Ionisationsvorrichtungen hindurchgeleitet werden. Die Längsachsen der Ionisationseinrichtungen verlaufen im Wesentlichen orthogonal zu der Transportbandlängsachse. Aufgrund der versetzt zueinander angeordneten Ionisationseinrichtungen können möglicherweise noch vorhandene elektrische Ladungen der Granulatpartikel von diesen abgeführt werden, derart, dass diese im Wesentlichen ungeladen von der Dosiereinrichtung auf das Transportband abgegeben werden, um mögliche Abstoßungen oder Anziehungseffekte der Granulatpartikel aufgrund von vorliegenden elektrischen Ladungen auf dem Beschleunigungsband und im freien Flug zu verhindern.

[0042] Mittels der Ionisationseinrichtung wird die Umgebungsluft lokal ionisiert bzw. elektrisch geladen, derart, dass elektrische Ladungen der Granulatpartikel durch die ionisierte Luft von den Granulatpartikeln abgeleitet werden können.

[0043] Es kann vorgesehen sein, dass die Austrageinrichtung durch eine Vielzahl von Einzeldüsen gebildet ist, welche oberhalb oder unterhalb der freien Flugbahn der Partikel angeordnet sind.

[0044] Besonders bevorzugt können vor den Einzeldüsen der Austrageinrichtung eine Luftleiteinrichtung bzw. mehrere Luftleiteinrichtungen angeordnet werden, wobei der durch die Einzeldüsen ausgestoßene Luftstrom über die Luftleiteinrichtung in eine definierte Richtung umgeleitet wird.

[0045] Weiterhin kann vorgesehen sein, dass der von der Einzeldüse ausgestoßene und über die Luftleiteinrichtung umgeleitete Luftstrom eine horizontale Geschwindigkeit von mindestens 1,5 m/s aufweist. Die horizontale Geschwindigkeitskomponente ist dabei an die Transportbandgeschwindigkeit bzw. die aktuelle Partikelfluggeschwindigkeit zum Zeitpunkt des Passierens der Austrageinrichtung angepasst.

[0046] Weiterhin kann erfindungsgemäß vorgesehen sein, dass im Bereich des mindestens einen zweiten Fraktionsauslasses ein von dem zweiten Fraktionsauslass in horizontaler Richtung abgehender Ausgleichluftkanal angeordnet ist, wobei der Ausgleichluftkanal durch ein Bodenblech und zwei gegenüberliegende Seitenbleche als nach oben offener Kanal gebildet ist und wobei das Bodenblech in Richtung des zweiten Fraktionsauslasses fallend ausgebildet ist.

[0047] Besonders bevorzugt weist das Bodenblech gegenüber einer Horizontalen einen Winkel im Bereich von 0 bis 25° auf.

[0048] Weiterhin kann erfindungsgemäß vorgesehen

werden, dass der mindestens eine zweite Fraktionsauslass eine seitliche Öffnung in einer Wandung des Auslasses umfasst, wobei die Öffnung mit einer luftdurchlässigen Filtereinrichtung bedeckt ist.

[0049] Weiterhin kann erfindungsgemäß vorgesehen werden, dass das Transportband aus einem elektrostatischen leitfähigen Bandmaterial gebildet ist bzw. das Transportband elektrostatisch leitfähiges Bandmaterial umfasst.

[0050] Das Transportband kann an dem Abwurfende eine Umlenkkante mit einem Radius der Transportbandoberfläche von weniger als 20 mm, insbesondere von weniger als 10 mm, aufweisen.

[0051] Aufgrund der geringen Radien der Umlenkkante des Transportbandes in dem Bereich des Abwurfendes können die resultierenden Strömungseffekte im Bereich der Umlenkkante geringgehalten werden. Dies weist den Vorteil auf, dass die abgeworfenen Granulatpartikel in ihrer Flugbahn nicht bzw. nur gering aufgrund der resultierenden Strömungsverhältnisse an der Umlenkkante im Bereich des Abwurfendes beeinflusst werden.

[0052] Bevorzugt kann es vorgesehen sein, dass das Transportband ein Bandmaterial umfasst, in welches in Laufrichtung des Transportbandes Verstärkungsfasern, wie insbesondere Karbonfasern, eingebettet sind. Weiterhin kann es vorgesehen werden, dass das Transportband als umlaufendes Endlosband ausgestaltet ist, wobei das Transportband zwei Bandenden umfasst, die über eine verzahnte Schweißnaht miteinander verbunden sind und wobei die Schweißnaht relativ zu der Laufrichtung des Transportbandes einen Winkel im Bereich von 35 bis 55°, besonders bevorzugt einen Winkel von 45°, aufweist. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform kann es vorgesehen sein, dass das Transportband eine Transportbandoberfläche für den Transport der Partikel umfasst, wobei die Transportbandoberfläche eine geringe Oberflächenrauigkeit, besonders bevorzugt von 0,2 µm, aufweist.

[0053] Weiterhin kann es bevorzugt vorgesehen werden, dass der absolute Zahlenwert der Länge des Transportweges der Granulatpartikel entlang des Transportbandes, gemessen in Metern, dem absoluten Zahlenwert der Laufgeschwindigkeit des Transportbandes, gemessen in m/s, entspricht. Weiterhin kann es besonders bevorzugt vorgesehen werden, dass das Transportband mit einer Laufgeschwindigkeit im Bereich von 1 m/s bis 3 m/s, besonders bevorzugt im Bereich von 1,5 m/s bis 2,5 m/s, angetrieben wird.

[0054] Im Nachfolgenden wird unter Bezugnahme auf die beigefügten Figuren die erfindungsgemäße optische Sortieranlage anhand von beispielhaften Ausführungsformen näher erläutert.

[0055] Es zeigen:

Fig. 1 eine Seitenansicht eines Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen optischen Sortieranlage,

Fig. 2 eine Schnittansicht durch eine beispielhafte Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Dosiereinrichtung 4 in Zusammenschau mit dem Aufgabeeende 7a eines Transportbandes 7, sowie

Fig. 3 die Schnittansicht einer beispielhaften Ausführungsform einer erfindungsgemäßen optischen Sortieranlage im Bereich des Abwurfendes 7b des Transportbandes 7.

[0056] Die Fig. 1 zeigt eine schematische seitliche Schnittansicht eines Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Sortieranlage. Die zu sortierenden Granulatpartikel 100 werden an einem oberen Ende der optischen Sortieranlage über einen Materialeinlauf 1 der optischen Sortieranlage zugeführt und werden durch die dargestellte beispielhafte optische Sortieranlage in zwei Granulatfraktionen 1 sortiert. Bei der ersten Granulatfraktion handelt es sich um die sogenannte Gutfraktion, wobei die Granulatpartikel 100 in der ersten Granulatfraktion den gestellten Qualitätskriterien entsprechen und über den ersten Granulatfraktionsauslass 21 aus der optischen Sortieranlage abgeführt werden, wohingegen die Granulatpartikel 100, welche nicht den geforderten Qualitätskriterien entsprechen, über den zweiten Granulatfraktionsauslass 22 aus der optischen Sortieranlage abgeführt werden. Dem Materialeinlauf 1 nachgeordnet ist zur Vorsortierung der Granulatpartikel 100 vor deren Aufgabe auf das Transportband 7 zunächst ein Gegenstromwindsichter 2 angeordnet, über den mögliche Staubpartikel aus den zu sortierenden Granulatpartikeln 100 ausgeschieden werden können. Weiterhin ist dem Gegenstromwindsichter 2 nachgelagert ein Allmetallabscheider 3 angeordnet, über den mögliche Metallpartikel aus den zugeführten Granulatpartikeln 100 abgeführt werden können. Nachfolgend des Allmetallabscheiders 3 ist die Dosiereinrichtung 4 angeordnet, über welche erfindungsgemäß die Granulatpartikel 100 auf das Transportband 7 aufgegeben werden. In dem Bereich des Abwurfendes 7b des Transportbandes 7 ist eine optische Sensoreinrichtung 9 sowie eine Beleuchtungseinrichtung 10 als auch eine Austrageeinrichtung 12 angeordnet. Weiterhin wurde in der dargestellten beispielhaften Ausführungsform zur Trennung des ersten Granulatfraktionsauslasses 21 und des zweiten Granulatfraktionsauslasses 22 ein Trennschwert 11 im Bereich der freien Flugbahn 201 der Granulatpartikel 100 angeordnet.

[0057] In der beispielhaften Ausführungsform der optischen Sortieranlage, wie dies ebenfalls der beispielhaften Ausführungsform der optischen Sortieranlage gemäß Fig. 1 entnehmbar ist, ist im Bereich des zweiten Fraktionsauslasses 22 ein vom zweiten Fraktionsauslass 22 im Wesentlichen in horizontaler Richtung abgehender Ausgleichsluftkanal 221 vorgesehen, wobei der Ausgleichsluftkanal 221 durch ein Bodenblech 222 und zwei gegenüberliegende Seitenbleche 223 seitlich und

nach unten abgegrenzt ist. Der Ausgleichsluftkanal 221 ist dabei als nach oben offener Kanal ausgebildet, aus welchem Luft austreten kann. Der Ausgleichsluftkanal 221 dient dazu, die durch die Austrageeinrichtung 12 ausgestoßene Luft in ihrem Volumen und ihrer Luftgeschwindigkeit so zu reduzieren, dass kein Staudruck im zweiten Fraktionskanal 22 entsteht. Das Bodenblech 222 ist in Richtung des zweiten Fraktionsauslasses 22 abfallend ausgebildet bzw. mit zunehmendem Abstand zu dem zweiten Fraktionsauslass 22 ansteigend. Das Bodenblech 222 weist dabei gegenüber einer gedachten Horizontalen einen Winkel β auf. In der Ausführungsform gemäß Fig. 1 verfügt, der zweite Fraktionsauslass 22 über eine seitliche Öffnung 220, welche in einer Wandung des Auslasses 22 vorgesehen ist, wobei die Öffnung 220 mit einer luftdurchlässigen Filtereinrichtung 224 bedeckt ist. Mittels der luftdurchlässigen Filtereinrichtung 224 wird ermöglicht, dass der über die Austrageeinrichtung 12 abgegebene Luftstrom im Bereich des zweiten Auslasses 22 über die seitliche Öffnung 220 abgeführt werden kann. Dabei wird mittels der luftdurchlässigen Filtereinrichtung 224 verhindert, dass Granulatpartikel 100 im Bereich des zweiten Granulatfraktionsauslasses über die seitliche Öffnung 220 ausgetragen werden und insbesondere bei Anordnung eines Ausgleichsluftkanals 221 nicht in diesen eingetragen werden. Das Transportband 7 verläuft in dem nach oben offenen Ausgleichsluftkanal 221, wobei die Seitenränder des Transportbandes 7 beabstandet zu den Seitenblechen 223 verlaufen. Durch den Spalt zwischen den Seitenblechen 223 und dem Transportband 7 wird die in den Ausgleichsluftkanal 221 eingebrachte Luft an dem Transportband seitlich nach oben abgeführt. Diese Ausführungsform weist den Vorteil auf, dass durch die Austrageeinrichtung 12 eingetragene Luftvolumen abgeführt werden kann, so dass kein Staudruck entsteht. An den beiden Seitenblechen 223 können jeweils über nicht dargestellte Abstandshalter Bänder angeordnet werden, welche die Transportbandoberfläche des Transportbands 7 seitlich begrenzt und einen seitlichen Abwurf der transportierten Granulatpartikel 100 verhindern.

[0058] Das Transportband 7 kann dabei als umlaufendes Endlosband ausgestaltet werden, wobei eine Transportbandoberfläche 7s für den Transport der Granulatpartikel 100 vorgesehen ist, welche bevorzugt eine geringe Oberflächenrauigkeit aufweist.

[0059] Die Fig. 2 zeigt eine schematische Ansicht einer beispielhaften Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Dosiereinrichtung 4 sowie deren Anordnung im Bereich des Aufgabeeendes 7a eines Transportbandes 7 einer erfindungsgemäßen optischen Sortieranlage. Die in Fig. 2 dargestellte Dosiereinrichtung 4 verfügt dabei über eine obere Materialzufuhr 40, in welcher die Granulatpartikel 100 der Dosiereinrichtung übergeben werden. Die dargestellte Dosiereinrichtung 4 verfügt über ein erstes Siebdeck 41 sowie ein darunter angeordnetes zweites Siebdeck 42 sowie über ein Bodenblech 43 und eine Dosierrinne 45. Die über die Materialzufuhr 40 der Dosiereinrichtung zugeführten Granulatpartikel 100 durchlau-

fen zunächst das erste Siebdeck 41, wobei mittels des ersten Siebdecks 41 die Granulatpartikel 100 oberhalb eines zweiten mittleren Partikeldurchmessers abgetrennt und über einen Auswurf 41a die zu großen Partikel aus der optischen Sortieranlage entfernt werden, derart, dass diese nicht mehr dem Transportband 7 zugeführt werden. Die Granulatpartikel 100, welche einen mittleren Durchmesser unterhalb des zweiten mittleren Partikeldurchmessers aufweisen, fallen durch die Öffnungen des ersten Siebdecks 41 auf das darunterliegende zweite Siebdeck 42, wobei mittels des zweiten Siebdecks 42 die Granulatpartikel 100 unterhalb eines ersten mittleren Partikeldurchmessers abgetrennt werden und über einen Auswurf 43a im Bodenblech 43 aus der Dosiereinrichtung 4 abgeführt werden. In der Folge werden die über den Auswurf 43a abgeführten Partikel mit einem zu geringen Durchmesser ebenfalls aus der optischen Sortieranlage entfernt, derart, dass diese ebenfalls nicht mehr dem Transportband 7 zugeführt werden. In der Zusammenwirkung wird mittels der beiden Siebdecks 41 und 42 sichergestellt, dass lediglich Granulatpartikel 100 mit einem mittleren Partikeldurchmesser d in einem Bereich zwischen einem ersten unteren Durchmesser d_1 und einem zweiten oberen Durchmesser d_2 dem Transportband 7 zugeführt werden. Hierdurch wird sichergestellt, dass in den Bereich der Sensoreinrichtung 9 lediglich Granulatpartikel 100 mit einem definierten Größenbereich gelangen, um die resultierenden Abweichungen in der ersten freien Flugbahn 201 in einem definierten Rahmen zu halten und damit den Flugkorridor aufgrund der Streuung der Flugbahn der Granulatpartikel 100 zu begrenzen. Ein unkontrolliertes Anstoßen und Rückprallen der Granulatpartikel 100 an ungewünschten Einrichtungen bzw. Oberflächen der optischen Sortiereinrichtung wird damit sicher vermieden. Die dargestellte Dosiereinrichtung 4 verfügt weiterhin über zwei gegenüberliegend versetzt angeordnete Ionisationseinrichtungen 44, zwischen denen die Granulatpartikel 100, welche von dem zweiten Siebdeck 42 auf die Dosierrinne 45 abgegeben werden, elektrisch entladen werden, derart, dass mittels der Dosierrinne 45 lediglich elektrisch ungeladene Granulatpartikel 100 auf das Aufgabende 7a des Transportbandes 7 aufgegeben werden. Die Dosierrinne 45 ist dabei als ebene Fläche ausgestaltet, welche im Wesentlichen horizontal verläuft. Die Dosierrinne 45 ist dabei in einen geringen vertikalen Abstand a_{457} zu der Oberfläche 7s des Transportbandes 7 angeordnet. Bevorzugt ist der vertikale Abschnitt a_{457} kleiner als der mittlere Partikeldurchmesser d der Granulatpartikel 100 ausgestaltet. Die dargestellte Dosiereinrichtung 4 ist weiterhin mit einer Vibrationseinrichtung 46 derart verbunden, dass durch die Vibrationseinrichtung 46 erzeugte Vibrationen zumindest an die beiden Siebdecks 41, 42 und/oder die Dosierrinne 45 übertragbar sind. Wie in Fig. 2 dargestellt, kann die Dosiereinrichtung 46 jedoch auch so angeordnet werden, dass alle Elemente der Dosiereinrichtung in Schwingungen versetzt werden. Die mittels der Vibrationseinrichtung 46 erzeugten Vibrationen

können insbesondere im Hinblick auf deren Schwingungsamplitude die Form sowie Ausrichtung der Schwingungsamplitude als auch die Frequenz der Schwingungsamplitude der Vibrationseinrichtung 46 einstellbar sein.

[0060] Der dargestellte Ausschnitt des Transportbandes 7 im Bereich des Aufgabendes 7a verdeutlicht die Anordnung der beispielhaften Dosiereinrichtung 4 im Bereich des Aufgabendes 7a des Transportbandes 7. Das Transportband 7 verfügt dabei über ein Bandmaterial 72, welches für den Transport der Granulatpartikel 100 eine Transportbandoberfläche 7s aufweist und in Transportrichtung 70 die aufgegebenen Granulatpartikel zu einem in Fig. 2 nicht dargestellten Abwurfende 7b des Transportbandes 7 transportiert. Die Granulatpartikel 100 werden an einem ersten Ende des Transportbandes 7a, dem sogenannten Aufgabende des Transportbandes 7, welches dem Abwurfende 7b gegenüberliegt, auf das Transportband 7 über die Dosiereinrichtung 4 und insbesondere über die Dosierrinne 45 auf das Transportband 7 aufgebracht. Wobei über die Dosierrinne 45 mittels der Dosiereinrichtung 4 eine definierte Menge an Granulatpartikeln 100 pro Zeiteinheit auf das Transportband 7 aufgegeben werden. Die über die Dosiereinrichtung 4 aufgebrachte Menge an Granulatpartikeln 100 je Zeiteinheit wird dabei derart gesteuert, dass eine Monolage der Granulatpartikel 100 auf das Transportband 7 aufgebracht wird. Als Monolage wird dabei eine Verteilung der Granulatpartikel 100 auf dem Transportband 7 verstanden, bei welchen es keine Überschneidungen zwischen den Granulatpartikeln 100 auf dem Transportband 7 gibt. Die Granulatpartikel 100 liegen folglich nicht übereinander auf dem Transportband 7, sondern bevorzugt nebeneinander beabstandet bzw. berühren einander und sind im Wesentlichen über die gesamte Transportbandbreite verteilt.

[0061] Die Fig. 3 zeigt einen Ausschnitt einer beispielhaften optischen Sortieranlage im Bereich des Abwurfendes 7b des Transportbandes 7. In der dargestellten Ausführungsform gemäß Fig. 3 ist dabei im Bereich des Abwurfendes 7b oberhalb der ersten freien Flugbahn 201 der Granulatpartikel 100 eine Beleuchtungseinrichtung 10 sowie eine Sensoreinrichtung 9 angeordnet, entlang der Flugrichtung der Granulatpartikel 100 auf der freien Flugbahn 201 anschließend an die Beleuchtungseinrichtung 10 ist eine Austrageinrichtung 12 angeordnet. Die optische Sensoreinrichtung 9 ist dabei derart angeordnet, dass diese die optischen Aufnahmen der von dem Transportband 7 an der Abwurflinie 71 abgeworfenen Granulatpartikel 100 generiert und an die Steuereinrichtung 13 übermittelt. Die Steuereinrichtung 13 ist dabei derart ausgestaltet, dass diese anhand der optischen Aufnahmen von der Sensoreinrichtung 9 und der Auswertung mindestens eines Detektionskriteriums die abgeworfenen Granulatpartikel 100 jeweils der mindestens einen ersten oder zweiten Granulatfraktion zuordnet und bei Zuordnung eines Granulatpartikels 100 zu der zweiten Granulatfraktion einen Steuerimpuls an die Austrag-

einrichtung 12 übermittelt. Bei dem Vorliegen eines Steuerimpulses stößt die Austrageinrichtung 12 über eine Luftdüse 121 einen Luftstrom 120, wodurch der Granulatpartikel 100, welcher der zweiten Granulatfraktion zugeordnet wurde von der ersten freien Flugbahn 201 auf eine zweite Flugbahn 202 abgelenkt wird. Der Luftstrom 120 der Einzeldüse 121 wird mittels mindestens einer Umlenkeinrichtung 122, wie beispielsweise ein Umlenblech, in eine spezifische Richtung gelenkt. Wobei im Bereich der freien Flugbahn 201 der Granulatpartikel 100 in einen definierten Abstand zum Abwurfende 7b der ersten Granulatfraktionsauslass 21 angeordnet ist und bei Übermittlung eines Steuerimpulses die Austrageinrichtung 12 den der mindestens einen zweiten Granulatfraktion zugeordneten Granulatpartikel 100 vor Erreichen des ersten Granulatfraktionsauslasses in mindestens eine zweite Flugbahn 202 überführt und in mindestens einen zweiten Granulatfraktionsauslass 22 abführt. Die optische Sensoreinrichtung 9 generiert Aufnahmen der abgeworfenen Granulatpartikel 100 im Bereich deren freien Flugbahn 201. Der Verlauf einer beispielhaften freien Flugbahn 201 ist in der Fig. 3 mittels strichpunktierter Linie dargestellt. Die durch die Sensoreinrichtung 9 generierten Aufnahmen werden in einem ersten horizontalen Abstand h_{719} relativ zu der Abwurflinie 71 des Transportbandes 7, an welchem die Granulatpartikel 100 von dem Transportband 7 abgeworfen werden, generiert. Wie in der Fig. 3 beispielhaft dargestellt ist, ist oberhalb der freien Flugbahn 201 der Granulatpartikel 100 die Beleuchtungseinrichtung 10 angeordnet, welche alternativ auch unterhalb der freien Flugbahn 201 angeordnet werden kann. Die dargestellte beispielhafte Beleuchtungseinrichtung 10 weist dabei mehrere Lichtquellen auf, insbesondere eine lichtemittierende Diode. Dabei kann insbesondere vorgesehen sein, die Beleuchtungsintensität sowie das Beleuchtungsspektrum der Beleuchtungseinrichtung aktiv zu steuern und an die zu sortierenden Granulatpartikel 100 anzupassen. Wie in Fig. 3 dargestellt, ist der Beleuchtungseinrichtung 10 in Richtung der von der Beleuchtungseinrichtung 10 ausgesendeten Lichtstrahlen relativ zu der freien Flugbahn 201 der Partikel 100 gegenüberliegend ein Beleuchtungshintergrund 14 angeordnet. Es kann dabei ebenfalls vorgesehen sein, den Beleuchtungshintergrund 14 aktiv zu beleuchten, wobei weiterhin die Beleuchtungsintensität sowie Beleuchtungsfarbe aktiv veränderbar vorgesehen werden können. Wie ebenfalls in Fig. 3 dargestellt ist, ist der erste Fraktionsauslass 21 sowie der zweite Fraktionsauslass 22 in deren oberen Bereich durch ein Trennschwert 11 voneinander abgetrennt. Das Trennschwert 11 ist dabei hinter dem Abwurfende 7b in Abwurfrichtung der Granulatpartikel 100 zwischen der ersten freien Flugbahn 201 und der mindestens einen zweiten Flugbahn 202 angeordnet, wobei das Trennschwert 11 eine relativ zu dem Abwurfende 7b gerichtete, spitz zulaufende, Stirnfläche 111 in Form einer Messerschneide umfasst. Es kann dabei vorgesehen sein, dass die Längsachse 112 des Trennschwerts 11 relativ zu der Tangente 201t an die

erste idealisierte Flugbahn 201 der Granulatpartikel im Schnittpunkt x zwischen der Längsachse 112 des Trennschwerts 11 mit der ersten Flugbahn 201 derart angeordnet ist, dass die Längsachse 112 einen Winkel α im Bereich von 40-60° bzw. bevorzugt 45° einschließt. Das Trennschwert 11 kann dabei entlang seiner Längsachse 112 linear verschiebbar ausgestaltet sein, wie mittels Doppelpfeil 113 in der Fig. 3 dargestellt.

Patentansprüche

1. Optische Sortieranlage für die Sortierung von Granulatpartikeln (100) in mindestens eine erste und zweite Granulatfraktion (101,102), umfassend:

- eine Dosiereinrichtung (4);
- ein Transportband (7);
- eine optische Sensoreinrichtung (9);
- eine Austrageinrichtung (12);
- eine Steuereinrichtung (13); sowie
- zumindest einen ersten und zweiten Granulatfraktionsauslass (21,22),
- wobei die Granulatpartikel (100) über die Dosiereinrichtung (4) in einer Monolage auf das Transportband (7) aufgegeben werden, mittels des Transportbandes (7) auf eine definierte Geschwindigkeit beschleunigt, an einem Abwurfende (7b) vom Transportband (7) abgeworfen und in eine erste freie Flugbahn (201) überführt werden;
- wobei die optische Sensoreinrichtung (9) optische Aufnahmen der abgeworfenen Granulatpartikel (100) generiert und an die Steuereinrichtung (13) übermittelt;
- wobei die Steuereinrichtung (13) anhand der optischen Aufnahmen unter Auswertung mindestens eines Detektionskriteriums die abgeworfenen Granulatpartikel (100) jeweils der mindestens einen ersten oder zweiten Granulatfraktion (101,102) zuordnet und bei Zuordnung eines Granulatpartikels (100) zu der zweiten Granulatfraktion (102) einen Steuerimpuls an die Austrageinrichtung (12) übermittelt;
- wobei im Bereich der freien Flugbahn (201) der Granulatpartikel (100) in einem definierten Abstand zum Abwurfende (7b) der erste Granulatfraktionsauslass (21) angeordnet ist;
- wobei bei Übermittlung eines Steuerimpulses die Austrageinrichtung (12) den der mindestens einen zweiten Granulatfraktion (102) zugeordneten Granulatpartikel (100) vor Erreichen des ersten Granulatfraktionsauslasses (21) in mindestens eine zweite Flugbahn (202) überführt und in mindestens einen zweiten Granulatfraktionsauslass (22) abführt.

2. Sortieranlage nach Anspruch 1, **dadurch gekenn-**

- zeichnet, dass** die optische Sensoreinrichtung (9) Aufnahmen der Granulatpartikel (100) im Bereich der freien Flugbahn (201) generiert, wobei die Aufnahmen in einem horizontalen Abstand (h719) relativ zu einer Abwurflinie (71) des Transportbandes (7), an welcher die Granulatpartikel (100) abgeworfen werden, im Bereich von 5 mm bis 40 mm, bevorzugt im Bereich von 5 mm bis 15 mm, generiert.
3. Sortieranlage nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sensoreinrichtung (9) eine mittlere Sichtachse (91) umfasst, wobei die Sichtachse (91) mit der Tangente (201t) der freien Flugbahn (201) am Schnittpunkt (X) der Sichtachse (91) mit der freien Flugbahn (201) einen Winkel im Bereich von 75° bis 115°, bevorzugt im Bereich von 85° bis 95°, aufweist.
 4. Sortieranlage nach einem der vorausgehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Austrageinrichtung (12) im Bereich der freien Flugbahn (201) der Granulatpartikel (100) in einen horizontalen Abstand (h719) relativ zu einer Abwurflinie (71) des Transportbandes (7), an welcher die Granulatpartikel (100) abgeworfen werden, in einem Abstandsbereich von 2 cm bis 9 cm, bevorzugt im Bereich von 2 cm bis 5 cm, angeordnet ist.
 5. Sortieranlage nach einem der vorausgehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Bereich des Abwurfendes (7b) eine Beleuchtungseinrichtung (10) oberhalb und/oder unterhalb der freien Flugbahn (201) der Granulatpartikel (100) zur Beleuchtung der Granulatpartikel (100) angeordnet ist.
 6. Sortieranlage nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Beleuchtungseinrichtung (10) in einem Abstand (h719) in horizontaler Richtung zu der Abwurflinie (71) des Transportbandes (10) im Bereich von 5 mm bis 40 mm, bevorzugt im Bereich von 5 mm bis 15 mm, angeordnet ist.
 7. Sortieranlage nach Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** in Richtung der von der Beleuchtungseinrichtung (10) ausgesendeten Lichtstrahlen (10l) relativ zu der freien Flugbahn (201) der Partikel (100) gegenüberliegend ein Beleuchtungshintergrund (14) angeordnet ist.
 8. Sortieranlage nach einem der vorausgehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** hinter dem Abwurfende (7b) in Abwurfrichtung der Granulatpartikel (100) zwischen der einen ersten freien Flugbahn (201) und der mindestens einen zweiten Flugbahn (202) mindestens ein Trennschwert (11) angeordnet ist, wobei das Trennschwert (11) eine relativ zu dem Abwurfende (7b) spitz zulaufende Stirnfläche (111) in Form einer Messerschneide umfasst.
 9. Sortieranlage nach einem der vorausgehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Längsachse (112) des Trennschwertes (11) relativ zu der Tangente (201t) an die erste idealisierte Flugbahn (201) der Granulatpartikel (100) im Schnittpunkt (X) zwischen der Längsachse (112) des Trennschwertes (11) mit der ersten Flugbahn (201) derart angeordnet ist, einen Winkel (α) im Bereich von 40° bis 60°, bevorzugt 45°, einzuschließen.
 10. Sortieranlage nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Trennschwert (11) entlang seiner Längsachse (112) verschiebbar angeordnet ist.
 11. Sortieranlage nach Anspruch 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Stirnfläche (111) des Trennschwertes (11) einen horizontalen Abstand im Bereich von 10 mm bis 50 mm aufweist.
 12. Sortieranlage nach einem der vorausgehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Dosiereinrichtung (4) zumindest ein erstes und ein zweites Siebdeck (41,42) umfasst, wobei die Granulatpartikel (100) über die Siebdecks (41,42) geleitet werden, wobei mittels des ersten Siebdecks (41) Granulatpartikel (100) oberhalb eines zweiten mittleren Partikeldurchmessers (d_2) abgetrennt und die Granulatpartikel (100) unterhalb eines ersten mittleren Partikeldurchmessers (d_1) durch das zweite Siebdeck (42) abgetrennt werden, derart, dass dem Transportband (7) lediglich Granulatpartikel (100) mit einem mittlerem Partikeldurchmesser (d) zwischen dem ersten und zweiten Partikeldurchmesser (d_1 , d_2) zugeführt werden.
 13. Sortieranlage nach einem der vorausgehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Bereich des mindestens einen zweiten Fraktionsauslasses (22) ein vom zweiten Fraktionsauslass (22) in horizontaler Richtung abgehender Ausgleichsluftkanal (221) angeordnet ist, wobei der Ausgleichsluftkanal (221) durch ein Bodenblech (222) und zwei gegenüberliegende Seitenbleche (223) als nach oben offener Kanal ausgebildet ist und wobei das Bodenblech (222) in Richtung des zweiten Fraktionsauslasses (22) abfallend ausgebildet ist.
 14. Sortieranlage nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Bodenblech (222) gegenüber einer Horizontalen einen Winkel (β) im Bereich von 0° bis 25° einschließt.
 15. Sortieranlage nach einem der vorausgehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der mindestens eine zweite Fraktionsauslass (22) eine seitliche Öffnung (220) in einer Wandung des Auslasses

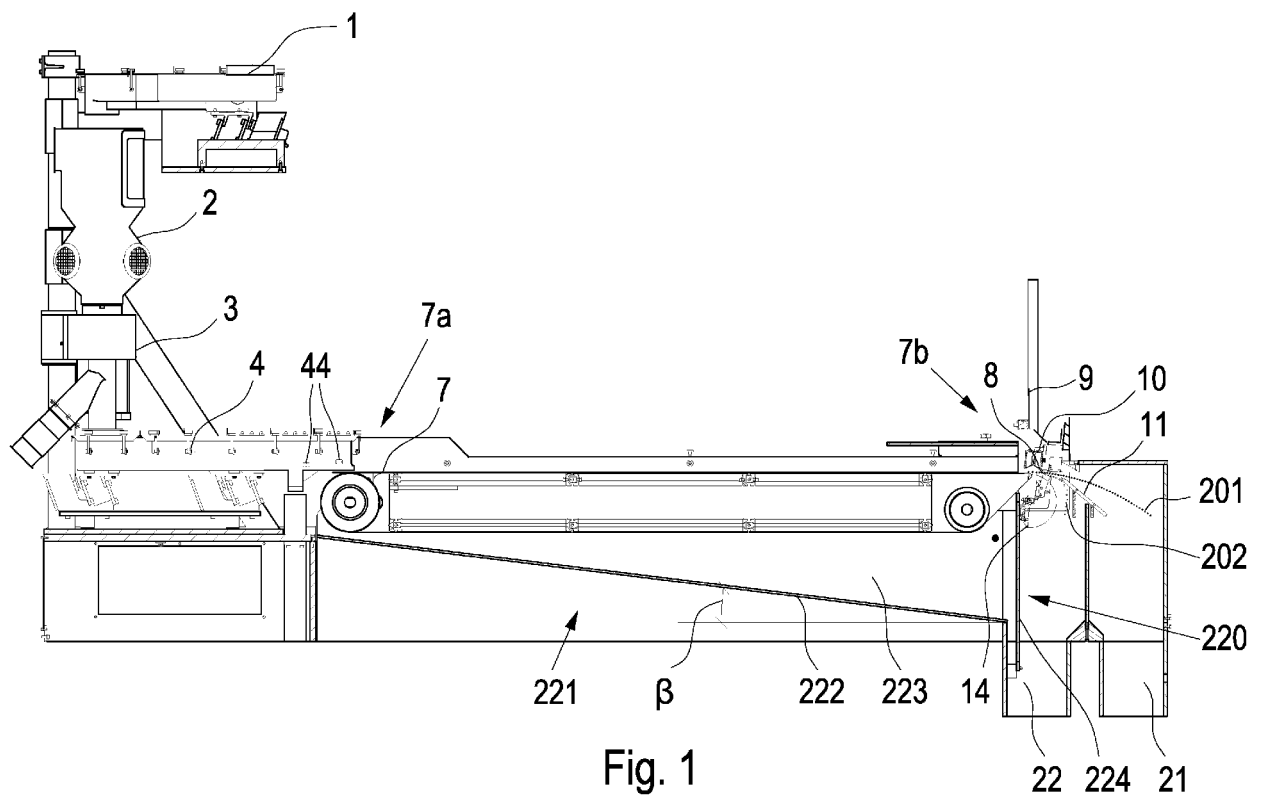
(22) umfasst, wobei die Öffnung (220) mit einer luftdurchlässigen Filtereinrichtung (224) bedeckt ist.

16. Sortieranlage nach einem der vorausgehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Transportband (7) ein elektrostatisch leitfähiges Bandmaterial (72) umfasst. 5
17. Sortieranlage nach einem der vorausgehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Transportband (7) an dem Abwurfende (7b) eine Umlenkkante (73) mit einem Radius der Transportbandoberfläche (7s) von weniger als 20 mm, insbesondere von 10 mm, aufweist. 10
18. Sortieranlage nach einem der vorausgehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Transportband (7) ein Bandmaterial (72) umfasst, in welches in Laufrichtung (70) des Transportbandes (7) Verstärkungsfasern, insbesondere Karbonfasern, eingebettet sind. 15 20
19. Sortieranlage nach einem der vorausgehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Transportband (7) als umlaufendes Endlosband ausgestaltet ist, wobei das Transportband (7) zwei Bandenden umfasst, die über eine verzahnte Schweißnaht miteinander verbunden sind und wobei die Schweißnaht relativ zu der Laufrichtung (70) des Transportbandes (7) einen Winkel im Bereich von 35° bis 55°, bevorzugt einen Winkel von 45°, aufweist. 25 30
20. Sortieranlage nach einem der vorausgehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Transportband (7) eine Transportbandoberfläche (7s) für den Transport der Partikel (100) umfasst, wobei die Transportbandoberfläche (7s) eine geringe Oberflächenrauigkeit aufweist. 35 40

45

50

55



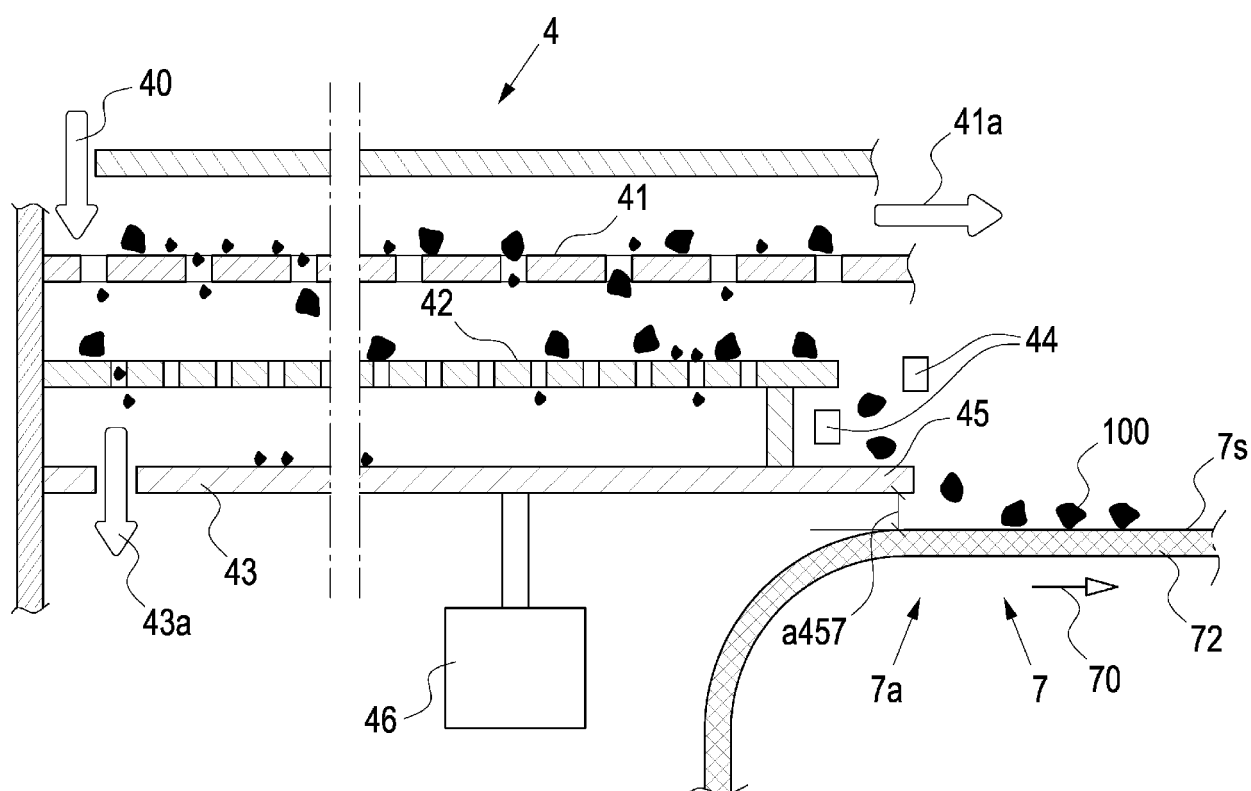


Fig. 2

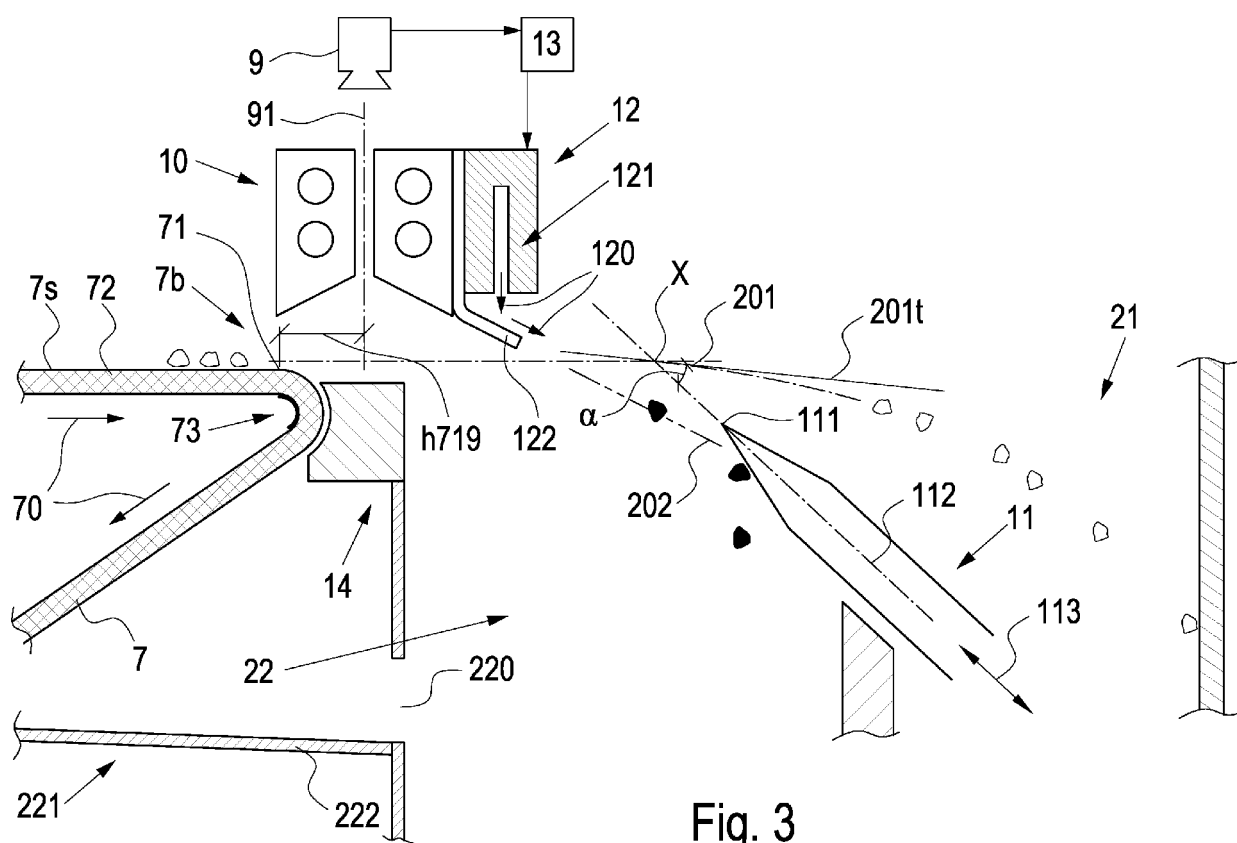


Fig. 3