

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

(19) Weltorganisation für geistiges
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum
29. Juni 2017 (29.06.2017)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2017/109035 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation:
B07C 5/02 (2006.01) *B07C 5/36* (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2016/082305
- (22) Internationales Anmeldedatum:
22. Dezember 2016 (22.12.2016)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2015 122 570.0
22. Dezember 2015 (22.12.2015) DE
- (71) Anmelder: PROASSORT GMBH [DE/DE]; Bärenstein
5, 58791 Werdohl (DE).
- (72) Erfinder: SOEST, Philipp; Steinacker 26, 51429 Bergisch
Gladbach (DE).
- (74) Anwälte: SCHÖNEBORN, Holger et al.; Schneiders &
Behrendt, Huestr. 23, 44787 Bochum (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,

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

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

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)

(54) Title: SORTING PIECES OF RAW MATERIAL

(54) Bezeichnung : SORTIERUNG VON ROHSTOFFSTÜCKEN

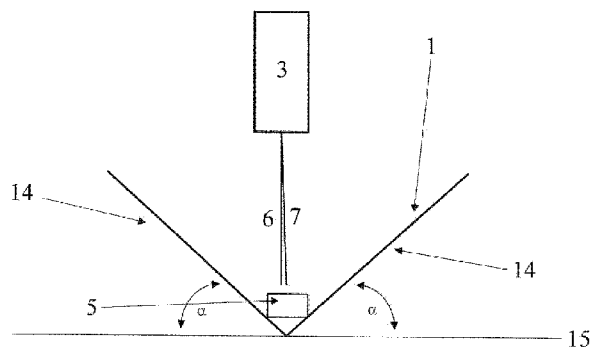


Fig. 2

(57) Abstract: The invention relates to a method for sorting pieces of raw material (5) which undergo a sensory analysis, preferably a spectroscopic analysis, of the composition. The pieces of raw material (5) are brought onto a conveyor belt (1) moving in a conveyor direction (2), the sensory analysis is carried out, and the pieces of raw material (5) are sorted transversely to the conveyor direction (2) of the conveyor belt (1) into individual target fractions (13) on the basis of the ascertained composition of the pieces of raw material (5) by applying gas pressure pulses (11), preferably compressed air pulses, or mechanical pulses to the pieces of raw material (5). In a cross-sectional view, the conveyor belt (1) has a V or U shape with two lateral flanks (14) in the section in which the sensory analysis is carried out, said flanks forming an angle (α) relative to the horizontal (15). The pieces of raw material (5) are laterally fixed between the two flanks (14) of the conveyor belt (1). By laterally fixing the pieces of raw material (5), a high precision is achieved, and sorting errors are largely omitted. The invention also relates to a corresponding device for carrying out the method.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2017/109035 A1



Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Sortierung von Rohstoffstücken (5), welche einer sensorischen, vorzugsweise spektroskopischen Analyse der Zusammensetzung unterzogen werden, bei dem die Rohstoffstücke (5) auf ein sich in Förderrichtung (2) bewegendes Förderband (1) aufgebracht werden, die sensorische Analyse vorgenommen wird und die Rohstoffstücke (5) in Abhängigkeit von der ermittelten Zusammensetzung der Rohstoffstücke (5) durch Beaufschlagung der Rohstoffstücke (5) mit Gasdruckimpulsen (11), vorzugsweise Luftdruckimpulsen, oder mechanischen Impulsen quer zur Förderrichtung (2) des Förderbandes (1) einzelnen Zielfraktionen (13) zusortiert werden, wobei das Förderband (1) in dem Abschnitt, in dem die sensorische Analyse vorgenommen wird, im Querschnitt betrachtet eine V- oder U-Form mit zwei seitlichen Flanken (14) aufweist, die einen Winkel (α) zur Horizontalen (15) ausbilden, wobei die Rohstoffstücke (5) zwischen den beiden Flanken (14) des Förderbandes (1) lateral fixiert werden. Durch die seitliche Fixierung der Rohstoffstücke (5) wird eine hohe Genauigkeit erreicht und Fehlsortierungen werden weitgehend ausgeschlossen. Daneben betrifft die Erfindung auch eine entsprechende Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

Sortierung von Rohstoffstücken

- 5 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Sortierung von Rohstoffstücken, welche einer sensorischen, vorzugsweise spektroskopischen Analyse der Zusammensetzung unterzogen werden, wobei die Rohstoffstücke auf ein Förderband aufgebracht und durch dieses in Förderrichtung bewegt werden, eine sensorische Analyse der Zusammensetzung der Rohstoffstücke
10 durchgeführt wird und die Rohstoffstücke in Abhängigkeit von der ermittelten Zusammensetzung einzelnen Zielfractionen zusortiert werden, indem sie mit Gasdruckimpulsen, vorzugsweise Luftdruckimpulsen, oder mechanischen Impulsen quer zur Förderrichtung des Förderbandes beaufschlagt werden. In entsprechender Weise betrifft die Erfindung auch eine Vorrichtung, mit der das
15 erfindungsgemäße Verfahren durchgeführt werden kann.

In Zeiten knapper und teurer werdender Ressourcen ist die Wiederverwertung von Sekundärrohstoffen, beispielsweise in Form des Schrottrecyclings, von erheblicher wirtschaftlicher Bedeutung. Dies gilt umso mehr, als große Teile der verwendeten Rohstoffe aus Drittländern stammen, die die
20 Versorgungssicherheit nicht immer gewährleisten können. Schließlich ist die Wiederverwertung von Sekundärrohstoffen auch in ökologischer Hinsicht wünschenswert.

Die Sekundärrohstoffe liegen in der Regel als Fraktionen vor, die aus einer Vielzahl an einzelnen Rohstoffstücken bestehen. Bei Neuschrotten aus der
25 Verarbeitung entstammen die einzelnen Fraktionen in der Regel einzelnen Entfallstellen (Entstehungsorte), Altschrotte setzen sich aus Rohstoffen

unterschiedlicher und undefinierter Herkunft zusammen. Beispiele hierfür sind Nichteisen-Metallfraktionen aus Großschredderanlagen oder metallischer Entfall aus der Müllverbrennung. Selbst der Entfall von Neuschrotten aus einer bestimmten Entfallstelle kann wiederum unterschiedliche chemische Zusammensetzungen bei den Einzelstücken aufweisen. Insgesamt sind somit die einzelnen Fraktionen bestenfalls hinsichtlich der Zugehörigkeit zu einem Basiswerkstoff vorsortiert, unterscheiden sich aber in ihrer chemischen Zusammensetzung im Legierungsspektrum oft beträchtlich. Beispielsweise setzen sich Metallschrotte aus einzelnen Teilen unterschiedlicher Legierungsgehalte zusammen. Eine Sortierung von Metallschrottgemischen erfolgt zurzeit häufig noch in der Weise, dass die Schrotte in Entwicklungs- und Schwellenländer exportiert und dort von Hand sortiert werden. Die hier herrschenden Arbeitsbedingungen sind jedoch zumeist inakzeptabel, darüber hinaus werden durch den Transport der Schrotte hohe zusätzliche Kosten verursacht. Auch in ökologischer Hinsicht ist der Transport von Metallschrotten über weite Entfernungen zweifelhaft. Schließlich werden durch den Export der Schrotte wertvolle Rohstoffe dem Kreislauf im Inland entzogen.

Für die Erzeugung von Hochleistungswerkstoffen ist die exakte chemische Zusammensetzung der Zielschmelze von höchster Bedeutung. Dabei ist das wirtschaftliche und ökologische Bestreben, einen möglichst hohen Anteil an Sekundärrohstoffen an der Gattierung, d. h. dem Schmelzofenbesatz, zu erhalten. Eine bloße Vorsortierung nach einzelnen Schrottgruppen ist selbst für einfachere Commodity-Werkstoffe kaum noch hinreichend. Für die Herstellung von Hochleistungswerkstoffen (High Performance Alloys = HPA), die besondere physikalische Eigenschaften im Hinblick auf Festigkeit, Verschleiß- und Korrosionsverhalten, Hitzebeständigkeit, Leitfähigkeit etc. aufweisen, wird der Einsatz von Sekundärrohstoffen zunehmend schwieriger oder scheidet per se aus. Darüber hinaus werden bislang störende Legierungselemente noch in großem Umfang bei notwendigen metallurgischen Behandlungen der Zielschmelze verschlackt und damit letztlich vernichtet, was langfristig weder ökonomisch noch ökologisch hinnehmbar ist.

Da die Anforderungen an Werkstoffe, die durch Makro- und Mikrolegieren eingestellt werden, immer weiter steigen, werden ständig neue Legierungen mit

immer feiner aufeinander abgestimmten Legierungsanteilen erzeugt. Diese Legierungsbestandteile können sich jedoch bei der späteren Wiederverwertung als Schrotte störend bemerkbar machen, insbesondere wenn die Wiederverwertung durch Einschmelzen in Induktionsöfen erfolgt, die keine metallurgische Aufarbeitung ermöglichen. So stören beispielsweise Mikrolegierungselemente, die hochfeste Stahlblechwerkstoffe ausmachen, die Einförmigkeit von kugeligem Graphit in ferritischem Grundgefüge bei Hochleistungseisenguss.

Es werden deshalb meist nur Anteile an vorsortierten Sekundärrohstoffen aus dem Beschaffungsmarkt für die Zielschmelze eingesetzt. Diese werden mit Primärrohstoffen bekannter Zusammensetzung dann so verschnitten, dass maximal zugelassene Legierungsgehalte eingestellt und insbesondere störende Legierungsbestandteile unter eine vorgegebene Spezifikationsgrenze gedrückt werden. Dies ist insbesondere bei der Erschmelzung von Aluminium der Fall. Aluminium ist unedel und entzieht sich weitgehend der metallurgischen Behandlungsmöglichkeit. Gleichzeitig soll aber z.B. bei der Verwendung im Automobilbau das eingesetzte Aluminium aus Gründen des CO₂-Fußabdrucks einen möglichst hohen Anteil an Sekundäraluminium aufweisen. Im Sinne einer funktionierenden, ökologisch vernünftigen Kreislaufwirtschaft wäre also die Erhöhung des Sekundärrohstoffanteils wünschenswert.

Um dieses Ziel zu erreichen, ist eine Sortierung der Rohstoffstücke nach ihrer chemischen Zusammensetzung unabdingbar. Hierfür bieten sich spektroskopische Verfahren an, insbesondere LIBS (laser-induced breakdown spectroscopy; laserinduzierte Plasmaspektroskopie). Dieses oberflächensensitive Verfahren ist zur Bestimmung der Zusammensetzung eines Rohstoffstücks innerhalb sehr kurzer Zeiten prinzipiell besonders geeignet, erfordert aber zum Zeitpunkt der Messung ein ausreichend tiefes Eindringen in die Oberfläche des Werkstoffs und hierfür eine ruhige Lage des Rohstoffstücks auf der Fördereinheit.

Hinzu kommt, dass viele Rohstoffstücke mit einer Oberflächenbeschichtung versehen sind. So ist beispielsweise ein großer Teil des recycelten Stahlschrotts verzinkt. Eine LIBS-Messung auf dem unbehandelten Rohstoffstück würde

daher zu einem verfälschten Ergebnis führen, weshalb der eigentlichen Bestimmung der Zusammensetzung häufig ein Ablationsschritt vorgeschaltet werden muss, bei dem zumindest in den Bereichen des Rohstoffstücks, in denen schließlich die Bestimmung der Zusammensetzung durchgeführt werden soll, zunächst eine Ablösung der Oberflächenbeschichtung stattfindet. Die Ablation, d. h. die Ablösung der Oberflächenbeschichtung durch Verdampfung, erfolgt mithilfe eines Lasers, entweder mithilfe des gleichen Lasers, der für die Bestimmung der Zusammensetzung eingesetzt wird, oder mithilfe eines separaten Lasers. Die ablatierten Bereiche sind sehr klein. Sie bewegen sich im Bereich weniger Zehntel Quadratmillimeter. Zur Koordination eines getrennten Ablationsvorgangs und der anschließenden LIBS-Messung mit zwei Lasern oder zur Ablation und anschließenden integrierten LIBS-Messung in der ablatierten Fläche mit einem Laser muss daher die Bewegung des Schrottstücks relativ zur Fördereinrichtung quasi Null sein. Hier ist von großer Bedeutung, dass das Rohstoffstück zwischen dem Ablationsschritt und dem Messschritt seine Lage relativ zur Fördereinheit nicht verändert, da anderenfalls nicht sichergestellt werden kann, dass die Messung nicht durch Oberflächenbeläge, die zuvor nicht ablatiert wurden, negativ beeinflusst wird.

Um einen hinreichend großen Durchsatz sicherzustellen, ist es sinnvoll, die Rohstoffstücke über ein Förderband laufen zu lassen, auf denen zunächst eine sensorische Analyse der Zusammensetzung und in Abhängigkeit vom ermittelten Ergebnis eine Zusortierung der Rohstoffstücke zu einzelnen Zielfractionen in einem einzigen Durchlauf stattfindet. Für den eigentlichen Sortierungsschritt bieten sich insbesondere von der Seite des Förderbandes auf die Rohstoffstücke aufgebrachte Gasdruckimpulse, normalerweise Luftdruckimpulse an, die durch einen gezielten Gasstoß dafür sorgen, dass das Rohstoffstück seitlich vom Förderband heruntergeschossen und von einer Auffangvorrichtung für die jeweilige Zielfraction aufgefangen wird. Derartige Verfahren sind grundsätzlich aus weitgehend senkrecht zur Förderrichtung angebrachten Luftimpulsvorrichtungen bekannt, bislang lassen sich jedoch in der Praxis nur zwei unterschiedliche Zielfractionen auf diese Weise auffangen, schon bei drei Zielfractionen kommt es zu unverhältnismäßig vielen Fehlsortierungen.

Es stellt sich somit die Aufgabe, ein Verfahren der eingangs genannten Art dahingehend weiterzubilden, dass die Rohstoffstücke in einem Durchlauf deutlich mehr unterschiedlichen Zielfractionen, theoretisch in nahezu unbegrenzter Zahl, zusortiert werden können, ohne dass es zu einer
5 unverhältnismäßig hohen Zahl an Fehlsortierungen kommt.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch ein Verfahren zur Sortierung von Rohstoffstücken, welche einer sensorischen, vorzugsweise spektroskopischen Analyse der Zusammensetzung unterzogen werden, mit folgenden Schritten:

10 - Aufbringen der Rohstoffstücke auf ein sich in Förderrichtung bewegendes Förderband

- sensorische Analyse der Zusammensetzung der Rohstoffstücke

- Zusortierung der Rohstoffstücke zu einzelnen Zielfractionen in Abhängigkeit von der ermittelten Zusammensetzung der Rohstoffstücke durch
15 Beaufschlagung der Rohstoffstücke mit Gasdruckimpulsen, vorzugsweise Luftdruckimpulsen, oder mechanischen Impulsen quer zur Förderrichtung des Förderbandes, wobei das Förderband in dem Abschnitt, in dem die sensorische Analyse vorgenommen wird, im Querschnitt betrachtet eine V- oder U-Form mit zwei seitlichen Flanken aufweist, die einen Winkel zur Horizontalen ausbilden,
20 wobei die Rohstoffstücke zwischen den beiden Flanken des Förderbandes lateral fixiert werden.

Der Erfindung liegen die Gedanken zugrunde, einerseits Bewegungen der Rohstoffstücke auf dem Förderband insbesondere in seitlicher Richtung (lateral) so weit wie möglich einzuschränken, und andererseits die Rohstoffstücke in
25 Bezug auf die sensorische Analyse, insbesondere den hierfür zumeist verwendeten Laser, so zu fixieren, dass jedes Rohstoffstück erreicht wird (Schrottstück zum Laser) und so auf ein scannendes Lasersystem (Laser zum Schrottstück) im Regelfall verzichtet werden kann. Auf diese Weise wird sichergestellt, dass das sensorische/spektroskopische Verfahren nicht verfälscht
30 wird, die so ermittelten Zusammensetzungen der Rohstoffstücke jeweils dem

korrekten Rohstoffstück zugeordnet werden und dieses an der richtigen Stelle durch einen Impuls, zumeist einen Gasdruckimpuls erfasst wird, um es in die richtige Zielfraktion zu bringen. Würde sich nämlich das Rohstoffstück während der Analyse der Zusammensetzung und dem Zeitpunkt der Erfassung durch einen Gasdruck- oder mechanischen Impuls relativ zum umlaufenden Förderband bewegen, wäre nicht sichergestellt, dass das Zusammenspiel zwischen Ablation und LIBS-Messung ausreichend genau erfolgt, dass das richtige Rohstoffstück durch den Impuls erfasst wird, und zum anderen nicht, dass der Impuls das Rohstoffstück in die korrekte Zielfraktion einbringt. Größe, Form und Position des Rohstoffstücks einerseits und Impuls müssen nämlich so aufeinander abgestimmt sein, dass das Rohstoffstück nicht versehentlich in die falsche Zielfraktion gelangt. Sofern vor dem sensorischen Analyseschritt auch eine Ablösung von Oberflächenbeschichtung oder Verunreinigungen z. B. mithilfe eines Lasers stattfindet, ist darüber hinaus von Bedeutung, dass sich zwischen diesem Ablationsschritt und dem Messschritt die Lage des Rohstoffstücks relativ zur Fördereinheit ebenfalls nicht oder allenfalls unwesentlich verändert, damit sichergestellt ist, dass der Messimpuls an eine Stelle gelangt, die zuvor von der Oberflächenbeschichtung befreit wurde. Würde nämlich der Messimpuls auf einen Bereich des Rohstoffstücks treffen, der weiterhin die Oberflächenbeschichtung trägt, hätte dies eine fehlerhaft bestimmte Zusammensetzung zur Folge.

Unter Zusammensetzung der Rohstoffstücke wird im Sinne der Erfindung die chemische Zusammensetzung verstanden.

Die laterale Fixierung der Rohstoffstücke ist so zu verstehen, dass die Bewegung der Rohstoffstücke auf dem Förderband quer zur Förderrichtung so weit wie möglich eingeschränkt wird. Es muss sich jedoch nicht in jedem Fall um eine absolute Fixierung handeln, insbesondere handelt es sich nicht um eine dauerhafte Fixierung.

Dadurch, dass das Förderband zumindest in dem Abschnitt, in dem die sensorische Analyse vorgenommen wird, im Querschnitt betrachtet, d. h. quer zur Förderrichtung, eine V- oder U-Form aufweist, werden insbesondere seitliche bzw. laterale Bewegungen der Rohstoffstücke wirkungsvoll verhindert. Das

Rohstoffstück hat durch die V-oder U-Form die Tendenz, im tiefsten Punkt des Förderbandes zu verharren, typischerweise in der Mitte des Förderbandes. Dies gilt insbesondere auch dann, wenn das Rohstoffstück beispielsweise eine runde oder zylindrische Form aufweist, mit anderen Worten bei einer flachen
5 Ausgestaltung des Förderbandes stark dazu neigen würde, seitlich wegzurollen.

Aufgrund der V-oder U-Form des Förderbandes weist dieses zwei seitliche Flanken auf, die zur Horizontalen einen Winkel ausbilden. Zwischen den beiden Flanken werden die Rohstoffstücke auf dem Förderband transportiert. Die V-/U-Form des Förderbandes ist so zu verstehen, dass in dem Bereich, in dem die
10 Rohstoffstücke zu liegen kommen, eine V-oder U-Form vorliegen muss, so dass die Rohstoffstücke zwischen den beiden Flanken positioniert sind; die V-oder U-Form schließt prinzipiell nicht aus, dass im Querschnitt betrachtet seitlich des V oder U abweichende Formen vorliegen und sich beispielsweise insgesamt eine W-Form ergibt.

15 Die Flanken des Förderbandes bilden in dem Abschnitt, in dem die sensorische Analyse vorgenommen wird, zur Horizontalen vorzugsweise einen Winkel von 10 - 70°, vorzugsweise 20 - 60°, weiter bevorzugt 30 - 50°. Diese Winkel haben sich als geeignet erwiesen, die Rohstoffstücke zwischen den Flanken lateral jedenfalls so weitgehend zu fixieren, dass eine fehlerhafte Zuordnung der
20 Messergebnisse oder eine fehlerhafte Zusortierung der Rohstoffstücke zu Zielfractionen weitgehend ausgeschlossen wird.

Die Beaufschlagung der Rohstoffstücke mit Gasdruckimpulsen quer zur Förderrichtung des Förderbandes ist so zu verstehen, dass die Gasdruckstöße zumindest eine Komponente quer zur Förderrichtung aufweisen, jedoch nicht
25 unbedingt in der Horizontalen verlaufen müssen. Insbesondere wenn die Flanke des Förderbandes, über die der Gasdruckimpuls ausgeübt wird, einen Winkel zur Horizontalen bildet, verläuft der Gasdruckimpuls typischerweise entlang der Oberfläche der Flanke des Förderbandes, d. h. in einem Winkel zur Horizontalen, der zumindest ungefähr dem Winkel der Flanke des Förderbandes
30 entspricht.

Alternativ zur Anwendung von Gasdruckimpulsen ist auch die Anwendung von mechanischen Impulsen denkbar. In diesem Fall werden die Rohstoffstücke quasi mit mechanischen Mitteln vom Förderband geschoben. Im Übrigen gilt für die Beaufschlagung der Rohstoffstücke mit mechanischen Impulsen das zu
5 Gasdruckimpulsen gesagte entsprechend.

Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform wird zumindest eine Flanke des Förderbandes in dem Abschnitt, in dem die Rohstoffstücke mit Gasdruckimpulsen/mechanischen Impulsen beaufschlagt werden, abgeflacht. Dies erfolgt zumindest auf der Seite des Förderbandes, die den Zielfractionen
10 zugewandt ist. Grundsätzlich ist aber auch eine Abflachung beider Flanken denkbar, insbesondere wenn beispielsweise Impulse von beiden Seiten des Förderbandes auf die Rohstoffstücke appliziert werden, um sie in Zielfractionen auf unterschiedlichen Seiten des Förderbandes einzubringen. Die Abflachung des Förderbandes weist den Vorteil auf, dass das Rohstoffstück hier einfacher
15 mittels eines Gasdruck- oder mechanischen Impulses vom Förderband herunterbewegt und in eine Zielfraction eingebracht werden kann.

In diesem Zusammenhang ist es nicht erforderlich, eine vollständige Abflachung der der Zielfraction zugewandten Flanke vorzunehmen, allerdings sollte die Flanke im eben angesprochenen Bereich zur Horizontalen einen Winkel von
20 max. 20°, vorzugsweise max. 10° aufweisen, um eine „Bergaufförderung“ des Rohstoffstücks zu vermeiden und ein problemloses Einbringen in die Zielfraction zu gewährleisten.

Zweckmäßigerweise kann das Förderband auch bereichsweise vollständig abgeflacht werden, mit anderen Worten planar verlaufen, insbesondere dort, wo
25 weder eine Bestimmung der Zusammensetzung, eine Ablation oder eine Zusortierung zu Zielfractionen erfolgt. Besonders das zurücklaufende Förderband kann flach/plan ausgebildet sein.

Das erfindungsgemäß verwendete Förderband muss so beschaffen sein, dass eine gewisse Verformbarkeit gegeben ist, es insbesondere bereichsweise eine
30 V- oder U-Form annehmen kann. Es weist typischerweise eine Dicke von 3 bis 10 mm, bevorzugt 5 bis 6 mm auf. Geeignet zur Herstellung des Förderbandes

sind insbesondere Polyestergerewebe, Polyamidgerewebe oder Polyester-/Polyamidmischgerewebe. Als Polyamid können auch aromatische Polyamide (Aramide) zum Einsatz kommen.

Die Einstellung der Winkel des Förderbandes zur Horizontalen erfolgt bevorzugt durch in entsprechenden Winkeln angeordnete Leitbleche oder auch Walzen, über die das Förderband geführt wird. Dem Förderband wird somit an den entsprechenden Stellen jeweils ein bestimmter Winkel aufgeprägt, den die Flanken des Förderbandes zur Horizontalen ausbilden. Um keine zu starken Belastungen des Förderbandes herbeizuführen, erfolgt die Einstellung der Winkel vorzugsweise nicht abrupt, sondern stetig oder schrittweise innerhalb eines Längenabschnitts des Förderbandes.

Sinnvollerweise sind in dem Abschnitt, in dem die Rohstoffstücke mit Gasdruck- oder mechanischen Impulsen beaufschlagt werden, seitlich des Förderbandes mehrere Auffangbehälter für verschiedene Zielfractionen angeordnet. Die Auffangbehälter können unmittelbar seitlich des Förderbandes positioniert sein oder auch mit einem gewissen Abstand, wobei im letzteren Fall Mittel zum Auffangen der einzelnen Rohstoffstücke vorgesehen sein sollten. Von diesen gelangen die Rohstoffstücke dann beispielsweise durch einfaches Rutschen in die jeweiligen Auffangbehälter. Die Auffangbehälter bzw. die Mittel zum Auffangen der Rohstoffstücke sollten jeweils eine seitliche Begrenzung haben, um eine klare Trennung von benachbarten Auffangbehältern/Auffangmitteln zu gewährleisten und eine Vermischung der Rohstoffstücke zu vermeiden. Sinnvoll ist in diesem Zusammenhang auch das Vorsehen einer Restfraction, in welche solche Rohstoffstücke einsortiert werden, für die keine weitere sinnvolle Verwendung möglich ist oder die keine Analyse der Zusammensetzung zulassen. Die Restfraction kann auch am Ende des Förderbandes angeordnet sein, d.h. sämtliche Rohstoffstücke, die nicht zuvor durch einen Impuls vom Förderband bewegt wurden, gelangen am Ende automatisch in die Restfraction.

Die einzelnen Fractionen können in den Auffangbehältern gesammelt oder kontinuierlich durch Förderbänder abgezogen werden.

Die Gasdruckimpulse, vorzugsweise Luftdruckimpulse, werden bevorzugt mithilfe von Düsen appliziert, die einen Gasdruck zwischen 4 und 15 bar, vorzugsweise 6 bis 10 bar erzeugen. Der Gasdruck ist von der Beschaffenheit der Rohstoffstücke in Form und (spezifischem) Gewicht abhängig. Die Düsen können beispielsweise in eine Luftleiste integriert sein. Gerade für relativ kleine Rohstoffstücke bieten sich sog. Bulletvalves (z. B. von der Firma MAC) an; hier handelt es sich um sehr kleine Ventile mit hoher Taktfrequenz. Für größere Teile hingegen sind größere Düsen/Ventile von Vorteil, die allerdings einen höheren Gas-/Luftverbrauch und eine höhere Kompressorleistung notwendig machen.

10 Ventile, die in einer Luftleiste integriert sind, benötigen häufig zum einen Steuerluft zum Öffnen/Schließen des Ventils (der Düse) und zum anderen Sortierluft zum Ausschleusen des Rohstoffstücks mittels eines gezielten Luftstoßes. Ggf können auch unterschiedliche Düsen miteinander kombiniert werden, beispielsweise kleine Düsen zur Ausschleusung kleiner Rohstoffstücke

15 und größere Düsen zur Applikation größerer Gasmengen auf größere Rohstoffstücke.

Bevorzugt erfolgt die Analyse der Zusammensetzung der Rohstoffstücke und die Zuordnung zu einzelnen Zielfractionen automatisiert. Das System erkennt somit aufgrund der sensorischen, vorzugsweise spektroskopischen Analyse der Zusammensetzung eines bestimmten Rohstoffstücks, in welche Zielfraction das jeweilige Rohstoffstück einsortiert werden soll. Die in diesem Zusammenhang wichtigen Parameter, beispielsweise Minimal- oder Maximalgehalt verschiedener Elemente, werden vorab in das System eingegeben. Je nachdem, welcher Zielfraction ein bestimmtes Rohstoffstück sodann zugeordnet werden muss, werden sodann die Gasdruck- oder mechanischen Impulse entsprechend ausgeübt. Bevorzugt weist das System hierfür eine Einrichtung zur Datenverarbeitung (Steuereinheit) auf, die automatisiert errechnet, welche Düsen zur Erzeugung der Gasdruckimpulse über welchen Zeitraum zur korrekten Zusortierung zu einzelnen Zielfractionen geöffnet werden müssen.

20

25

30 Hierbei kann neben der Position und der Zusammensetzung des jeweiligen Rohstoffstücks auch die Form und ggf. die Masse Berücksichtigung finden. Zur Ausschleusung eines besonders großen Rohstoffstücks kann es nämlich erforderlich sein, dass mehrere Düsen ggf. mit erhöhtem Druck eingesetzt werden müssen.

Bei der sensorischen Analyse der Zusammensetzung der Rohstoffstücke handelt es sich bevorzugt um ein spektroskopisches Verfahren. Dabei kann die Analyse auch in der Kombination von verschiedenen, bezüglich der Aufgabenstellung aufeinander abgestimmten sensorischen und/oder
5 spektroskopischen Verfahren vorgenommen werden.

Bevorzugt wird das beschriebene Verfahren in Kombination mit Laserspektroskopie, insbesondere der laserinduzierten Plasmaspektroskopie (LIBS) durchgeführt. Hierbei wird ein sehr kurzer, energiereicher Laserpuls auf die zu untersuchende Oberfläche fokussiert. Die dort stattfindende lokale starke
10 Erhitzung des Materials führt zur Ausbildung eines lichtemittierenden Plasmas, wobei die Emission charakteristisch für das jeweilige Material ist. Dieses Verfahren eignet sich in besonderem Maße zur Analyse der Zusammensetzung von Sekundärrohstoffstücken. Gleichzeitig sind die genaue Zuführung, Vereinzelung und Erfassung der einzelnen Rohstoffstücke bei Anwendung von
15 LIBS besonders wichtig, weil die einzelnen Rohstoffstücke in den Strahlengang des Lasers eingebracht werden müssen, um eine belastbare Aussage über die Zusammensetzung zu erhalten.

Zur Erfassung der einzelnen Rohstoffstücke kann ein Scanvorgang des Lasers vorgenommen werden. Der Laserstrahl verfolgt dabei das Rohstoffstück
20 während des Fördervorgangs und tastet vorher lichtoptisch festgelegte Bereiche des zu analysierenden Rohstoffstücks ab. Um eine hinreichend hohe Messgenauigkeit zu erreichen und auch kleine Legierungswerkstoffmengen < 500 ppm ermitteln zu können bzw. zur Limitierung des Fehlers auf diese Größenordnung darf dabei jedoch die Auslenkung des Laserstrahls aus der
25 Hauptrichtung nicht zu groß werden und sollte nicht mehr als 250 mm, vorzugsweise nicht mehr als 150 mm betragen. Bei noch größeren Ablenkungen besteht die Gefahr, dass das emittierte Licht zu sehr streut und daher Fehlmessungen auftreten.

Da das Messergebnis bei der sensorischen Analyse durch
30 Oberflächenbeschichtungen, An- bzw. Abreicherungen von Legierungselementen an der Oberfläche, Verunreinigungen auf der Oberfläche, anhaftende Ölschichten etc. verfälscht werden kann, kann es darüber hinaus

sinnvoll sein, vor der eigentlichen Analyse der Zusammensetzung durch einen Laser Reinigungspulse zur Ablation auf die Rohstoffstücke einwirken zu lassen. Mit Hilfe der Reinigungspulse können Beschichtungen und Verunreinigungen der Oberfläche entfernt werden, sodass anschließend eine unverfälschte
5 Analyse der Zusammensetzung möglich ist.

Um die Aussagekraft der durchgeführten Analyse zu erhöhen, können auch pro Rohstoffstück mehrere Stellen auf ihre Zusammensetzung analysiert werden, d. h. es muss an mehreren Stellen zunächst eine Einwirkung von
10 Reinigungspulsen und anschließend eine Einwirkung von Analysepulsen erfolgen, um die jeweilige Zusammensetzung bestimmen zu können. Die Ergebnisse werden statistisch ausgewertet, anschließend wird in Abhängigkeit von der statistisch ermittelten Zusammensetzung die Sortierung durchgeführt.

Um die Stellen zu ermitteln, an denen eine sensorische Analyse der Zusammensetzung möglich ist, kann eine Bestimmung der Position der
15 Rohstoffstücke sowie eine Bestimmung von räumlichen Informationen bezüglich der Rohstoffstücke durchgeführt werden. Als Ermittlung von räumlichen Informationen wird insbesondere die teilweise oder vollständige Ermittlung der Form der Rohstoffstücke verstanden. Dies dient der Vorbereitung der Analyse, insbesondere im Hinblick auf die Ermittlung geeigneter Messpunkte. Bei der
20 Position handelt es sich um die Position des Rohstoffstücks auf dem Förderband.

Die Form, die Position und/oder die Topographie der einzelnen Rohstoffstücke können mit Hilfe einer der eigentlichen sensorischen Analyse vorgeschalteten Laserschnittkamera/Lichtschnittsensors bestimmt werden. Ist dabei nur die
25 Information über eine Höhenlinie des Rohstoffstücks erforderlich, um den Laser für die LIBS-Messung zu fokussieren, kann diese auch durch eine vorgeschaltete Lasertriangulation gewonnen werden. Die Gewinnung von räumlichen Informationen zu den Rohstoffstücken ist auch über einen (gepulsten) Laser möglich, der parallel zur Transportrichtung eine Höhenlinie
30 jedes Rohstoffstücks über die Lichtlaufzeit ermittelt. Dies dient dazu, bei Rohstoffstücken, die in sich oder von Stück zu Stück eine starke Höhendifferenz aufweisen, den nachfolgenden Analysevorgang so vorzubereiten, dass ein

lichtoptisches Verfahren sich zur eigentlichen Messung genügend präzise fokussieren kann. Die erhaltenen räumlichen Informationen werden dazu verwendet, die Stellen festzulegen, an denen eine Analyse der Zusammensetzung im Folgeschritt stattfindet. Durch die Ermittlung der Höhenlinie wird die Taktzeit der Messvorgänge erhöht und die Messgenauigkeit gesteigert. Zudem wird so der Einfluss etwaiger Relativbewegungen der Rohstoffstücke relativ zum Förderband messtechnisch weitgehend eliminiert.

Die Bestimmung der Position der Rohstoffstücke ist auch mit Hilfe eines 3D-Scanning-Schritts möglich, der auch dazu dienen kann, räumliche Informationen zu den Rohstoffstücken zu gewinnen. Es ist somit möglich, die Form der Rohstoffstücke zu erfassen. Die räumlichen Informationen zu den Rohstoffstücken, insbesondere die Form, wird automatisch daraufhin ausgewertet, an welchen Positionen eine sensorische/spektroskopische Analyse problemlos möglich ist. Auf diese Weise kann die Analyse deutlich beschleunigt werden, da die Zahl nicht erfolgreicher Analyseschritte minimiert wird. 3D-Scanning-Technologien, zumeist mit Hilfe eines Lasers ausgeführt, sind dem Fachmann aus dem Stand der Technik hinlänglich bekannt und werden vielfältig eingesetzt, beispielsweise zur Bestimmung der Form von Zahnbögen, beim Rapid Prototyping etc. Lediglich beispielhaft wird auf den Übersichtsartikel von W. R. Scott, G. Roth, ACM Computing Surveys, Vol. 35, 2003, S. 64 - 96 "View Planning for Automated Three-Dimensional Object Reconstruction and Inspection" verwiesen.

Anstatt Position und Form mit Hilfe von 3D-Scanning zu erfassen, sind auch andere Möglichkeiten denkbar. Beispielsweise kann die Position des Rohstoffstücks im Falle von Metallen durch elektromagnetische Induktion bestimmt werden. Hierzu können Spulen vorgesehen sein, beispielsweise unterhalb des Förderbandes, die zusammen mit einem Kondensator einen Schwingkreis bilden, so dass die Position eines metallischen Rohstoffstücks elektronisch erfasst wird. Vorrichtungen, bei denen mit Hilfe von elektromagnetischer Induktion die Gegenwart eines metallischen Gegenstandes erfasst werden kann, sind dem Fachmann grundsätzlich bekannt.

Die Rohstoffstücke sollten bevorzugt einzeln und mit Abstand voneinander auf dem Förderband liegen, damit Falschzuordnungen vermieden werden. Auch bei der Ausschleusung mittels Gasdruck- oder mechanischen Impulsen ist es sinnvoll, wenn die Rohstoffstücke einzeln auf dem Förderband liegen, damit sich
5 diese nicht gegenseitig behindern und der falschen Zielfraktion zugeführt werden. Entsprechende Vereinzelungstechniken sind grundsätzlich aus dem Stand der Technik bekannt, beispielsweise mithilfe eines Schwingförderers.

Bei den Rohstoffstücken handelt es sich bevorzugt um Sekundärrohstoffstücke, d. h. Teile, die einem Recycling zugeführt werden sollen. Dies schließt allerdings
10 nicht aus, dass zumindest teilweise auch Primärrohstoffstücke zum Einsatz kommen können, um bestimmte Zusammensetzungen zu erzeugen. In der Regel handelt es sich um einschmelzbare Rohstoffe; idealerweise müssen diese nur noch eingeschmolzen werden, um eine Zielschmelze der gewünschten Zusammensetzung zu erhalten, sodass eine Beimischung weiterer Stoffe oder
15 eine Entfernung von Stoffen aus der Schmelze nicht mehr oder allenfalls noch in sehr geringem Umfang notwendig ist, um einen neuen Werkstoff zu erzeugen.

Das erfindungsgemäße Verfahren lässt sich für unterschiedliche Arten von Rohstoffstücken einsetzen, nämlich metallische, organische und anorganische Rohstoffstücke als auch für Kombinationen hieraus. Besondere Bedeutung hat
20 die Sortierung von metallischen Rohstoffstücken, Eisenmetallen ebenso wie Nicht-Eisenmetallen. Ein Einsatzzweck ist etwa die Sortierung unterschiedlicher Stahlschrotte, ebenso gut ist jedoch das Verfahren für Kupfer, Messing, Aluminium, Zink, Titan oder andere Metalle einsetzbar. Typische Legierungssysteme sind beispielsweise Mangan, Chrom und Nickel in Eisen
25 oder Magnesium und Silizium in Aluminium.

Die Größe der Rohstoffstücke kann über weite Bereiche variieren. Sie ist im Wesentlichen von der Bauform der Anlage abhängig. Diese richtet sich nach dem Einsatzzweck. Als Untergrenze müssen die Rohstoffstücke eine Größe aufweisen, die eine sensorische Analyse erlaubt; diese ist auch von der
30 Fördergeschwindigkeit abhängig. Bei Fördergeschwindigkeiten < 1 m/s können auch Rohstoffstücke mit einer Länge von weniger als 1 cm analysiert werden. Ob dies wirtschaftlich erfolgen kann, muss von Fall zu Fall geprüft werden.

Bezüglich der Obergrenze sollten die Rohstoffstücke nur so groß sein, dass eine Ausschleusung mittels Gasdruckimpulsen oder mechanischer Vorrichtungen in eine einzelne Zielfraktion möglich ist. Die Länge der Rohstoffstücke sollte daher nach Möglichkeit 1 m nicht übersteigen, bevorzugt sind Längen bis ca. 600 mm.

- 5 Unter Länge des Rohstoffstücks wird in diesem Zusammenhang die größte Dimension des Rohstoffstücks verstanden. Je nach Größe der Rohstoffstücke kann es sinnvoll sein, diese vor der Analyse der Zusammensetzung zu zerkleinern, um sie besser handhabbar zu machen.

- Bei den Sekundärrohstoffen unterscheidet man darüber hinaus zwischen
10 Neuschrotten und Altschrotten. Altschrotte sind solche, die bereits unter Umständen über lange Zeiträume verwendet wurden, beispielsweise aufzuarbeitende Autokarosserien bzw. der entsprechende Scheren- oder Schredderschrott. Neuschrotte sind solche, die bei der Herstellung von
15 Bauteilen entstehen, beispielsweise die Reste eines Blechs, aus dem eine bestimmte Form ausgestanzt wurde. Denkbar ist auch der Einsatz beim Recycling von Kunststoffteilen oder Glas. Das erfindungsgemäße Verfahren kann im Rahmen einer Schrottaufarbeitung, wie in der DE 10 2012 015 812 A1 beschrieben, oder im Rahmen eines Assortierverfahrens (DE 10 2012 024 816 A1) verwendet werden, bei dem Zielfractionen wiederverwertbarer Rohstoffe mit
20 bestimmten gewünschten Zusammensetzungen erzeugt werden. Auf die genannten Dokumente wird insofern Bezug genommen.

- Hilfreich ist es, wenn die Rohstoffstücke hinsichtlich ihrer Grundzusammensetzung, beispielsweise hinsichtlich des Basismaterials oder des Schichtsystems, oder auch hinsichtlich der Größe zumindest grob
25 vorsortiert sind. Bei bekannter Grundzusammensetzung kann entschieden werden, ob eine Behandlung der Rohstoffstücke mit mechanischen Verfahren oder mit einer oder mehreren Flüssigkeiten zur Reinigung der Oberfläche und/oder zur Ablösung von Oberflächenbeschichtungen, d. h. Strahlen oder ein Abbeizen notwendig ist, bevor das eigentliche erfindungsgemäße Verfahren
30 durchgeführt wird. Hier können unterschiedliche Vorgehensweisen sinnvoll sein, je nachdem, ob es sich z. B. um verzinkten, emaillierten oder mit einer Kunststoffbeschichtung versehenen Schrott oder um Kunststoffreste handelt. Beispielsweise können als Abbeizmittel zur Entfernung von organischen

Beschichtungen organische Lösungsmittel wie aliphatische oder aromatische Kohlenwasserstoffe, Chlorkohlenwasserstoffe, Alkohole, Glykolether, Dicarbonsäureester, Aceton usw. verwendet werden. Besonders häufig verwendet wird Methylenchlorid. Zur Entfernung einer Zinkschicht können
5 Säuren oder Basen eingesetzt werden. Entsprechende Verfahren sind dem Fachmann bekannt. Zur weiteren Erhöhung der Effizienz können die zu behandelnden Rohstoffstücke zweckmäßigerweise vor Inkontaktbringen mit der Flüssigkeit mechanisch vorbehandelt, insbesondere zerkleinert, zerschreddert, aufgeraut und/oder in anderer Weise deformiert werden, um die Kontaktflächen
10 zur Flüssigkeit zu vergrößern. Ggf. kann vor der Analyse noch eine Trocknung der mit der Flüssigkeit behandelten Stücke durchgeführt werden, um anhaftende Flüssigkeitsreste zu entfernen.

Um einen hohen Durchsatz zu gewährleisten, gleichzeitig jedoch eine aussagekräftige Analyse der Zusammensetzung und eine Sortierung
15 vornehmen zu können, hat sich für das Förderband eine geeignete Fördergeschwindigkeit von 0,5 bis 6 m/s, vorzugsweise 1 bis 5 m/s, weiter bevorzugt 2 bis 4 m/s herausgestellt.

Neben dem erfindungsgemäßen Verfahren betrifft die Erfindung auch eine Vorrichtung zur Sortierung von Rohstoffstücken mit einem Förderband, welches
20 geeignet ist, die Rohstoffstücke in einer Förderrichtung zu bewegen, einem sensorischen, vorzugsweise spektroskopischen Messverfahren zur Analyse der Zusammensetzung der Rohstoffstücke und Gasdruckdüsen zur Beaufschlagung der Rohstoffstücke mit Gasdruck oder mechanischen Vorrichtungen zur mechanischen Beaufschlagung der Rohstoffstücke quer zur Förderrichtung des
25 Förderbandes, wobei das Förderband in dem Abschnitt, in dem das Spektrometer die Zusammensetzung der Rohstoffstücke ermittelt, eine V- oder U-Form mit zwei seitlichen Flanken (14) aufweist, die einen Winkel (α) zur Horizontalen (15) ausbilden. Vorzugsweise ist das Förderband in dem Abschnitt, in dem die Rohstoffstücke mit Gasdruck- oder mechanischen Impulsen
30 beaufschlagbar sind, auf zumindest einer Flanke abgeflacht.

Sämtliche Ausführungen, die im Rahmen der Erfindung zum Verfahren gemacht werden, gelten in gleicher Weise auch für die Vorrichtungen. Dies gilt

insbesondere für sämtliche in Zusammenhang mit dem Verfahren beschriebenen Merkmale und umgekehrt.

Die Erfindung wird anhand der beigefügten Figuren beispielhaft näher erläutert. Es zeigen:

- | | | |
|----|--------|--|
| 5 | Fig. 1 | Eine erfindungsgemäße Vorrichtung in der Seitenansicht; |
| | Fig. 2 | einen Querschnitt durch das Förderband in dem Abschnitt, in dem die spektroskopische Analyse vorgenommen wird, und |
| 10 | | |
| | Fig. 3 | einen Querschnitt durch das Förderband in dem Abschnitt, in dem die Rohstoffstücke mit Gasdruckimpulsen beaufschlagt werden. |
- 15 Figur 1 zeigt ein Förderband 1, auf dem eine Vielzahl von Rohstoffstücken 5 in Förderrichtung 2 bewegt wird. Zur Vereinfachung der Darstellung sind die Rohstoffstücke 5 hier verhältnismäßig regelmäßig auf dem Förderband 1 angeordnet, in der Praxis ist dies aber meist nicht der Fall. Das Förderband 1 wird durch Rollen 4 angetrieben und ist hier aus zeichnerischen Gründen flach dargestellt, tatsächlich weist es, jedenfalls abschnittsweise, eine V-Form auf,
- 20 wie in den Figuren 2 und 3 gezeigt. Am Ende des Förderbandes 1 befindet sich ein Reststoffsammelbehälter 8, in dem solche Rohstoffstücke 5 aufgefangen werden, die einer weiteren Verwendung nicht zugänglich sind oder bei denen keine Analyse der Zusammensetzung möglich war.
- 25 Die Analyse der Zusammensetzung der Rohstoffstücke 5 erfolgt mit Hilfe eines Lasers 3, der Laserpulse erzeugt, wobei zwischen Reinigungspulsen 6 und Analysepulsen 7 unterschieden werden muss. Auf ein bestimmtes Rohstoffstück 5 wirken jeweils zunächst Reinigungspulse 6 und anschließend

Analysepulse 7 ein. Die Steuereinheit sorgt dafür, dass die Analysepulse 7 auf die Stellen der Rohstoffstücke 5 gerichtet werden, an denen zuvor ein Materialabtrag durch Reinigungspulse 6 erfolgt ist. Hierfür berücksichtigt die Steuereinheit die Lage der Rohstoffstücke 5, die Geschwindigkeit des Förderbandes 1 sowie die Lenkung der Reinigungspulse 6 und der Analysepulse 7. Die Lage und Form der Rohstoffstücke 5 wurde bereits zuvor durch die Laserschnittkamera 9 erfasst, sodass die Steuereinheit Reinigungs- und Analysepulse 7 an die richtigen Positionen lenkt.

Im hinteren Bereich des Förderbandes 1 sind schließlich Gasdruckdüsen 10 angeordnet, die die Rohstoffstücke 5, die einer bestimmten, hier nicht dargestellten Zielfraktion zugeordnet werden sollen, von der Seite des Förderbandes 1 aus mit Gasdruckimpulsen beaufschlagt. Die Steuereinheit sorgt somit dafür, dass, je nach ermittelter Zusammensetzung eines bestimmten Rohstoffstücks 5, dieses durch Gasdruck-, normalerweise Luftdruckstöße vom Förderband 1 gestoßen wird.

In Figur 2 ist ein Querschnitt durch das Förderband 1 in dem Abschnitt dargestellt, in dem die spektroskopische Analyse vorgenommen wird. Das Förderband 1 ist in der Mitte in der Weise geknickt, dass sich zwei Flanken 14 ergeben, die jeweils einen Winkel α zur Horizontalen bilden. Durch die V-Form des Förderbandes 1 werden die Rohstoffstücke 5 seitlich in der Bewegungsfreiheit so weitgehend eingeschränkt, dass eine Veränderung der Position relativ zum Förderband 1 zwischen der Bestimmung der Lage und Form durch die Laserschnittkamera 9, der Applikation von Reinigungspulsen 6 und Analysepulsen 7 durch den Laser 3 und schließlich der Ausschleusung durch Gasdruckdüsen 10 praktisch ausgeschlossen ist.

In Figur 3 ist schließlich ein Querschnitt durch das Förderband 1 in dem Abschnitt gezeigt, in dem die Rohstoffstücke 5 mit Gasdruckimpulsen 11 beaufschlagt werden. Eine der beiden Flanken 14, nämlich die der Auffangvorrichtung 12 mit einzelnen Zielfraktionen 13 zugewandte Flanke 14, ist hier abgeflacht, d.h. der Winkel β ist erheblich kleiner als der Winkel α , den die Flanke 14 des Förderbands zuvor in Figur 2 ausgebildet hat. Durch die Gasdruckdüsen 10 werden Gasdruckimpulse 11 zielgerichtet auf die

Rohstoffstücke 5 ausgeübt, sodass diese seitlich vom Förderband 1 in eine bestimmte Zielfraktion 13 eingebracht werden. Durch die Flachstellung der den Zielfraktionen zugewandten Flanke 14 erleichtert sich die Ausschleusung der Rohstoffstücke 5 mittels Druckluft deutlich.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Sortierung von Rohstoffstücken (5), welche einer sensorischen, vorzugsweise spektroskopischen Analyse der Zusammensetzung unterzogen werden, mit folgenden Schritten:

- Aufbringen der Rohstoffstücke (5) auf ein sich in Förderrichtung (2) bewegendes Förderband (1)

- sensorische Analyse der Zusammensetzung der Rohstoffstücke (5)

- Zusortierung der Rohstoffstücke (5) zu einzelnen Zielfractionen (13) in Abhängigkeit von der ermittelten Zusammensetzung der Rohstoffstücke (5) durch Beaufschlagung der Rohstoffstücke (5) mit Gasdruckimpulsen (11), vorzugsweise Luftdruckimpulsen, oder mechanischen Impulsen quer zur Förderrichtung (2) des Förderbandes (1),

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass das Förderband (1) in dem Abschnitt, in dem die sensorische Analyse vorgenommen wird, im Querschnitt betrachtet eine V- oder U-Form mit zwei seitlichen Flanken (14) aufweist, die einen Winkel (α) zur Horizontalen (15) ausbilden, wobei die Rohstoffstücke (5) zwischen den beiden Flanken (14) des Förderbandes (1) lateral fixiert werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Flanken (14) des Förderbandes (1) in dem Abschnitt, in dem die sensorische

Analyse vorgenommen wird, zur Horizontalen (15) einen Winkel (α) von 10 bis 70°, vorzugsweise 20 bis 60°, weiter bevorzugt 30 bis 50° aufweisen.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Förderband (1) in dem Abschnitt, in dem die Rohstoffstücke (5) mit Gasdruckimpulsen (11) oder mechanischen Impulsen beaufschlagt werden, auf der den Zielfractionen (13) zugewandten Flanke (14) abgeflacht wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die den Zielfractionen (13) zugewandte Flanke (14) des Förderbandes (1) in dem Abschnitt, in dem die Rohstoffstücke (5) mit Gasdruckimpulsen (11) oder mechanischen Impulsen beaufschlagt werden, zur Horizontalen (15) einen Winkel (β) von max. 20°, vorzugsweise max. 10° aufweist.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Förderband (1) bereichsweise planar verläuft.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Einstellung der Winkel (α, β) des Förderbandes (1) zur Horizontalen (15) durch in entsprechenden Winkeln angeordnete Leitbleche oder Walzen erfolgt.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass in dem Abschnitt, in dem die Rohstoffstücke (5) mit Gasdruckimpulsen (11) oder mechanischen Impulsen beaufschlagt werden, seitlich des Förderbandes (1) mehrere Auffangbehälter für verschiedene Zielfractionen (13) angeordnet sind.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Gasdruckimpulse (11) mit Hilfe von Gasdruckdüsen (10) appliziert werden, die einen Druck zwischen 4 und 15 bar, vorzugsweise zwischen 6 und 10 bar erzeugen.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Analyse der Zusammensetzung der Rohstoffstücke (5) und die Zuordnung zu einzelnen Zielfractionen (13) automatisiert erfolgen.

5 10. Verfahren nach Anspruch 9, gekennzeichnet durch eine Steuereinheit, die automatisiert errechnet, welche Gasdruckdüsen (10) zur Erzeugung der Gasdruckimpulse (11) über welchen Zeitraum zur korrekten Zusortierung zu einzelnen Zielfractionen (13) geöffnet werden müssen.

10 11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Analyse der Zusammensetzung der Rohstoffstücke (5) mit Hilfe der laserinduzierten Plasmaspektroskopie (LIBS) erfolgt.

15 12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11 dadurch gekennzeichnet, dass vor der Analyse der Zusammensetzung Reinigungspulse (6) durch einen Laser (3) zur Entfernung von Beschichtungen und Verunreinigungen auf die Oberfläche der Rohstoffstücke (5) appliziert werden.

20 13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass vor der Analyse der Zusammensetzung eine Bestimmung der Position und/oder räumlicher Informationen der Rohstoffstücke (5) erfolgt.

25 14. Vorrichtung zur Sortierung von Rohstoffstücken (5) mit einem Förderband (1), welches geeignet ist, die Rohstoffstücke (5) in einer Förderrichtung (2) zu bewegen, einem sensorischen, vorzugsweise spektroskopischen Messverfahren zur Analyse der Zusammensetzung der Rohstoffstücke (5) und Gasdruckdüsen (10) zur Beaufschlagung der Rohstoffstücke (5) mit Gasdruck oder mechanischen Vorrichtungen zur mechanischen Beaufschlagung der Rohstoffstücke quer zur Förderrichtung (2) des Förderbandes (1), dadurch gekennzeichnet, dass das Förderband (1) in dem Abschnitt, in dem das Spektrometer die Zusammensetzung der

Rohstoffstücke (5) ermittelt, eine V- oder U-Form mit zwei seitlichen Flanken (14) aufweist, die einen Winkel (α) zur Horizontalen (15) ausbilden.

15. Vorrichtung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass das Förderband (1) in dem Abschnitt, in dem die Rohstoffstücke (5) mit
- 5 Gasdruckimpulsen (11) oder mechanischen Impulsen beaufschlagbar sind, auf zumindest einer Flanke (14) abgeflacht ist.

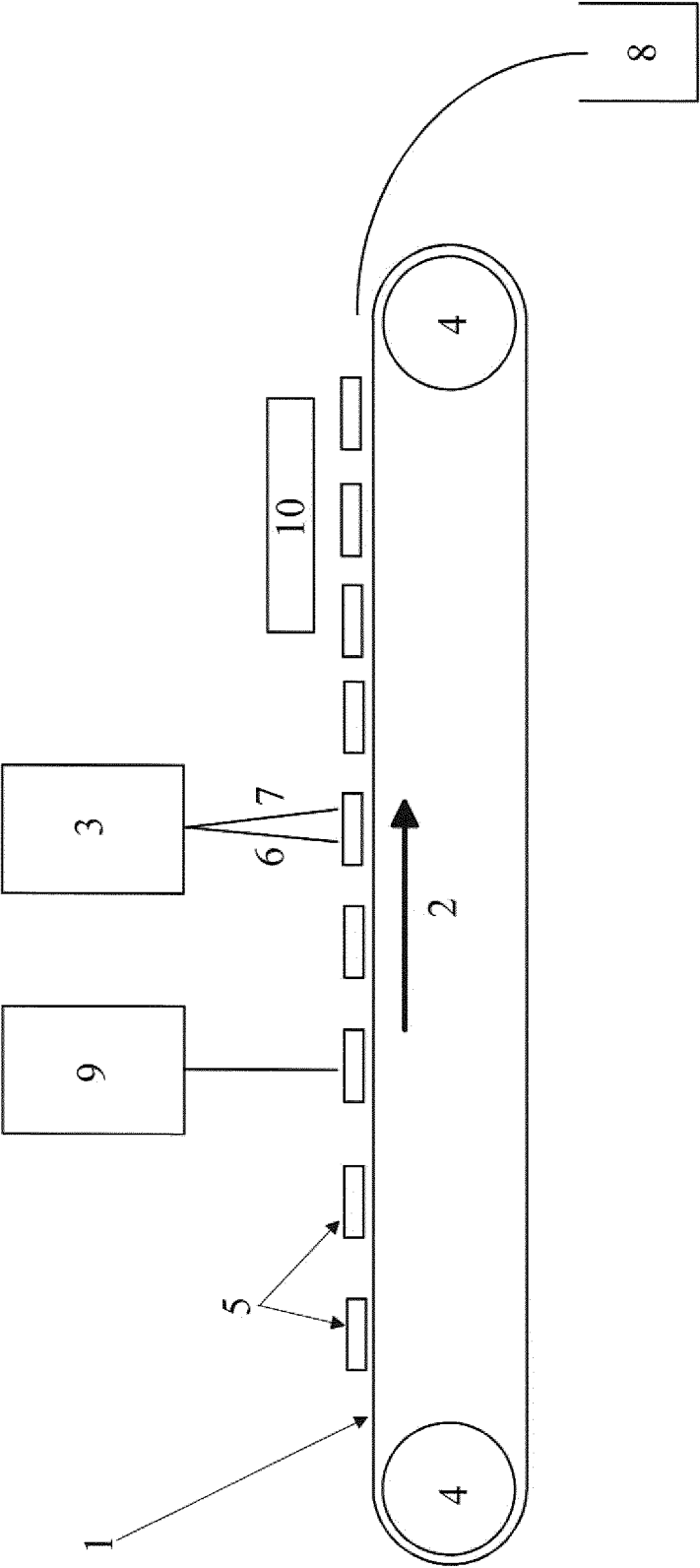


Fig. 1

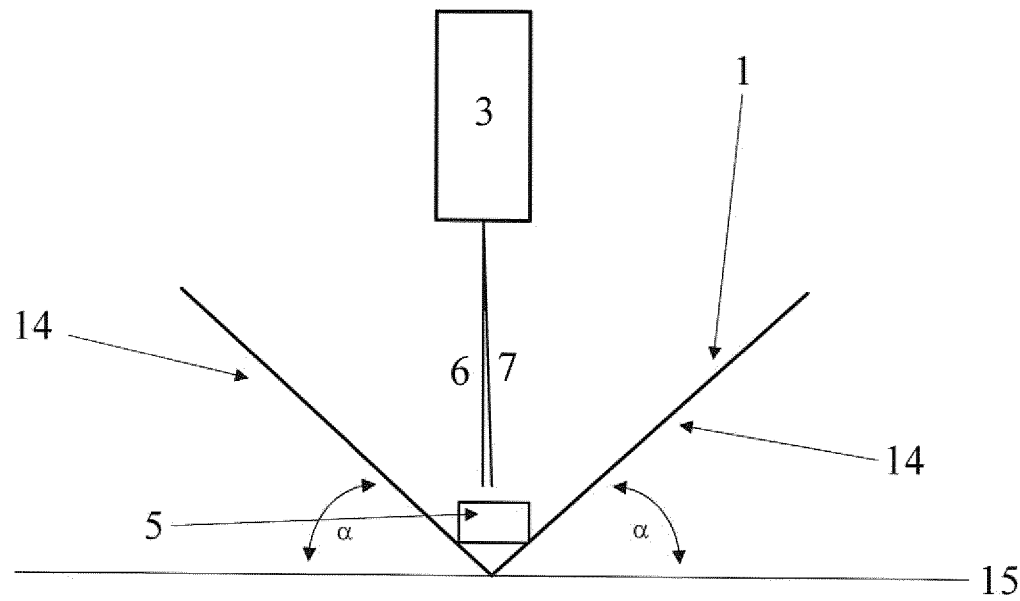


Fig. 2

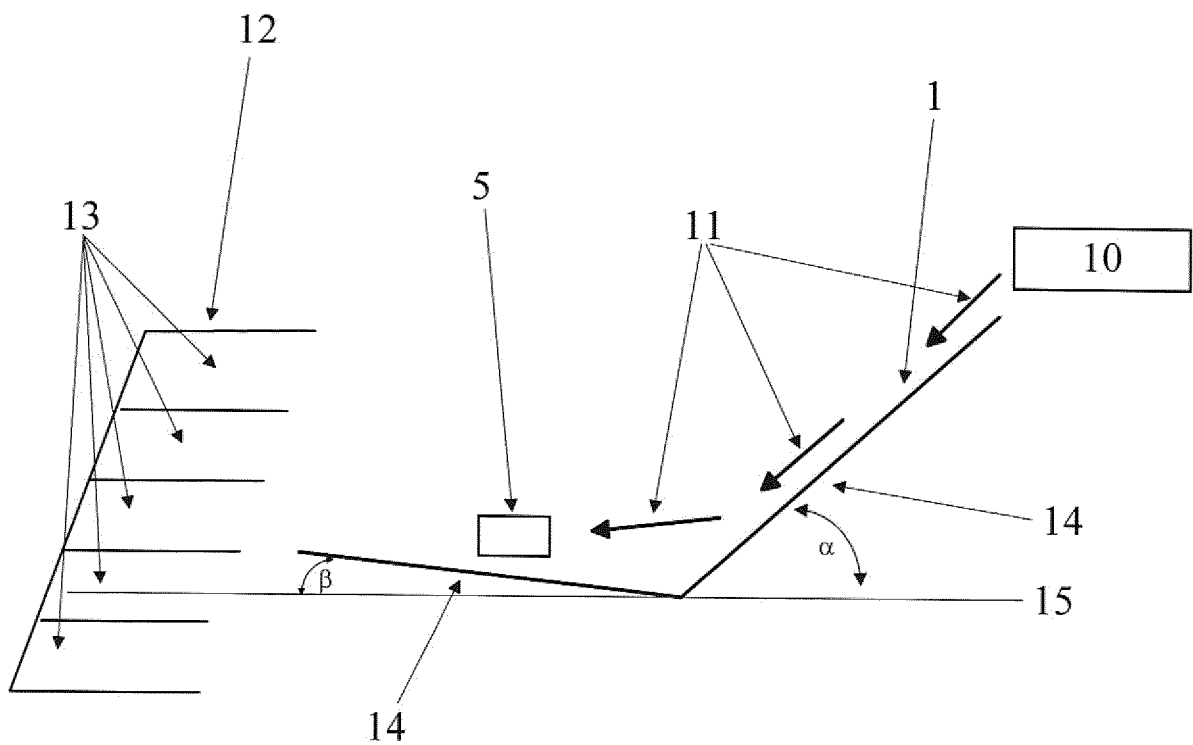


Fig. 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2016/082305

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. B07C5/02 B07C5/36
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
B07C B65G

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

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 96/06690 A2 (ZMB MASCHINENBAU GMBH [DE]) 7 March 1996 (1996-03-07) page 3, line 1 - line 34; figures -----	1-15
Y	US 5 431 289 A (HOFFMAN PHILIP L [US]) 11 July 1995 (1995-07-11) figures -----	1-15



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

30 March 2017

Date of mailing of the international search report

07/04/2017

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Wich, Roland

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2016/082305

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 9606690	A2	07-03-1996	NONE

US 5431289	A	11-07-1995	NONE

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. B07C5/02 B07C5/36
 ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 B07C B65G

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	WO 96/06690 A2 (ZMB MASCHINENBAU GMBH [DE]) 7. März 1996 (1996-03-07) Seite 3, Zeile 1 - Zeile 34; Abbildungen -----	1-15
Y	US 5 431 289 A (HOFFMAN PHILIP L [US]) 11. Juli 1995 (1995-07-11) Abbildungen -----	1-15



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

30. März 2017

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

07/04/2017

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Wich, Roland

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2016/082305

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 9606690	A2	07-03-1996	KEINE
US 5431289	A	11-07-1995	KEINE