

(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
09. November 2017 (09.11.2017)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2017/191134 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

B02C 19/00 (2006.01) *B02C 13/00* (2006.01)
B02C 21/00 (2006.01) *B02C 23/10* (2006.01)
B02C 4/02 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2017/060417

(22) Internationales Anmeldedatum:
02. Mai 2017 (02.05.2017)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2016 108 105.1
02. Mai 2016 (02.05.2016) DE

(71) Anmelder: **HYDRO ALUMINIUM ROLLED PRODUCTS GMBH** [DE/DE]; Aluminiumstraße 1, 41515 Grevenbroich (DE).

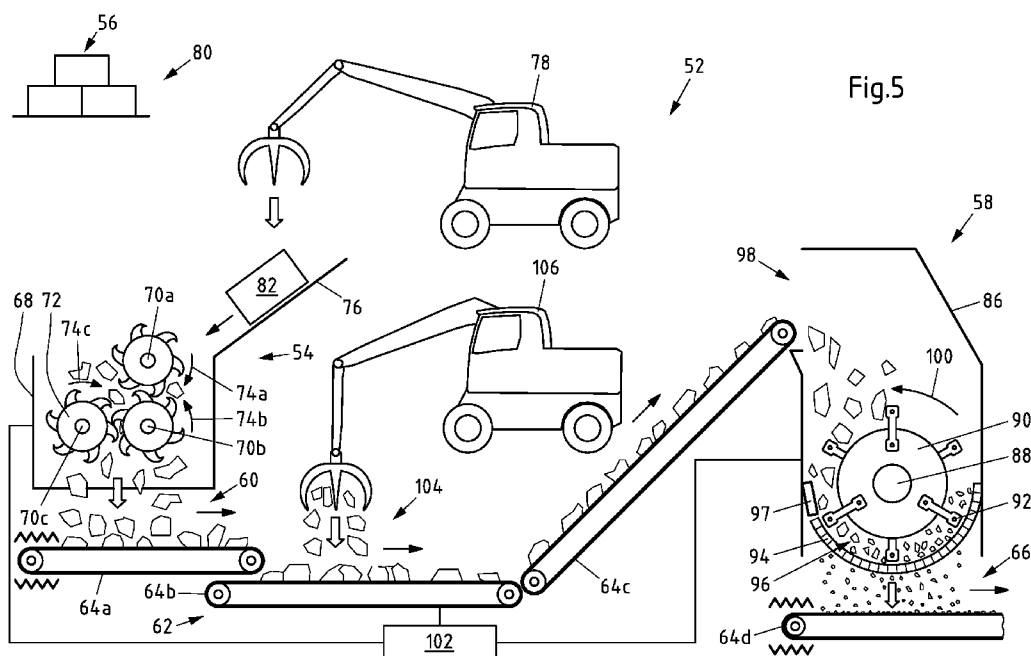
(72) Erfinder: **BRÖSSNER, Thomas**; Zum Lerchenfeld 28, 41812 Erkelenz (DE). **GILLNER, Ronald**; Am Herrenhof 66, 53913 Swisttal (DE). **WIMMER, Michael**; Schillerstraße 23a, 50858 Köln (DE). **JENAL, Michael**; Grünstraße 1, 53501 Grafschaft (DE). **MÜLLER, Heiner**; Am Brölskamp 26, 50259 Pulheim (DE). **BAUERSCHLAG, Nils Robert**; Melanieweg 27, 52072 Aachen (DE).

(74) Anwalt: **COHAUSZ & FLORACK**; Bleichstraße 14, 40211 Düsseldorf (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,

(54) Title: CRUSHING PLANT AND CRUSHING METHOD FOR CRUSHING ALUMINUM SCRAP

(54) Bezeichnung: ZERKLEINERUNGSANLAGE UND ZERKLEINERUNGSVERFAHREN ZUR ZERKLEINERUNG VON ALUMINIUMSCHROTT



(57) Abstract: The invention relates to a crushing plant (52) for crushing aluminum scrap (56), in particular UBC scrap, having a crushing device (58) for crushing aluminum scrap, which crushing device is designed as a high speed operator, wherein a pre-crushing device (54) for pre-crushing aluminum scrap is connected upstream of the the crushing device (58) and is designed as a low speed operator. The invention further relates to a crushing method for crushing aluminum scrap (56), in particular UBC scrap, wherein a quantity of aluminum scrap (56) is crushed by a pre-crushing device (54) designed as a low speed operator and wherein the pre-crushed aluminum scrap (60) is further crushed by a crushing device (58) designed as a high speed operator. The invention further relates to recycling plant comprising the crushing plant (52) and to a recycling method comprising the crushing method.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



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)

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Zerkleinerungsanlage (52) zur Zerkleinerung von Aluminiumschrott (56), insbesondere UBC-Schrott, mit einer Zerkleinerungsvorrichtung (58) zur Zerkleinerung von Aluminiumschrott, die als Schnellläufer ausgebildet ist, wobei der Zerkleinerungsvorrichtung (58) eine Vorzerkleinerungsvorrichtung (54) zur Vorzerkleinerung von Aluminiumschrott vorgeschaltet ist, die als Langsamläufer ausgebildet ist. Die Erfindung betrifft weiterhin ein Zerkleinerungsverfahren zur Zerkleinerung von Aluminiumschrott (56), insbesondere UBC-Schrott, bei dem eine Menge Aluminiumschrott (56) mit einer als Langsamläufer ausgebildeten Vorzerkleinerungsvorrichtung (54) vorzerkleinert wird und bei dem der vorzerkleinerte Aluminiumschrott (60) mit einer als Schnellläufer ausgebildeten Zerkleinerungsvorrichtung (58) weiter zerkleinert wird. Die Erfindung betrifft ferner eine die Zerkleinerungsanlage (52) umfassende Recyclinganlage sowie eine das Zerkleinerungsverfahren umfassende Recyclingverfahren.

Zerkleinerungsanlage und Zerkleinerungsverfahren zur Zerkleinerung von Aluminiumschrott

Die Erfindung betrifft eine Zerkleinerungsanlage zur Zerkleinerung von Aluminiumschrott, insbesondere UBC-Schrott, mit einer Zerkleinerungsvorrichtung zur Zerkleinerung von Aluminiumschrott, die als Schnellläufer ausgebildet ist. Die Erfindung betrifft weiterhin ein Zerkleinerungsverfahren zur Zerkleinerung von Aluminiumschrott, insbesondere UBC-Schrott, insbesondere unter Verwendung der zuvor genannten Zerkleinerungsanlage.

- 5
- 10 Nach dem Stand der Technik erfolgt das Recycling von Aluminium über mehrere Verfahrensschritte. Diese umfassen in der Regel das Sammeln der unterschiedlichen Aluminiumschrotte, eine mechanische Aufbereitung mit der sich anschließenden metallurgischen Verwertung. Für das ressourceneffiziente Recycling muss die mechanische Aufbereitung ein Aluminiumschrottprodukt erzeugen, dass den
- 15 qualitativen Ansprüchen des metallurgischen Verwertungsweges entspricht. Hierzu werden unterschiedliche Aufbereitungsschritte durchgeführt.

- Die mechanische Aufbereitung des Schrottes erfolgt in der Regel über eine Zerkleinerung, der sich diverse Sortierschritte anschließen. Die Sortierschritte können
- 20 bspw. Eisen und NE-Metall Trennung über Magnetscheider beinhalten, Windsichtung, Wirbelstromscheidung, sensorgestützte Sortierung (bspw. Röntgentransmission oder -fluoreszenz, Induktion, LIBS, NIR, etc.). Die verfahrenstechnische Kombination der Sortierschritte erlaubt das Aussortieren verschiedener Verunreinigungen bzw. das Sortieren in unterschiedliche Aluminiumqualitäten. Ziel der mechanischen
- 25 Aufbereitung kann es dabei sein, ein Aluminiumkonzentrat zu erzeugen, dass direkt für die metallurgische Verwertung genutzt werden kann.

Prozesstechnisch werden Zerkleinerungsanlagen in der Regel direkt (oder indirekt) mit mobilen oder stationären Aufgabeaggregaten wie Radlader, Polypgreifer, Gabelstaplern, Krananlagen etc. beschickt. Dabei nimmt das Bedienpersonal direkten Einfluss auf den Massendurchsatz der Zerkleinerungsanlage, wobei es hierbei zu
5 deutlichen Durchsatzschwankungen kommen kann.

Trotz des Versuchs, die Zerkleinerung über Prozessparameter zu steuern, beispielsweise durch Wiegesysteme, sind schwankende Outputmengen der Zerkleinerung regelmäßig zu beobachten, die kurzfristig das bis zu zweifache der
10 Regeloutputmenge erreichen können.

Die Durchsatzschwankungen der Zerkleinerungsanlage nehmen zudem direkten Einfluss auf die Zerkleinerung bzw. auf das Zerkleinerungsergebnis. So führen unterschiedliche Massenströme bei einer Hammermühle beispielsweise zu
15 verschiedenen Zerkleinerungsgraden, wobei der Schrott typischerweise in umso kleinere Fragmente zerkleinert wird, je größer der Massen- bzw. Volumenstrom ist. Hohe Massen- bzw. Volumenströme führen zudem zu einem übermäßigen Verschleiß der Hammermühle.

Die schwankenden Outputmengen der Zerkleinerung und die schwankende Größenverteilung der zerkleinerten Schrottfragmente führen auch zu Problemen bei der nachgeschalteten Sortierung. So führen plötzliche Spitzen beim Durchsatz häufig zu Störungen in der Sortieranlage. Weiterhin wird eine Einzelkornsartierung bei zu hohen Zerkleinerungsgraden, d.h. bei zu geringen Größen der zerkleinerten
20 Schrottfragmenten (sog. Feinkorn) und einer entsprechend großen Zahl an Fragmenten ineffektiv.

Dieses Problem tritt insbesondere beim Recycling von UBC-Schrott auf. Unter UBC (used beverage can)-Schrott wird (Aluminium-)Getränkedosenschrott verstanden, der
30 einen großen Anteil am gesamten aufkommenden Aluminiumschrott aus dem Bereich

der Verpackungen ausmacht. Es besteht daher ein großer Bedarf an einem effektiven und robusten Recyclingprozess für UBC-Schrott.

- UBC-Schrott weist typischerweise verschiedenartige Verunreinigungen auf, zum
- 5 Beispiel metallische Verunreinigungen aus Gussaluminium oder auch aus Nichtaluminiumlegierungen wie Kupfer- oder Eisenlegierungen. Weiterhin enthält UBC-Schrott typischerweise nichtmetallische Verunreinigungen wie Kunststofffolien oder mineralische Verunreinigungen. Diese verschiedenen Verunreinigungen müssen im Sortierprozess vor der metallurgischen Weiterverwertung aussortiert werden.
- 10 Weiterhin sind die Dosen in aller Regel lackiert, so dass vor dem Einschmelzen der Dosenschrotte auch eine Entlackung erfolgt.

- UBC-Schrott wird zum Transport und zur Lagerung typischerweise zu Paketen zusammengepresst. Der Kompaktierungsgrad der Pakete kann sehr unterschiedlich
- 15 sein und zum Beispiel zwischen 200 und 1200 kg/m³ schwanken. Dies führt bei der Zerkleinerung der Schrottpakete zu großen Durchsatzschwankungen und damit zu den zuvor beschriebenen Problemen.

- Vor diesem Hintergrund liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zu Grunde, eine
- 20 Zerkleinerungsanlage und ein Zerkleinerungsverfahren zur Verfügung zu stellen, mit denen die zuvor beschriebenen Probleme insbesondere bei der Zerkleinerung von UBC-Schrott zumindest teilweise reduziert werden.

- Gemäß einem ersten Aspekt der vorliegenden Offenbarung wird diese Aufgabe bei
- 25 einer Zerkleinerungsanlage zur Zerkleinerung von Aluminiumschrott, insbesondere UBC-Schrott, mit einer Zerkleinerungsvorrichtung zur Zerkleinerung von Aluminiumschrott, die als Schnellläufer ausgebildet ist, erfindungsgemäß zumindest teilweise dadurch gelöst, dass der Zerkleinerungsvorrichtung eine Vorzerkleinerungsvorrichtung zur Vorzerkleinerung von Aluminiumschrott
- 30 vorgeschaltet ist, die als Langsamläufer ausgebildet ist.

Gemäß dem ersten Aspekt der vorliegenden Offenbarung wird die oben genannte Aufgabe erfindungsgemäß weiterhin zumindest teilweise gelöst durch ein Zerkleinerungsverfahren zur Zerkleinerung von Aluminiumschrott, insbesondere UBC-Schrott, insbesondere unter Verwendung der zuvor beschriebenen

- 5 Zerkleinerungsanlage, bei dem eine Menge Aluminiumschrott mit einer als Langsamläufer ausgebildeten Vorzerkleinerungsvorrichtung vorzerkleinert wird und bei dem der vorzerkleinerte Aluminiumschrott mit einer als Schnellläufer ausgebildeten Zerkleinerungsvorrichtung weiter zerkleinert wird.
- 10 Es wurde erkannt, dass eine robuste und gleichmäßige Zerkleinerung von UBC-Schrott durch eine zweischrittige Zerkleinerung erreicht werden kann, wobei für den ersten Zerkleinerungsschritt ein Langsamläufer und für den zweiten Zerkleinerungsschritt ein Schnellläufer verwendet wird.
- 15 Durch den Langsamläufer erfolgt eine Vorzerkleinerung des UBC-Schrotts, bei der insbesondere die Pakete aufgebrochen werden, in denen UBC-Schrott normalerweise bereitgestellt wird. Durch das Aufbrechen der Pakete werden insbesondere die stark kompaktierten Pakete mit Dichten von zum Beispiel 800 kg/m^3 oder mehr aufgelockert, so dass die Dichte des Schrotts vergleichmäßigt wird. Der Einsatz eines
- 20 Langsamläufers stellt sicher, dass die Vorzerkleinerungsvorrichtung ein ausreichendes Drehmoment aufbringen kann, um auch besonders stark kompaktierte Pakete aufzubrechen. Der Langsamläufer hat demnach insbesondere die Funktion eines Ballenbrechers.
- 25 Auf diese Weise wird ein gleichmäßigerer Massen- bzw. Volumenstrom erreicht, der der nachfolgenden Zerkleinerungsvorrichtung zugeführt wird. Dies führt zu gleichbleibenden Zerkleinerungsgraden in der Zerkleinerungsvorrichtung, so dass die die Zerkleinerungsanlage verlassenden Schrottfragmente eine möglichst gleichbleibende Größenverteilung aufweisen. Der gleichmäßigere Massen- bzw.
- 30 Volumenstrom erlaubt zudem, die Zerkleinerungsvorrichtung am optimalen

Betriebspunkt zu betreiben, und reduziert zudem den Verschleiß der Zerkleinerungsvorrichtung.

- 5 Unter einem Massenstrom wird die Masse der transportierten bzw. einer Anlage zu- oder von einer Anlage abgeführten Schrottfragmente pro Zeit verstanden. Wird der Zerkleinerungsanlage beispielsweise ein Massenstrom von 10 t/h zugeführt, so bedeutet dies, dass der Zerkleinerungsanlage bei diesem Massenstrom in einer Stunde 10 t Schrott zugeführt wird.
- 10 Unter einem Volumenstrom wird das Volumen der transportierten bzw. einer Anlage zu- oder von einer Anlage abgeführten Schrottfragmente pro Zeit verstanden. Wird der Zerkleinerungsanlage beispielsweise ein Volumenstrom von 10 m³/h zugeführt, so bedeutet dies, dass der Zerkleinerungsanlage bei diesem Volumenstrom in einer Stunde 10 m³ Schrott zugeführt wird.
- 15 Ist die Schüttdichte der Schrottfragmente bekannt, so kann der Massenstrom einfach in den Volumenstrom bzw. der Volumenstrom in den Massenstrom umgerechnet werden.
- 20 Der Langsamläufer dient weiterhin dem Schutz des Schnellläufers. So können in stark kompaktierten Schrott-Paketen beispielsweise massive Metallteile wie zum Beispiel ein Amboss oder dergleichen verborgen sein, die einen Schnellläufer stark beschädigen würden. Derartige Metallteile führen bei einem Langsamläufer zwar zu einer Blockierung, jedoch typischerweise nicht zur Beschädigung, so dass das
- 25 betreffende Metallteil dem Einzug des Langsamläufers entnommen und der Betrieb nach kurzer Unterbrechung wieder aufgenommen werden kann.
- Die Zerkleinerungsvorrichtung zur Zerkleinerung von Aluminiumschrott ist als Schnellläufer ausgebildet. Unter einem Schnellläufer wird eine
- 30 Zerkleinerungsvorrichtung mit einer im Betrieb drehenden Welle mit Zerkleinerungswerkzeugen verstanden, der dazu eingerichtet ist, dass sich die Welle

mit den Zerkleinerungswerkzeugen im Betrieb mit einer Drehzahl von mehr als 100 U/Min. (Umdrehungen pro Minute), vorzugsweise mehr als 250 U/Min. dreht.

Die Vorzerkleinerungsvorrichtung zur Vorzerkleinerung von Aluminiumschrott ist als
5 Langsamläufer ausgebildet. Unter einem Langsamläufer wird eine Zerkleinerungsvorrichtung mit einer im Betrieb drehenden Welle mit Zerkleinerungswerkzeugen verstanden, der dazu eingerichtet ist, dass sich die Welle mit den Zerkleinerungswerkzeugen im Betrieb mit einer Drehzahl von maximal 100 U/Min., insbesondere maximal 60 U/Min. dreht. Vorzugsweise ist die Welle des
10 Langsamläufers reversierbar, d.h. dass die Welle wahlweise zur Drehung in beide Drehrichtungen angesteuert werden kann.

Die Vorzerkleinerungsvorrichtung ist der Zerkleinerungsvorrichtung vorgeschaltet. Dies bedeutet, dass der der Zerkleinerungsanlage zugeführte Schrott zunächst in der
15 Vorzerkleinerungsvorrichtung vorzerkleinert wird, bevor er in der Zerkleinerungsvorrichtung weiter zerkleinert wird. Beispielsweise kann die Zerkleinerungsanlage ein Transportsystem aufweisen, um den von der Vorzerkleinerungsvorrichtung vorzerkleinerten Schrott zur Zerkleinerungsvorrichtung zu transportieren.

20 Die oben genannte Aufgabe wird erfindungsgemäß weiterhin zumindest teilweise gelöst durch eine Recyclinganlage zur Aufbereitung von Aluminiumschrott, insbesondere UBC-Schrott, die die zuvor beschriebene Zerkleinerungsanlage umfasst. Entsprechend wird die oben genannte Aufgabe erfindungsgemäß zudem zumindest
25 teilweise gelöst durch ein Recyclingverfahren zur Aufbereitung von Aluminiumschrott, insbesondere UBC-Schrott, vorzugsweise unter Verwendung der zuvor beschriebenen Recyclinganlage, bei dem eine Menge Schrott mit dem zuvor beschriebenen Zerkleinerungsverfahren zerkleinert wird und bei dem der zerkleinerte Schrott weiter aufbereitet, insbesondere sortiert wird.

30

Bei der Sortierung handelt es sich vorzugsweise um eine sensorgestützte Sortierung, insbesondere um eine LIBS-basierte Sortierung. Zusätzlich oder alternativ kommen beispielsweise auch eine Röntgentransmission-basierte, eine Röntgenfluoreszenz-basierte, eine Induktions-basierte und/oder eine NIR-basierte Sortierung in Betracht.

5

LIBS steht für laserinduzierte Plasmaspektroskopie (Laser Induced Breakdown Spectroscopy). NIR steht für Nahinfrarotspektroskopie.

Die Zerkleinerungsanlage ist also vorzugsweise in eine Recyclinganlage zur
10 Aufbereitung von UBC-Schrott eingebettet. Eine solche Recyclinganlage umfasst neben der Zerkleinerungsanlage vorzugsweise eine der Zerkleinerungsanlage nachgelagerte Sortieranlage zur Sortierung des zerkleinerten Schrotts, insbesondere zur Aussortierung von Verunreinigungen. Weiterhin können eine der Sortieranlage nachgeschaltete Entlackungsanlage zur Entlackung der Schrottfragmente sowie ein
15 der Entlackungsanlage nachgeschalteter Schmelzofen zum Einschmelzen der entlackten Schrottfragmente vorgesehen sein.

Ist der Zerkleinerungsanlage eine Sortieranlage zur Sortierung des zerkleinerten Schrotts nachgelagert, so ist diese vorzugsweise für eine sensorgestützte Sortierung,
20 insbesondere LIBS-basierte Sortierung, eingerichtet. Zusätzlich oder alternativ kann die Sortieranlage beispielsweise auch für eine Röntgentransmission-basierte, eine Röntgenfluoreszenz-basierte, eine Induktions-basierte und/oder eine NIR-basierte Sortierung eingerichtet sein.

25 Im Folgenden werden verschiedene Ausführungsformen der Zerkleinerungsanlage, der Recyclinganlage, des Zerkleinerungsverfahrens und des Recyclingverfahrens beschrieben, wobei die einzelnen Ausführungsformen jeweils sowohl für die Zerkleinerungsanlage und die Recyclinganlage, als auch für das Zerkleinerungsverfahren und das Recyclingverfahren anwendbar sind und sich zudem
30 untereinander kombinieren lassen.

Bei einer ersten Ausführungsform ist die Zerkleinerungsvorrichtung dazu eingerichtet, Aluminiumschrott im Wesentlichen schlagend und/oder scherend zu zerkleinern, insbesondere als Hauptbeanspruchungsart.

- 5 Unter einer schlagenden Zerkleinerung wird verstanden, dass ein Schrottfragment eine Beanspruchung aus einer schnell bewegten Fläche erfährt. Unter einer scherenden Zerkleinerung wird verstanden, dass ein Schrottfragment eine Beanspruchung aus zwei gegenläufig bewegten Linien erfährt. Unter der Hauptbeanspruchungsart wird die Beanspruchung (wie scherend, schlagend, scheidend
10 etc.) verstanden, mit der die Schrottfragmente bei der Zerkleinerung hauptsächlich beansprucht werden.

Bei einer weiteren Ausführungsform ist die Zerkleinerungsvorrichtung ein Einwellenzerkleinerer, eine Hammermühle oder ein Ringshredder.

15

- Ein Einwellenzerkleinerer weist auf einer Rotorwelle fest angebrachte Messer auf, die in ein am Gehäuse angebrachtes Gegenmesser greifen. Die Zerkleinerung erfolgt bei einem Einwellenzerkleinerer im Wesentlichen scherend und schneidend bzw. scherend und reißend. Einwellenzerkleinerer sind besonders gut für die
20 Zerkleinerung dünnwandiger Dosenschrotte geeignet, können allerdings leicht durch massive Fremdschrotten beschädigt werden.

- Eine Hammermühle weist auf einer Rotorwelle beweglich angebrachte Hämmer auf. Ein Ringshredder ähnelt einer Hammermühle, wobei anstelle der Hämmer an der
25 Rotorwelle beweglich angebrachte Ringe oder Sterne vorgesehen sind. Die Zerkleinerung erfolgt bei einer Hammermühle und bei einem Ringshredder im Wesentlichen schlagend und scherend. Eine Hammermühle bzw. ein Ringshredder sind ebenfalls gut zur Zerkleinerung von Dosenschrotten geeignet. Insbesondere führt die schlagende und scherende Beanspruchung des Schrotts zu einer Auflockerung des
30 verpressten UBC-Schrotts, wodurch eine Vergleichmäßigung des Schrotts erreicht werden kann. Zudem sind Hammermühlen und Ringshredder unempfindlicher

gegenüber massiven Fremdschrotten bis zu einer gewissen Größe. Daher wird für die Zerkleinerungsvorrichtung eine Hammermühle bzw. ein Ringshredder bevorzugt, da diese durch massive Fremdschrotte, die die Vorzerkleinerung passieren, nicht beschädigt werden.

5

Die durch die Vorzerkleinerungsvorrichtung erreichte Vergleichmäßigung des Massen- bzw. Volumenstroms ist besonders bei einer Hammermühle als Zerkleinerungsvorrichtung vorteilhaft, da der Zerkleinerungsgrad der Hammermühle stark vom Durchsatz abhängt. Ist der Zerkleinerungsraum in der Hammermühle unterfüllt, ist die Zerkleinerungsleistung gering. Bei zu hohem Füllgrad erfolgt eine zu starke Zerkleinerung des Schrotts, so dass eine große Menge Feinkorn erzeugt wird, die für eine anschließende Sortierung nachteilig ist. Bei optimaler Füllung ist der Zerkleinerungsraum soweit gefüllt, dass ausreichend Reibung der Schrottfragmente untereinander auftritt, um die gewünschte Kornverteilung zu erreichen.

15

Bei einer weiteren Ausführungsform ist die Vorzerkleinerungsvorrichtung dazu eingerichtet, Aluminiumschrott im Wesentlichen reißend und/oder scherend, vorzugsweise nicht schneidend, zu zerkleinern. Durch eine reißende bzw. scherende Zerkleinerung können die UBC-Schrottpakete besonders effektiv aufgebrochen werden, so dass insbesondere die hohe Dichte der stark kompaktierten Pakete reduziert wird.

20

Bei einer weiteren Ausführungsform ist die Vorzerkleinerungsvorrichtung ein Mehrwellenzerkleinerer, insbesondere ein Zwei- oder Dreiwellenzerkleinerer.

25

Derartige Zerkleinerer werden auch als Zerreißer bezeichnet. Mehrwellenzerkleinerer weisen mehrere Wellen mit Reißwerkzeugen auf, von denen mindestens zwei gegenläufig zueinander laufen.

30

Der Zerreißer weist vorzugsweise mehrere, insbesondere mindestens drei angetriebene Wellen auf, auf denen jeweils ein oder vorzugsweise mehrere Reißscheiben angeordnet sind. Die Reißscheiben können beispielsweise als

Sternscheiben oder Hakenscheiben ausgebildet sein. Die Wellen sind vorzugsweise derart angetrieben, dass sie im Betrieb mit Drehzahlen im Bereich von 1 bis 30, vorzugsweise 5 bis 20 Umdrehungen pro Minute rotieren. Mit diesen Drehzahlen lassen sich hohe Drehmomente erzielen, um auch stark kompaktierte Schrottpakete aufbrechen zu können. Die Drehzahlen der Wellen sind vorzugsweise verschieden. Beispielsweise können zwei Wellen mit Drehzahlen zwischen 10 und 30 Umdrehungen pro Minute oder drei Wellen mit Drehzahlen von 5, 10 und 20 Umdrehungen pro Minute vorgesehen sein.

- 10 Bei einer weiteren Ausführungsform wird der Vorzerkleinerungsvorrichtung Aluminiumschrott paketweise zugeführt, insbesondere in unterschiedlichen Kompaktierungsgraden. Insbesondere die paketweise Zuführung führt bei Zerkleinerungsanlagen aus dem Stand der Technik zu ungleichmäßigen Massenströmen, so dass die vorliegend beschriebene Zerkleinerungsanlage und das
- 15 vorliegend beschriebene Zerkleinerungsverfahren besonders bei dieser Art der Schrottzuführung vorteilhaft sind.

- Bei einer weiteren Ausführungsform ist die Vorzerkleinerungsvorrichtung dazu eingerichtet, den zugeführten Aluminiumschrott so zu zerkleinern, dass der
- 20 vorzerkleinerte Aluminiumschrott eine Korngrößenverteilung aufweist, bei der $d_{95} < 1000 \text{ mm}$, insbesondere $d_{95} < 500 \text{ mm}$, ist und weiter bevorzugt $d_5 > 50 \text{ mm}$ ist. Die Zerkleinerungsvorrichtung ist vorzugsweise dazu eingerichtet, den vorzerkleinerten Aluminiumschrott derart weiter zu zerkleinern, dass der zerkleinerte Aluminiumschrott eine Korngrößenverteilung aufweist, bei der $d_{95} < 200 \text{ mm}$,
- 25 insbesondere $d_{95} < 100 \text{ mm}$, ist und weiter bevorzugt $d_5 > 1 \text{ mm}$ ist. Eine solche Korngrößenverteilung ist für eine nachfolgende Sortierung vorteilhaft.

- Die Korngrößenverteilung bzw. die Werte für d_5 , d_{95} etc. werden durch eine Siebanalyse entsprechend DIN 66165-1 und 66165-2 bestimmt mit Prüfsieben nach
- 30 DIN ISO 3310-2:2015-07 (Analysensiebe mit Lochblechen) und DIN ISO 2395:1999-01.

Bei einer weiteren Ausführungsform ist zwischen der Vorzerkleinerungsvorrichtung und der Zerkleinerungsvorrichtung ein Transportsystem vorgesehen, das dazu eingerichtet ist, den von der Vorzerkleinerungsvorrichtung vorzerkleinerten

- 5 Aluminiumschrott zur Zerkleinerungsvorrichtung zu transportieren und dieser zuzuführen. Bei einer entsprechenden Ausführungsform des Zerkleinerungsverfahrens wird der vorzerkleinerte Aluminiumschrott mittels eines Transportsystems zur Zerkleinerungsvorrichtung transportiert.

- 10 Das Transportsystem kann beispielsweise ein oder mehrere Transportbänder aufweisen, mit denen der vorzerkleinerte Schrott von der Vorzerkleinerungsvorrichtung zur Zerkleinerungsvorrichtung transportiert wird. Mit einem solchen Transportsystem kann ein automatisierter Betrieb der Zerkleinerungsanlage realisiert werden.

- 15 Vorzugsweise ist das Transportsystem dazu eingerichtet, den Aluminiumschrott der Zerkleinerungsvorrichtung kontrolliert zuzuführen. Bei einer weiteren Ausführungsform wird der vorzerkleinerte Aluminiumschrott der Zerkleinerungsvorrichtung kontrolliert, insbesondere mit einem vorgegebenen
- 20 Volumenstrom oder Massenstrom, zugeführt. Auf diese Weise kann ein möglichst gleichmäßiger Volumen- bzw. Massenstrom in der Zerkleinerungsvorrichtung erreicht werden, so dass diese am optimalen Arbeitspunkt betrieben werden kann. Das Transportsystem kann beispielsweise eine Wägeeinrichtung wie zum Beispiel eine Bandwaage aufweisen und die Fördergeschwindigkeit des Schrotts abhängig von dem
- 25 mit der Wägeeinrichtung bestimmten Gewicht steuern. Weiterhin ist es denkbar, die Fördergeschwindigkeit des Schrotts abhängig von einem an der Zerkleinerungsvorrichtung erfassten Parameter zu steuern, beispielsweise von dem Drehmoment des Motors der Zerkleinerungsvorrichtung.

- 30 Bei einer weiteren Ausführungsform umfasst das Transportsystem einen Vibrationsförderer, der dazu eingerichtet ist, den Volumen- oder Massenstrom des

von der Vorzerkleinerungsvorrichtung vorzerkleinerten Aluminiumschrotts zu vergleichmäßigen. Die vom Vibrationsförderer auf den vorzerkleinerten Schrott übertragenen Vibrationen führen dazu, dass sich die einzelnen Schrottfragmente gleichmäßiger verteilen. Auf diese Weise kann ein gleichmäßigerer Volumen- bzw.

5 Massenstrom erreicht werden.

Bei einer weiteren Ausführungsform weist das Transportsystem zwischen der Vorzerkleinerungsvorrichtung und der Zerkleinerungsvorrichtung eine Zusatzaufgabestelle auf, die derart positioniert und eingerichtet ist, um eine

10 gesonderte Zuführung von Aluminiumschrott auf das Transportsystem zu ermöglichen. Auf diese Weise ist es möglich, die Zerkleinerungsanlage auch bei einem zeitweisen Ausfall der Vorzerkleinerungsvorrichtung weiter zu betreiben, indem Schrott stromabwärts der Vorzerkleinerungsvorrichtung auf das Transportsystem gegeben wird.

15

Bei der Zusatzaufgabestelle kann es sich beispielsweise um einen geraden Abschnitt eines Förderbands handeln, der in Reichweite eines Polypgreifer oder einer Krananlage angeordnet ist. Weiterhin kann als Zusatzaufgabestelle auch ein Abschnitt eines Förderbands vorgesehen werden, der unterhalb einer Anfahrsstelle für einen

20

LKW oder Gabelstapler angeordnet ist, so dass von einem solchen LKW oder Gabelstapler Schrott auf das Förderband aufgebracht werden kann. Das Transportsystem ist vorzugsweise so robust ausgebildet, dass es für eine solche Zusatzaufgabe von Schrott an der Zusatzaufgabestelle geeignet ist. Bei einem Förderband kann beispielsweise ein Stahlplattenband zum Fördern verwendet

25

werden.

Bei einer weiteren Ausführungsform ist an der Vorzerkleinerungsvorrichtung eine derart angeordnete Schurre vorgesehen, dass der Vorzerkleinerungsvorrichtung Aluminiumschrott durch Aufgabe auf die Schurre zugeführt werden kann. Auf diese

30 Weise kann auch bei diskontinuierlicher Schrottzuführung an der Vorzerkleinerungsvorrichtung ein kontinuierlicher Volumen- bzw. Massenstrom

erreicht werden. Wird der Aluminiumschrott beispielsweise mit einem Polypgreifer nach und nach auf die Schurre gegeben, so staut sich der Schrott auf der Schurre am Einzug der Vorzerkleinerungsvorrichtung auf. Der in der Vorzerkleinerungsvorrichtung verarbeitete Volumen- bzw. Massenstrom wird dann
5 im Wesentlichen nur von der Arbeitsgeschwindigkeit der Vorzerkleinerungsvorrichtung, d.h. der Drehgeschwindigkeit des Langsamläufers bestimmt und nicht von der diskontinuierlichen Schrottzuführung durch den Polypgreifer.

10 Bei einer weiteren Ausführungsform umfasst die Zerkleinerungsanlage eine Steuerungseinrichtung zur Steuerung der Zerkleinerungsanlage. Die Steuerungseinrichtung ist vorzugsweise zur Steuerung der Zerkleinerungsanlage gemäß dem zuvor beschriebenen Zerkleinerungsverfahren oder einer
15 Ausführungsform davon eingerichtet. Insbesondere kann die Steuerungseinrichtung einen Mikroprozessor und einen damit verbundenen Speicher umfassen, wobei der Speicher Befehle enthält, deren Ausführung auf dem Mikroprozessor die Durchführung des zuvor beschriebenen Zerkleinerungsverfahrens bzw. einer Ausführungsform davon veranlasst. Auf diese Weise kann ein automatisierter Betrieb der Zerkleinerungsanlage erreicht werden. Die Steuerungseinrichtung kann
20 insbesondere dazu eingerichtet sein, die Zerkleinerungsanlage, insbesondere die Vorzerkleinerungsvorrichtung und ein etwaiges Transportsystem so zu steuern, dass der Zerkleinerungsvorrichtung ein gleichmäßiger Volumen- bzw. Massenstrom zugeleitet wird.

25 Um eine Verarbeitungsstation zur Aufbereitung von Aluminiumschrott, wie zum Beispiel die Zerkleinerungsvorrichtung der zuvor beschriebenen Zerkleinerungsanlage, am optimalen Betriebspunkt betreiben zu können, werden die Schrottfragmente der Verarbeitungsstation vorzugsweise in geregelter Weise zugeführt.

Dies kann gemäß einem zweiten Aspekt der vorliegenden Offenbarung durch ein Verfahren zum Betrieb einer Anlage zur Aufbereitung von Aluminiumschrott erreicht werden, bei dem Schrottfragmente bereitgestellt werden, bei dem die bereitgestellten Schrottfragmente als Strom von Schrottfragmenten zu einer Verarbeitungsstation zur Aufbereitung von Aluminiumschrott gefördert werden, bei dem an dem Strom von Schrottfragmenten ein Wert für den Durchsatz bestimmt wird und bei dem der bestimmte Wert für den Durchsatz mit einem vorgegebenen Wert für den Durchsatz verglichen wird, wobei die Bereitstellung der Schrottfragmente und/oder die Förderung der Schrottfragmente zu der Verarbeitungsstation abhängig vom Ergebnis des Vergleichs gesteuert werden.

Weiterhin kann dies gemäß dem zweiten Aspekt der vorliegenden Offenbarung erreicht werden durch eine Anlage zur Aufbereitung von Aluminiumschrott mit einer Verarbeitungsstation zur Aufbereitung von Aluminiumschrott, mit einer Bereitstellungsstation, die zur Bereitstellung von Schrottfragmenten eingerichtet ist, mit einer Fördereinrichtung, die dazu eingerichtet ist, von der Bereitstellungsstation bereitgestellte Schrottfragmente als Strom zur Verarbeitungsstation zu transportieren und dieser zuzuführen, mit einer Durchsatzmesseinrichtung, die dazu eingerichtet ist, an einem von der Fördereinrichtung transportierten Strom von Schrottfragmenten einen Wert für den Durchsatz des Stroms zu messen, und mit einer Steuerungseinrichtung, die dazu eingerichtet ist, einen von der Durchsatzmesseinrichtung gemessenen Wert für den Durchsatz mit einem vorgegebenen Wert für den Durchsatz zu vergleichen und die Bereitstellungsstation und/oder die Fördereinrichtung abhängig vom Ergebnis dieses Vergleichs zu steuern.

Bei der Verarbeitungsstation kann es sich insbesondere um eine Zerkleinerungsanlage handeln. Durch die Zuführung von Schrottfragmenten mit geregelter Durchsatz kann die Zerkleinerungsanlage am optimalen Betriebspunkt betrieben werden, um einen bestimmten Zerkleinerungsgrad zu erreichen. Bei einer Überlastung der Zerkleinerungsanlage durch einen zu großen Durchsatz kann es je

nach Typ der Zerkleinerungsanlage dazu kommen, dass die Schrottfragmente zu stark oder zu schwach zerkleinert werden.

Bei der Verarbeitungsstation kann es sich auch um eine Sortieranlage handeln, beispielsweise um die Sortieranlage der Recyclinganlage gemäß dem ersten Aspekt der vorliegenden Offenbarung. Durch die Zuführung von Schrottfragmenten mit
5 geregeltem Durchsatz kann die Sortieranlage am optimalen Betriebspunkt betrieben werden, um die einzelnen Schrottfragmente zuverlässig bei möglichst hohem Durchsatz sortieren zu können. Bei einer Überlastung der Sortieranlage durch einen
10 zu großen Durchsatz nimmt die Sortierqualität ab, so dass es zu unerwünschten Verunreinigungen in dem aus der Sortieranlage austretenden Schrottfragmente-Strom kommen kann.

Bei der Verarbeitungsstation kann es sich auch um eine Schmelzanlage handeln.
15 Durch die Zuführung von Schrottfragmenten mit geregeltem Durchsatz kann die Schmelzanlage am optimalen Betriebspunkt betrieben werden. Eine Überlastung der Schmelzanlage bei zu großem Durchsatz kann die Temperatur in der Schmelzanlage zu stark absinken oder eine ungleichmäßige Schmelze entstehen lassen.

20 Die Fördereinrichtung umfasst vorzugsweise ein oder mehrere Transportbänder.

Das Verfahren zum Betrieb einer Anlage zur Aufbereitung von Aluminiumschrott und die Anlage zur Aufbereitung von Aluminiumschrott gemäß dem zweiten Aspekt der vorliegenden Offenbarung stellen jeweils unabhängige und eigenständige
25 erfindungsgemäße Lehren dar.

Darüber hinaus kann der zweite Aspekt der vorliegenden Offenbarung in vorteilhafter Weise mit dem Zerkleinerungsverfahren und der Zerkleinerungsanlage gemäß dem ersten Aspekt der vorliegenden Offenbarung kombiniert werden. Insbesondere kann
30 es sich bei der Anlage zur Aufbereitung von Aluminiumschrott gemäß dem zweiten Aspekt der vorliegenden Offenbarung um die Zerkleinerungsanlage gemäß dem

ersten Aspekt der vorliegenden Offenbarung handeln, wobei die Zerkleinerungsvorrichtung eine Verarbeitungsstation zur Aufbereitung von Aluminiumschrott und die Vorzerkleinerungsvorrichtung eine Bereitstellungsstation darstellt. Weiterhin stellt das vorzugsweise vorgesehene Transportsystem der

5 Zerkleinerungsanlage die Fördereinrichtung dar.

Bei einer entsprechenden Ausführungsform der Zerkleinerungsanlage sind entsprechend eine Fördereinrichtung, insbesondere in Form des vorzugsweise vorgesehenen Transportsystems, zum Transport von Schrottfragmenten der

10 Vorzerkleinerungsvorrichtung zur Zerkleinerungsvorrichtung, eine Durchsatzmesseinrichtung zur Messung eines Werts für den Durchsatz des von der Fördereinrichtung transportierten Stroms von Schrottfragmenten und eine Steuerungseinrichtung vorgesehen, die dazu eingerichtet ist, den gemessenen Wert mit einem vorgegebenen Wert für den Durchsatz zu vergleichen und die

15 Vorzerkleinerungsvorrichtung und/oder die Fördereinrichtung abhängig vom Ergebnis des Vergleichs zu steuern. Bei einer entsprechenden Ausführungsform des Zerkleinerungsverfahrens wird der von der Vorzerkleinerungsvorrichtung vorzerkleinerte Aluminiumschrott als Strom von Schrottfragmenten zu der Zerkleinerungsvorrichtung gefördert, wird an dem Strom von Schrottfragmenten ein

20 Wert für den Durchsatz bestimmt, wird der bestimmte Wert mit einem vorgegebenen Wert für den Durchsatz verglichen und wird die Vorzerkleinerungsvorrichtung und/oder die Förderung der Schrottfragmente zu der Zerkleinerungsvorrichtung abhängig vom Ergebnis des Vergleichs gesteuert.

25 Im Folgenden werden noch weitere Ausführungsformen des Verfahrens und der Anlage gemäß dem zweiten Aspekt der vorliegenden Offenbarung sowie der Zerkleinerungsanlage und des Zerkleinerungsverfahrens gemäß dem ersten Aspekt der vorliegenden Offenbarung beschrieben, wobei die einzelnen Ausführungsformen für das Verfahren und die Anlage gemäß dem zweiten Aspekt und die

30 Zerkleinerungsanlage und das Zerkleinerungsverfahren gemäß dem ersten Aspekt

gleichermaßen gelten und sowohl untereinander als auch mit den zuvor beschriebenen Ausführungsformen kombiniert werden können.

Bei einer Ausführungsform werden die Schrottfragmente durch eine vorhergehende
5 Verarbeitungsstation zur Aufbereitung von Aluminiumschrott bereitgestellt. Bei einer entsprechenden Ausführungsform ist die Bereitstellungsstation eine vorhergehende Verarbeitungsstation zur Aufbereitung von Aluminiumschrott. In diesem Fall kann über die Regelung anhand der Durchsatzmesseinrichtung auch dann eine Zufuhr von Schrottfragmenten zur Verarbeitungsstation in einem vorgegebenen
10 Durchsatzbereich sichergestellt werden, wenn die vorhergehende Verarbeitungsstation die Schrottfragmente mit ungleichmäßigem oder ungeeignetem Durchsatz zur Verfügung stellt.

Zur Pufferung großer Durchsatzschwankungen der vorhergehenden
15 Verarbeitungsstation ist zwischen der Verarbeitungsstation und der vorhergehenden Verarbeitungsstation vorzugsweise ein Pufferspeicher, wie z.B. ein Silo, angeordnet. In diesem Fall kann zum Beispiel den Pufferspeicher bzw. eine Entnahmeeinrichtung des Pufferspeichers abhängig von dem Ergebnis des Vergleichs gesteuert werden, um eine Zufuhr zu der Verarbeitungsstation in einem vorgegebenen Durchsatzbereich zu
20 erreichen.

Bei einer weiteren Ausführungsform ist der Wert für den Durchsatz des Stroms ein Wert für den Massenstrom, für den Volumenstrom, für die Stückzahlrate oder für die Flächenrate. Zur Erfassung eines Werts für den Massenstrom kann beispielsweise eine
25 Bandwaage vorgesehen sein, die insbesondere in die Fördereinrichtung integriert sein kann. Zur Erfassung eines Werts für den Volumenstrom kann eine Lasertriangulationseinrichtung vorgesehen sein. Bei der Lasertriangulation kann insbesondere ein Laserstrahl auf die Fördereinrichtung, insbesondere auf ein Transportband, gerichtet und die Position des Laserspots mittels mehrerer Kameras
30 bestimmt werden (durch Triangulation). Auf diese Weise kann die Füllhöhe der Schrottfragmente auf der Fördereinrichtung, z.B. dem Transportband, anhand der

vertikalen Position des Laserspots bestimmt und damit ein Wert für den Volumenstrom abgeleitet werden. Zur Erfassung eines Werts für die Stückzahlrate (d.h. die Anzahl der Schrottfragmente pro Zeiteinheit) sind vorzugsweise eine Vereinzelungseinrichtung vorgesehen, die die Schrottfragmente vereinzelt, sowie eine

5 Erfassungseinrichtung, beispielsweise eine Kamera, eine Lichtschranke oder eine laser- oder röntgengestützte Erfassungseinheit, die die vereinzelteten Schrottfragmente erfasst, so dass die Anzahl der Schrottfragmente pro Zeiteinheit bestimmt werden kann. Zur Erfassung eines Werts für die Flächenrate (d.h. die durch die Schrottfragmente belegte Fläche eines Transportbands in Prozent) kann

10 beispielsweise eine über einem Transportband angeordnete Kamera vorgesehen sein, die Bilddaten vom Transportband erfasst, aus denen die belegte Fläche auf dem Transportband bestimmt werden kann.

Bei einer weiteren Ausführungsform ist die Steuerungseinrichtung dazu eingerichtet,

15 den gemessenen Wert für den Durchsatz mit einem unteren und mit einem oberen Grenzwert zu vergleichen und die Bereitstellungsstation und/oder die Fördereinrichtung derart abhängig vom Vergleichsergebnis zu steuern, dass der Durchsatz um einen vorgegebenen Wert erhöht wird, wenn der gemessene Wert für den Durchsatz für eine vorgegebene Zeitdauer unter dem unteren Grenzwert liegt,

20 und dass der Durchsatz um einen vorgegebenen Wert reduziert wird, wenn der gemessene Wert für den Durchsatz für eine vorgegebene Zeitdauer über dem oberen Grenzwert liegt. Der obere Grenzwert ist größer als der untere Grenzwert. Durch den unteren und oberen Grenzwert erfolgt eine Regelung auf einen zulässigen Durchsatzbereich. Durch die vorgegebene Zeitdauer wird zudem erreicht, dass bei

25 sehr kurzfristigen Schwankungen des Durchsatzes nicht sofort nachgeregelt wird, sondern erst, wenn die Durchsatzschwankung über eine bestimmte Zeitdauer anhält. Auf diese Weise wird berücksichtigt, dass sich gewisse Schwankungen im Durchsatz der Schrottfragmente nicht vermeiden lassen, so dass eine übermäßige und unnötige Regelung vermieden wird.

Bei einer weiteren Ausführungsform ist die Steuerungseinrichtung dazu eingerichtet ist, eine erneute Reduzierung oder Erhöhung des Durchsatzes nach einer erfolgten Reduzierung oder Erhöhung des Durchsatzes erst nach Ablauf einer vorgegebenen Zeitdauer zuzulassen. Auf diese Weise wird berücksichtigt, dass zwischen der

5 Nachregelung der Bereitstellungsstation oder der Fördereinrichtung und der messbaren Reduzierung bzw. Erhöhung des Durchsatzes eine Latenz besteht. Eine Überregelung wird auf diese Weise vermieden. Insbesondere wird auf diese Weise vermieden, dass der Durchsatz zu stark erhöht wird, was zu einer Überlastung der Verarbeitungsstation führen kann.

10

Bei einer weiteren Ausführungsform ist die Steuerungseinrichtung dazu eingerichtet, den gemessenen Wert für den Durchsatz mit einem ersten oberen Grenzwert und mit einem zweiten, höheren oberen Grenzwert zu vergleichen, und die

Bereitstellungsstation und/oder die Fördereinrichtung derart abhängig vom Ergebnis

15 der Vergleiche zu steuern, dass der Durchsatz um einen ersten vorgegebenen Wert reduziert wird, wenn der gemessene Wert für den Durchsatz für eine vorgegebene Zeitdauer über dem ersten oberen Grenzwert liegt, und dass der Durchsatz um einen zweiten vorgegebenen Wert reduziert wird, sobald der gemessene Wert für den Durchsatz über dem zweiten oberen Grenzwert liegt. Auf diese Weise wird eine

20 kombinierte Regelung erreicht. Einerseits wird bei einer anhaltenden moderaten Abweichung, d.h. bei Überschreiten des ersten oberen Grenzwerts für einen bestimmten Zeitraum, eine moderate Regelung durchgeführt, so dass eine zu starke Nachregelung unterbleibt. Andererseits wird bei einer starken Abweichung, d.h. bei Überschreiten des zweiten oberen Grenzwerts eine sofortige, vorzugsweise starke

25 Reduktion des Durchsatzes erreicht, um eine Überlastung der Verarbeitungsstation zu vermeiden.

Weitere Vorteile und Merkmale der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen, wobei auf die beigelegte

30 Zeichnung Bezug genommen wird.

In der Zeichnung zeigen

- Fig. 1 mehrere Pakete UBC-Schrott mit geringem Kompaktierungsgrad,
- 5 Fig. 2 mehrere Pakete UBC-Schrott mit hohem Kompaktierungsgrad,
- Fig. 3 eine Diagrammdarstellung einer Recyclinganlage bzw. eines
Recyclingverfahrens für Aluminiumschrott aus dem Stand der Technik,
- 10 Fig. 4 die Zerkleinerungsanlage der Recyclinganlage aus Fig. 3,
- Fig. 5 ein Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Zerkleinerungsanlage
und des erfindungsgemäßen Zerkleinerungsverfahrens,
- 15 Fig. 6 eine Diagrammdarstellung eines Ausführungsbeispiels der
erfindungsgemäßen Recyclinganlage und des erfindungsgemäßen
Recyclingverfahrens und
- Fig. 7 ein Ausführungsbeispiel des Verfahrens und der Anlage gemäß dem
20 zweiten Aspekt der vorliegenden Offenbarung.

Die vorliegend beschriebene Zerkleinerungsanlage bzw. die diese umfassende
Recyclinganlage sind insbesondere für die Zerkleinerung bzw. Aufbereitung von UBC-
Schrott vorgesehen. Bei UBC-Schrott handelt es sich um Schrott aus gebrauchten
25 Aluminiumgetränkedosen. Für die Herstellung von Aluminiumdosen werden in der
Praxis nur wenige verschiedene Aluminiumlegierungen verwendet, nämlich aus der
AA5xxx-Serie (AA: Aluminum Association), insbesondere AA5184, und aus der
AA3xxx-Serie, insbesondere AA3104, so dass Schrott aus Aluminiumgetränkedosen
prinzipiell gut für das Recycling geeignet ist.

Allerdings weisen am Schrottmarkt verfügbare UBC-Schrotte neben dem eigentlichen Aluminiumdosenschrott diverse Arten von Verunreinigungen auf, die vor einer metallurgischen Verwertung des Schrotts entfernt werden müssen.

- 5 Typischerweise weist UBC-Schrott verschiedene nicht-metallische Verunreinigungen wie Kunststofffolien, Sand oder Wasser auf, aber auch verschiedene metallische Verunreinigungen wie Fragmente aus Nichtaluminiumlegierungen oder aus Gussaluminium auf.
- 10 Neben der Vielfalt der verschiedenen Verunreinigungen, besteht bei der Aufbereitung von UBC-Schrott eine weitere Herausforderung darin, dass der Schrott an den Aluminiumdosen-Sammelstellen und Schrottplätzen zu mehr oder weniger stark kompaktierten Paketen zusammengepresst werden.
- 15 Fig. 1 zeigt ein Beispiel von Paketen 2 aus UBC-Schrott, die einen relativ geringen Kompaktierungsgrad mit einer Dichte von 200 kg/m^3 aufweisen. Die in den Paketen enthaltenen Aluminiumdosen bzw. Aluminiumdosenfragmente 4 sind relativ lose zusammengepresst. Typischerweise lassen sich derartigen Paketen 2 einzelne Aluminiumdosenfragmente 4 bereits mit relativ geringem Kraftaufwand, teilweise
- 20 sogar per Hand, entnehmen. Um den Paketverbund zu erhalten, sind derartige Pakete typischerweise mit einer Kunststoffolie 6 umwickelt und können z.B. auf einer Palette 8 gelagert bzw. transportiert werden.

- Fig. 2 zeigt ein Beispiel von Paketen 12 aus UBC-Schrott, die einen hohen
- 25 Kompaktierungsgrad mit einer Dichte von 1200 kg/m^3 aufweisen. Die in den Paketen enthaltenen Aluminiumdosen bzw. Aluminiumdosenfragmente 14 sind stark zusammengepresst. Typischerweise ist es nicht möglich, Aluminiumdosenfragmente 14 per Hand aus einem solchen Paket 12 zu entnehmen. Insbesondere sind die Aluminiumdosenfragmente 14 so stark zusammen gepresst, dass die Pakete auch
- 30 ohne weitere Hilfsmittel wie Kunststofffolien oder dgl. zusammenhalten.

Fig. 3 zeigt nun eine Diagrammdarstellung einer Recyclinganlage bzw. eines Recyclingverfahrens für Aluminiumschrott aus dem Stand der Technik. Die Recyclinganlage 20 umfasst eine Zerkleinerungsanlage 22, eine Sortieranlage 24, eine Entlackungsanlage 26 und einen Schmelzofen 28.

5

Zur Aufbereitung von UBC-Schrott wird der Schrott zunächst in die Zerkleinerungsanlage 22 gegeben und dort zerkleinert. Der zerkleinerte Schrott wird sodann in die Sortieranlage 24 gegeben und dort sortiert, um Verunreinigungen aus dem Schrott zu entfernen. Der sortierte Schrott wird dann der Entlackungsanlage 26
10 zugeführt, um Lackschichten von den Getränkedosenfragmenten zu entfernen und schließlich im Schmelzofen 28 eingeschmolzen.

Fig. 4 zeigt die Zerkleinerungsanlage 22 der Recyclinganlage 20 aus Fig. 1 in schematischer Darstellung. Die Zerkleinerungsanlage 22 ist als Hammermühle 24
15 ausgebildet. Die Hammermühle weist eine in einem Gehäuse 26 angeordnete angetriebene Welle 28 auf, auf der nebeneinander mehrere Scheiben 30 mit beweglichen Hämmern 32 angeordnet und drehfest mit der Welle 28 verbunden sind. Unterhalb der Welle 28 ist ein Gitter 34 angeordnet, so dass zwischen der Welle 28 mit den Scheiben 30 und dem Gitter 34 ein Zerkleinerungsraum 36 definiert wird.

20

Im Betrieb wird bei rotierender Welle 28 (vgl. Pfeil 38) Schrott als Volumen- bzw. Massenstrom 40 durch einen Einlass 42 in die Hammermühle 24 eingebracht und gelangt in den Zerkleinerungsraum 36. Durch die Krafteinwirkung der Hämmer 32 und die Reibung der Schrottfragmente untereinander wird der Schrott zerkleinert, bis
25 er durch das Gitter 34 aus der Hammermühle 24 herausfällt und dann als Volumen- bzw. Massenstrom 44 zur Sortieranlage 24 transportiert wird.

Für die Zerkleinerung von UBC-Schrott hat die Zerkleinerungsanlage 22 verschiedene Nachteile. Die stark unterschiedlichen Kompaktierungsgrade der UBC-Schrottpakete
30 führen dazu, dass der der Hammermühle 24 zugeführte Volumen- bzw. Massenstrom 40 stark schwankt. Entsprechend stark schwankt auch der Volumen- bzw.

Massenstrom 44 des zerkleinerten Schrotts, der der nachgeordneten Sortieranlage 24 zugeführt wird. Dies führt zu einer Verschlechterung der Sortiereffizienz und zu einer hohen Störanfälligkeit der Sortieranlage 24.

- 5 Weiterhin führen stark schwankende Volumen- bzw. Massenströme in der Hammermühle 24 auch zu starken Dichteschwankungen im Zerkleinerungsraum 36, wodurch der Zerkleinerungsgrad der Hammermühle 24 beeinflusst wird. Ein hoher Volumen- bzw. Massenstrom 40 führt zu einem hohen Zerkleinerungsgrad, so dass beispielsweise ein hoher Anteil Feinkorn erzeugt wird, wenn stark kompaktierte
- 10 Pakete 12 in die Hammermühle 24 gegeben werden, während die Schrottfragmente bei gering kompaktierten Paketen 2 weniger stark zerkleinert werden. Dies führt neben dem schwankenden Volumen- bzw. Massenstrom 44 auch zu einer schwankenden Korngrößenverteilung im Volumen- bzw. Massenstrom 44, wodurch die Effizienz der nachgelagerten Sortieranlage 24 weiter verschlechtert wird.

15

Schließlich ist die Zerkleinerungsanlage 22 auch störanfällig, da gerade in stark kompaktierten Schrottpaketen 12 massive Fremdschrotte wie zum Beispiel aus Gussstahl versteckt sein können, die die Hammermühle 24 blockieren oder sogar beschädigen können.

20

Fig. 5 zeigt nun ein Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Zerkleinerungsanlage und des erfindungsgemäßen Zerkleinerungsverfahrens zur Zerkleinerung von Aluminiumschrott, insbesondere UBC-Schrott.

- 25 Die Zerkleinerungsanlage 52 umfasst eine Vorzerkleinerungsvorrichtung 54 zur Vorzerkleinerung von UBC-Schrott 56. Der Vorzerkleinerungsvorrichtung 54 ist eine Zerkleinerungsvorrichtung 58 nachgelagert, in der der vorzerkleinerte Schrott 60 weiter zerkleinert wird. Weiterhin umfasst die Zerkleinerungsanlage 52 ein Transportsystem 62 mit mehreren Transportbändern 64a-d, mit dem der von der
- 30 Vorzerkleinerungsvorrichtung 54 vorzerkleinerte Schrott 60 automatisch zur Zerkleinerungsvorrichtung 58 und der von der Zerkleinerungsvorrichtung weiter

zerkleinerte Schrott 66 zur weiteren Verarbeitung, insbesondere zu einer Sortieranlage transportiert wird.

Die Vorzerkleinerungsvorrichtung 54 weist ein Gehäuse 68 auf, in dem drei
5 angetriebene Wellen 70a-c parallel zueinander angeordnet sind. Auf den Wellen 70a-c sind jeweils mehrere Reißscheiben 72 angeordnet, die drehfest mit der jeweiligen Welle verbunden sind. Die Wellen 70a-c werden im Betrieb durch einen Motor (nicht dargestellt) mit geringeren Drehzahlen, aber hohem Drehmoment angetrieben. Die Drehrichtung der einzelnen Wellen 70a-c ist in Fig. 5 durch die Pfeile 74a-c
10 angedeutet. Die Drehzahlen der Wellen 70a-c liegen vorzugsweise in einem Bereich von 5 bis 15 Umdrehungen pro Minute (rpm) und sind vorzugsweise verschieden. Beispielsweise kann im Betrieb die erste Welle 70a mit 5 rpm, die zweite Welle 70b mit 7,5 rpm und die dritte Welle 70c mit 15 rpm angetrieben werden. Das Drehmoment liegt pro Welle vorzugsweise bei 200.000 Nm oder mehr. Mit den
15 genannten Drehzahlen ist die Vorzerkleinerungsvorrichtung 54 also als Langsamläufer ausgebildet.

Zur Zuführung des Schrotts 56 zur Vorzerkleinerungsvorrichtung 54 weist diese weiterhin eine nach oben offene Schurre 76 auf. Auf diese Weise kann der UBC-
20 Schrott 56 beispielsweise mit einem Polypgreifer 78 von einem Schrottlagerplatz 80 in ganzen Paketen 82 auf die Schurre 76 gegeben werden. Die Pakete 82 rutschen die Schurre 76 dann hinab und gelangen auf diese Weise zu den rotierenden Reißscheiben 72, wodurch die Pakete 82 auseinandergerissen und die Schrottfragmente in den Paketen zumindest teilweise vereinzelt werden. Auf diese
25 Weise wird insbesondere die hohe Dichte des UBC-Schrotts 56 aus stark kompaktierten Paketen (wie Paket 12 aus Fig. 2) reduziert.

Der vorzerkleinerte Schrott 60 fällt aus der Vorzerkleinerungsvorrichtung 54 auf das Transportband 64a, das vorzugsweise als Vibrationsförderer ausgebildet ist. Durch
30 die Vibrationen des Transportbands 64a wird der Schrott 60 gleichmäßiger auf dem Band verteilt, so dass sich ein gleichmäßigerer Volumen- bzw. Massenstrom ergibt.

Der vorzerkleinerte Schrott 60 wird dann über die weiteren Transportbänder 64b-c zur Zerkleinerungsvorrichtung 58 transportiert. Die Zerkleinerungsvorrichtung 58 ist vorliegend als Hammermühle ausgebildet. Die Hammermühle weist eine in einem

5 Gehäuse 86 angeordnete angetriebene Welle 88 auf, auf der nebeneinander mehrere Scheiben 90 mit beweglichen Hämmern 92 angeordnet und drehfest mit der Welle 88 verbunden sind. Unterhalb der Welle 88 ist ein Gitter 94 angeordnet, so dass zwischen der Welle 88 mit den Scheiben 90 und dem Gitter 94 ein Zerkleinerungsraum 96

10 definiert wird. Neben dem Gitter 94 ist am Eingang des Zerkleinerungsraums 96 – gesehen in Drehrichtung der Welle 88 (vgl. Pfeil 100) – ein Amboss 97 in Form einer Stahlplatte angeordnet, der im Vergleich zum Gitter 94 den kleinsten Abstand zu den Hämmern 92 aufweist, so dass sich an dieser Stelle der engste Spalt ergibt.

Im Betrieb wird der vorzerkleinerte Schrott 60 über das Transportsystem 62 durch

15 einen am Gehäuse 86 vorgesehenen Einlass 98 der Hammermühle 58 zugeführt und gelangt bei rotierender Welle 88 (vgl. Pfeil 100) in den Spalt zwischen den Hämmern 92 und dem Amboss 97 und wird dort zerkleinert. Anschließend gelangt der Schrott 60 weiter in den Zerkleinerungsraum 96, wo er durch die Krafteinwirkung der

20 Hämmer 92 und die Reibung der Schrottfragmente untereinander weiter zerkleinert wird. Sobald der Schrott 60 eine bestimmte Größe erreicht hat, fällt er durch das Gitter 94 aus der Hammermühle 58 heraus und als zerkleinerter Schrott 66 auf das Transportband 64d. Die Welle 88 der Hammermühle 58 weist Drehzahlen im Bereich von 500 bis 1000 Umdrehungen pro Minute auf und stellt demnach einen

Schnellläufer dar.

25 Durch die Vorzerkleinerung des UBC-Schrotts 56 in der Vorzerkleinerungsvorrichtung 54 wird der Zerkleinerungsvorrichtung 54 ein wesentlich gleichmäßigerer Volumen- bzw. Massenstrom Schrott zugeführt als es bei der Zerkleinerungsanlage 22 aus Fig. 3 und 4 der Fall ist. Dadurch wird einerseits erreicht, dass entsprechend auch ein

30 gleichmäßigerer Volumen- bzw. Massenstrom des zerkleinerten Schrotts 66 erreicht wird, der zur weiteren Verarbeitung beispielsweise einer Sortieranlage zugeführt

wird. Weiterhin führt der gleichmäßigere Volumen- bzw. Massenstrom in die Zerkleinerungsvorrichtung 54 zu einem gleichbleibenden Zerkleinerungsgrad, so dass die Kornverteilung des zerkleinerten Schrotts 60 keinen großen Schwankungen unterworfen ist. Insbesondere kann durch das Aufreißen stark kompakter Pakete mit der Vorzerkleinerungsvorrichtung 54 erreicht werden, dass die maximale Dichte des der Zerkleinerungsvorrichtung 54 zugeführten Volumen- bzw. Massenstroms reduziert wird, so dass bei der Zerkleinerung weniger Feinkorn entsteht. Dies begünstigt wiederum die nachfolgende Weiterverarbeitung, insbesondere Sortierung, des Schrotts.

Schließlich schützt die Vorzerkleinerungsvorrichtung 54 die Hammermühle 58 vor Beschädigungen durch massive Fremdschrotte, da diese bereits in der Vorzerkleinerungsvorrichtung 54 hängen bleiben, ohne diese jedoch zu beschädigen, da die Vorzerkleinerungsvorrichtung 54 ein Langsamläufer ist.

Vorzugsweise weist die Zerkleinerungsanlage 52 eine Steuerungseinrichtung 102 auf, mit der die Vorzerkleinerungsvorrichtung 54, das Transportsystem 62 und die Zerkleinerungsvorrichtung 58 gesteuert werden können, um einen möglichst gleichbleibenden Volumen- bzw. Massenstrom des zur Zerkleinerungsvorrichtung 58 transportierten Schrotts 60 bzw. des von der Zerkleinerungsvorrichtung 58 abtransportierten Schrotts 66 zu erreichen. Zu diesem Zweck kann die Steuerungsvorrichtung 102 beispielsweise mit einem Sensor zur Überwachung des Motorstroms zum Antrieb der Welle 88 verbunden sein. Ein ansteigender Volumen- bzw. Massenstrom in der Zerkleinerungsvorrichtung 58 kann dann über einen ansteigenden Motorstrom detektiert werden und die Steuerungsvorrichtung 102 kann in diesem Fall zum Beispiel die Drehgeschwindigkeit der Wellen 70a-d und/oder die Transportgeschwindigkeit des Transportsystems 62 reduzieren.

Um die Zerkleinerungsanlage 52 auch bei Wartung oder zeitweisem Ausfall der Vorzerkleinerungsvorrichtung 54 weiter betreiben zu können, weist das Transportsystem 62 zwischen der Vorzerkleinerungsvorrichtung 54 und der

Zerkleinerungsvorrichtung 58 eine Zusatzaufgabestelle 104 auf, die derart positioniert und eingerichtet ist, um eine gesonderte Zuführung von UBC-Schrott auf das Transportsystem 62 zu ermöglichen. Im vorliegenden Beispiel ist als Zusatzaufgabestelle 104 ein verlängerter gerader Bereich des Förderbands 64b vorgesehen, der in Reichweite eines Polypgreifers 106 angeordnet ist, um mit diesem UBC-Schrott auf das Förderband 64b aufbringen zu können. Vorzugsweise ist die Zusatzaufgabestelle 104 so positioniert, dass sie in Reichweite des Polypgreifers 78 ist, so dass auf einen zweiten Polypgreifer 106 verzichtet werden kann.

- 10 Fig. 6 zeigt eine Diagrammdarstellung eines Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Recyclinganlage und des erfindungsgemäßen Recyclingverfahrens. Die Recyclinganlage 120 umfasst die Zerkleinerungsanlage 52 aus Fig. 5 mit der Vorzerkleinerungsvorrichtung 54 und der Zerkleinerungsvorrichtung 58. Der Zerkleinerungsanlage 52 sind eine Sortieranlage 122, eine Entlackungsanlage 124 und ein Schmelzofen 126 nachgeordnet.
- 15

- Wie zuvor im Zusammenhang mit Fig. 5 erläutert, kann der UBC-Schrott mit der Zerkleinerungsanlage 52 so zerkleinert werden, dass der der weiteren Verarbeitung, d.h. insbesondere der Sortieranlage 122 zugeführte zerkleinerte Schrott einerseits einen gleichmäßigeren Volumen- bzw. Massenstrom und andererseits eine gleichbleibende Korngrößenverteilung aufweist als dies mit der Zerkleinerungsanlage 22 der Recyclinganlage 20 erreicht werden kann. Dadurch wird erreicht, dass die Weiterverarbeitung des Schrotts, das heißt dessen Sortierung in der Sortieranlage 122, die Entlackierung in der Entlackungsanlage 124 und das Einschmelzen im Schmelzofen 126 effektiver und störungsärmer erfolgen kann als bei der Recyclinganlage 20 aus dem Stand der Technik.
- 20
- 25

Fig. 7 zeigt ein Ausführungsbeispiel des Verfahrens und der Anlage gemäß dem zweiten Aspekt der vorliegenden Offenbarung.

Die Anlage 200 zur Aufbereitung von Aluminiumschrott umfasst eine Verarbeitungsstation 202 zur Aufbereitung von Aluminiumschrott. Bei der Verarbeitungsstation 202 kann es sich beispielsweise um die Zerkleinerungsvorrichtung 58 aus Fig. 5 handeln.

5

Weiterhin umfasst die Anlage 200 eine Bereitstellungsstation 204, die zur Bereitstellung von Schrottfragmenten eingerichtet ist. Bei der Bereitstellungsstation 204 kann es sich beispielsweise um einen Pufferspeicher wie ein Silo oder auch um die Vorzerkleinerungsvorrichtung 54 aus Fig. 4 handeln.

10

Die Anlage 200 umfasst weiterhin eine Fördereinrichtung 206, die in Fig. 6 beispielhaft als Transportband ausgebildet ist. Mit der Fördereinrichtung 206 werden von der Bereitstellungsstation bereitgestellte Schrottfragmente als Strom 208 zur Verarbeitungsstation 202 transportiert und dieser zugeführt. Bei der

15 Fördereinrichtung 206 kann es sich beispielsweise um das Transportsystem 62 aus Fig. 5 handeln.

Darüber hinaus weist die Anlage 200 noch eine Durchsatzmesseinrichtung 210 auf, die dazu eingerichtet ist, an dem Strom 208 von Schrottfragmenten einen Wert für

20 den Durchsatz des Stroms 208 zu messen. Beispielsweise kann die Durchsatzmesseinrichtung 210 ein Kamerasystem 212 aufweisen, das die Anzahl der Schrottfragmente pro Zeiteinheit oder die von den Schrottfragmenten auf dem Transportband 206 bedeckte Fläche ermittelt. Vorzugsweise ist zu diesem Zweck eine Vereinzelungseinrichtung 214 vorgesehen, die die Schrottfragmente auf dem

25 Transportband 206 zuvor vereinzelt.

Alternativ zu einem Kamerasystem 212 kann auch eine Bandwaage 216 vorgesehen werden, um einen Wert für den Massenstrom zu bestimmen. Weiterhin kann auch eine Vorrichtung zur Lasertriangulation (nicht dargestellt) vorgesehen sein, um einen

30 Wert für den Volumenstrom des Stroms 208 zu bestimmen. Bei Verwendung einer

Bandwaage oder einer Lasertriangulationsvorrichtung ist eine vorige Vereinzelung der Schrottfragmente nicht notwendig.

Zudem können auch verschiedene Durchsatzmesseinrichtungen miteinander

- 5 kombiniert werden, beispielsweise eine Bandwaage 216 zur Bestimmung eines Werts für den Massenstrom und ein Kamerasystem zur Bestimmung des Werts für die Stückzahl.

- 10 Der von der Durchsatzmesseinrichtung 210 bestimmte Wert für den Durchsatz wird in einer vorgesehenen Steuerungseinrichtung 218 mit einem vorgegebenen Wert für den Durchsatz verglichen. Beispielsweise kann die Steuerungseinrichtung 218 bestimmen, ob der gemessene Wert für den Durchsatz einen vorgegebenen oberen Grenzwert überschreitet oder einen vorgegebenen unteren Grenzwert unterschreitet.

- 15 Abhängig vom Ergebnis des Vergleichs steuert die Steuerungseinrichtung 218 dann die Fördereinrichtung 206 und/oder die Bereitstellungsstation 204 an. Beispielsweise kann die Steuerungseinrichtung 218 eine Entnahmevorrichtung 220 der Bereitstellungsstation 204 und die Fördereinrichtung 206 derart ansteuern, dass die Entnahmerate der Entnahmevorrichtung 220 und die Transportgeschwindigkeit
20 des Transportbands 206 erhöht (erniedrigt) wird, wenn der gemessene Wert für den Durchsatz zu niedrig (zu hoch) ist. Ist die Bereitstellungsstation 204 eine Vorzerkleinerungsvorrichtung wie die Vorzerkleinerungsvorrichtung 54, so kann die Steuerungseinrichtung 218 auch deren Betriebsgeschwindigkeit erhöhen (erniedrigen), wenn der gemessene Wert für den Durchsatz zu niedrig (zu hoch) ist.

25

Im Folgenden wird ein Beispiel für eine mögliche Regelung des Durchsatzes durch die Steuerungseinrichtung 218 beschrieben:

- 30 In der Steuerungseinrichtung 218 wird ein Durchsatzfenster mit einem unteren Grenzwert von 200 Stück/Sekunde (Stückrate) und einem ersten oberen Grenzwert von 240 Stück/Sekunde eingestellt. Dieses Durchsatzfenster kann zum Beispiel der

optimale Betriebspunkt eines Röntgensortierers oder alternativ der Zerkleinerungsvorrichtung 58 aus Fig. 5 sein, der oder die im vorliegenden Beispiel die Verarbeitungsstation 202 darstellt. Weiterhin wird in der Steuerungseinrichtung noch ein zweiter oberer Grenzwert von 260 Stück/Sekunde eingestellt, bei dem der Röntgensortierer bzw. die Zerkleinerungsvorrichtung 58 überlastet wird.

Die Bereitstellungsstation 204, zum Beispiel ein Silo oder eine Silogruppe (oder die Vorzerkleinerungsvorrichtung 54 aus Fig. 5), werden auf eine anfängliche Austragsleistung von beispielsweise 10 t/Stunde eingestellt. Die Regelung durch die Steuerungseinrichtung 218 kann beispielsweise nach Ablauf einer vorgegebenen Zeitdauer, z.B. 180 s, nach dem Anfahren des Röntgensortierers bzw. der Zerkleinerungsvorrichtung 58 beginnen.

Wenn die Steuerungseinrichtung 218 feststellt, dass der von der Durchsatzmesseinrichtung 210 gemessene Wert für den Durchsatz für mehr als z.B. 10 s unter dem unteren Grenzwert liegt, steuert die Steuerungseinrichtung 218 die Entnahmevorrichtung 220 (bzw. die Vorzerkleinerungsvorrichtung 54) so an, dass die Austragsleistung zum Beispiel um 0,1 t/Stunde erhöht wird. Sollte nach 90 Sekunden (Zeit vom Siloaustrag bis zur Durchsatzmesseinrichtung 210) der Durchsatz weiter unter dem ersten Grenzwert liegen, wird die Ausgangsleistung erneut erhöht, zum Beispiel wieder um 0,1 t/Stunde.

Wenn die Steuerungseinrichtung 218 feststellt, dass der von der Durchsatzmesseinrichtung 210 gemessene Wert für den Durchsatz für mehr als z.B. 10 s über dem ersten und unter dem zweiten oberen Grenzwert liegt, so steuert die Steuerungseinrichtung 218 die Entnahmevorrichtung 220 (bzw. die Vorzerkleinerungsvorrichtung 54) so an, dass die Austragsleistung zum Beispiel um 0,25 t/Stunde reduziert wird. Sollte nach 90 Sekunden (Zeit vom Siloaustrag bis zur Durchsatzmesseinrichtung 210) der Durchsatz weiter im Bereich zwischen dem ersten und zweiten oberen Grenzwert liegen, wird die Ausgangsleistung erneut reduziert, zum Beispiel wieder um 0,25 t/Stunde.

Wenn die Steuerungseinrichtung 218 feststellt, dass der von der Durchsatzmesseinrichtung 210 gemessene Wert für den Durchsatz über dem zweiten oberen Grenzwert liegt, steuert die Steuerungseinrichtung 218 die

- 5 Entnahmevorrichtung 220 (bzw. die Vorzerkleinerungsvorrichtung 54) so an, dass die Austragsleistung sofort reduziert wird, beispielsweise um 0,5 t/h, um eine Überlastung des Röntgensortierers bzw. der Zerkleinerungsvorrichtung 58 zu vermeiden. Sollte nach 90 Sekunden (Zeit vom Siloaustrag bis zur Durchsatzmesseinrichtung 210) der Durchsatz weiter oberhalb des zweiten oberen
- 10 Grenzwerts liegen, wird die Ausgangsleistung erneut reduziert, zum Beispiel wieder um 0,5 t/Stunde.

Durch die zuvor beschriebene Durchsatzregelung kann die Verarbeitungsstation 202, z.B. die Zerkleinerungsvorrichtung 58 oder eine Sortieranlage, am optimalen

- 15 Betriebspunkt bzw. im optimalen Betriebsbereich betrieben werden. Bei der Zerkleinerungsvorrichtung 58 als Verarbeitungsstation 202 führt dies dazu, dass ein gewünschter Zerkleinerungsgrad des Schrotts erreicht wird. Bei einer Sortieranlage als Verarbeitungsstation 202 führt dies zu einem guten Sortierergebnis bei möglichst hohem Durchsatz. Durch das Einstellen des gewünschten Zerkleinerungsgrads bzw.
- 20 die Verbesserung des Sortierergebnisses bei der Sortieranlage kann eine gute Sortierleistung bei hoher Reinheit des Sortierergebnisses erreicht werden.

P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Zerkleinerungsanlage (52) zur Zerkleinerung von Aluminiumschrott (56), insbesondere UBC-Schrott,
 - mit einer Zerkleinerungsvorrichtung (58) zur Zerkleinerung von
5 Aluminiumschrott, die als Schnellläufer ausgebildet ist,
 - wobei der Zerkleinerungsvorrichtung (58) eine Vorzerkleinerungsvorrichtung (54) zur Vorzerkleinerung von Aluminiumschrott vorgeschaltet ist, die als Langsamläufer ausgebildet ist
dadurch gekennzeichnet,
 - 10 - zwischen der Vorzerkleinerungsvorrichtung (54) und der Zerkleinerungsvorrichtung (58) ein Transportsystem (62) vorgesehen ist, das dazu eingerichtet ist, den von der Vorzerkleinerungsvorrichtung (54) vorzerkleinerten Aluminiumschrott (60) zur Zerkleinerungsvorrichtung (58) zu transportieren und dieser vorzugsweise gleichmäßig zuzuführen.
15
2. Zerkleinerungsanlage nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass die Zerkleinerungsvorrichtung (58) dazu
eingerichtet ist, Aluminiumschrott im Wesentlichen schlagend und/oder
scherend zu zerkleinern.
20
3. Zerkleinerungsanlage nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, dass die Zerkleinerungsvorrichtung (58) ein
Einwellenzerkleinerer, eine Hammermühle oder ein Ringshredder ist.
- 25 4. Zerkleinerungsanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet, dass die Vorzerkleinerungsvorrichtung (54) dazu

eingerrichtet ist, Aluminiumschrott im Wesentlichen reißend und/oder scherend, vorzugsweise nicht schneidend, zu zerkleinern.

5. Zerkleinerungsanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
5 dadurch gekennzeichnet, dass die Vorzerkleinerungsvorrichtung (54) ein Mehrwellenzerkleinerer, insbesondere ein Zwei- oder Dreiwellenzerkleinerer, ist.
6. Zerkleinerungsanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
10 dadurch gekennzeichnet, dass das Transportsystem (62) einen Vibrationsförderer (64a) umfasst, der dazu eingerichtet ist, den Volumenstrom oder Massenstrom des von der Vorzerkleinerungsvorrichtung (54) vorzerkleinerten Aluminiumschrotts zu vergleichmäßigen.
- 15 7. Zerkleinerungsanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Transportsystem (62) zwischen der Vorzerkleinerungsvorrichtung (54) und der Zerkleinerungsvorrichtung (58) eine Zusatzaufgabestelle (104) aufweist, die derart positioniert und eingerichtet ist, um eine gesonderte Zuführung von Aluminiumschrott auf das Transportsystem
20 (62) zu ermöglichen.
8. Zerkleinerungsanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass an der Vorzerkleinerungsvorrichtung (54) eine derart angeordnete Schurre (76) vorgesehen ist, dass der
25 Vorzerkleinerungsvorrichtung (54) Aluminiumschrott (56) durch Aufgabe auf die Schurre (76) zugeführt werden kann.
9. Zerkleinerungsanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Zerkleinerungsanlage (52) eine
30 Steuerungseinrichtung (102) zur Steuerung der Zerkleinerungsanlage (52)

umfasst, die vorzugsweise zur Steuerung der Zerkleinerungsanlage gemäß einem Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 14 eingerichtet ist.

10. Recyclinganlage (120) zur Aufbereitung von Aluminiumschrott, insbesondere UBC-Schrott, umfassend eine Zerkleinerungsanlage (52) nach einem der Ansprüche 1 bis 9.

11. Recyclinganlage nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Recyclinganlage (120) eine der Zerkleinerungsanlage (52) nachgeordnete Sortieranlage (122) aufweist, die vorzugsweise für eine sensorgestützte Sortierung, insbesondere LIBS-basierte Sortierung, eingerichtet ist.

12. Zerkleinerungsverfahren zur Zerkleinerung von Aluminiumschrott (56), insbesondere UBC-Schrott, insbesondere unter Verwendung einer Zerkleinerungsanlage (52) nach einem der Ansprüche 1 bis 9,

- bei dem eine Menge Aluminiumschrott (56) mit einer als Langsamläufer ausgebildeten Vorzerkleinerungsvorrichtung (54) vorzerkleinert wird und
- bei dem der vorzerkleinerte Aluminiumschrott (60) mit einer als Schnellläufer ausgebildeten Zerkleinerungsvorrichtung (58) weiter zerkleinert wird, dadurch gekennzeichnet, dass der vorzerkleinerte Aluminiumschrott (60) der Zerkleinerungsvorrichtung (58) kontrolliert, insbesondere mit einem vorgegebenen Volumenstrom oder Massenstrom, zugeführt wird.

13. Zerkleinerungsverfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass Vorzerkleinerungsvorrichtung (54) Aluminiumschrott paketweise zugeführt wird, insbesondere in unterschiedlichen Kompaktierungsgraden.

14. Zerkleinerungsverfahren nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, dass der vorzerkleinerte Aluminiumschrott (60) mittels eines Transportsystems (62) zur Zerkleinerungsvorrichtung (58) transportiert wird.

5

15. Recyclingverfahren zur Aufbereitung von Aluminiumschrott (56), insbesondere UBC-Schrott, vorzugsweise unter Verwendung einer Recyclinganlage (120) nach Anspruch 10 oder 11,

10

- bei dem eine Menge Aluminiumschrott (56) mit einem Zerkleinerungsverfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 14 zerkleinert wird und
- bei dem der zerkleinerte Schrott (66) weiter aufbereitet, insbesondere sortiert wird.

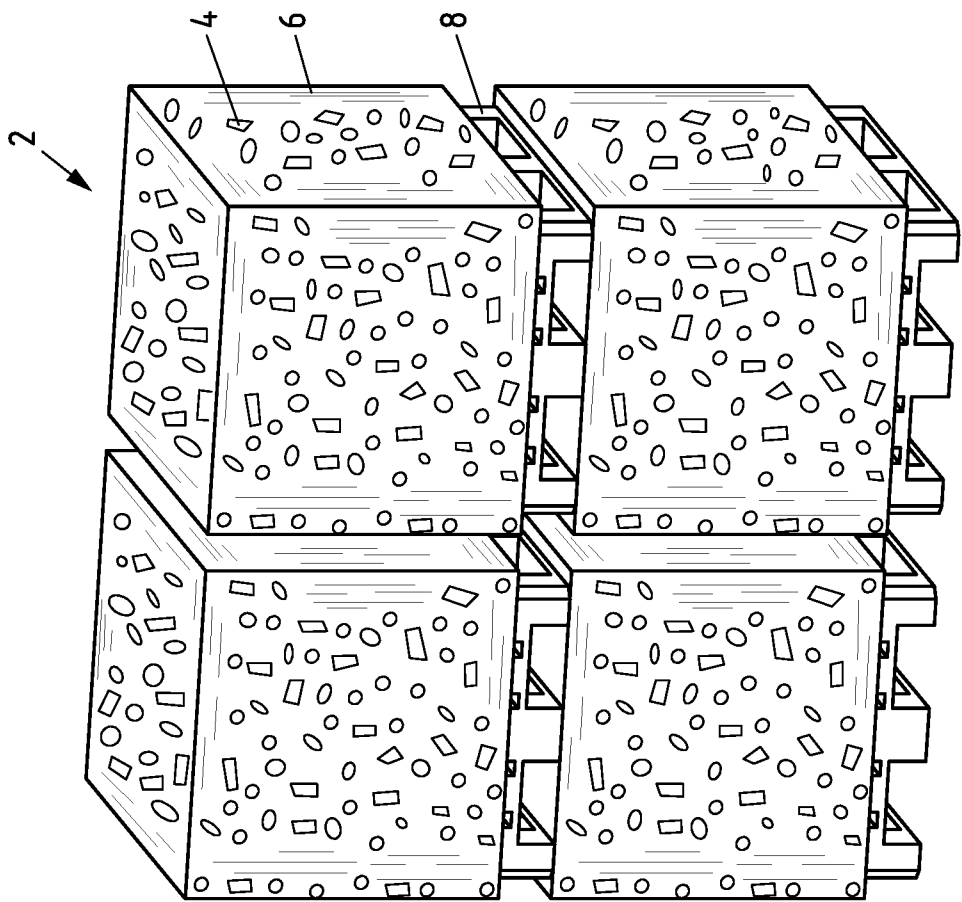


Fig. 1

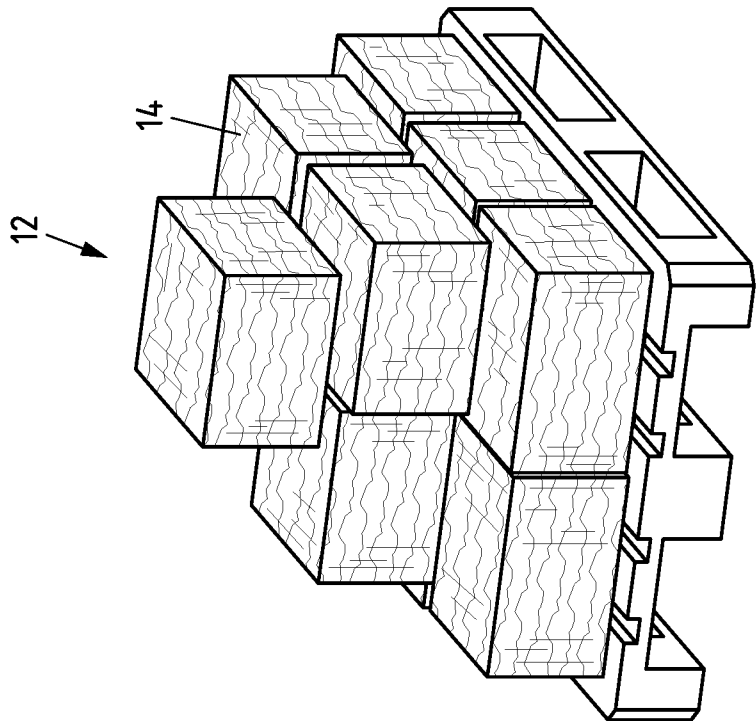


Fig. 2

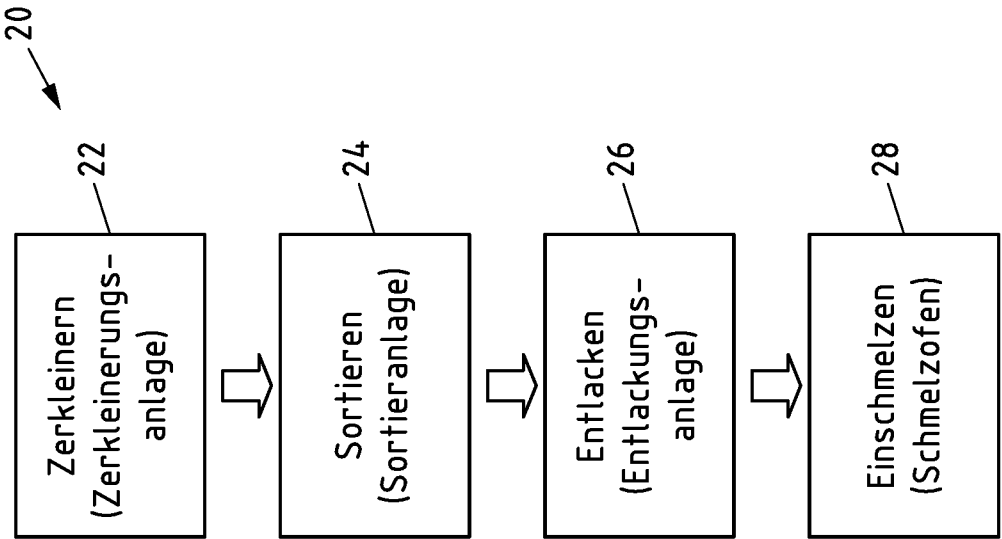


Fig.3
(Stand der Technik)

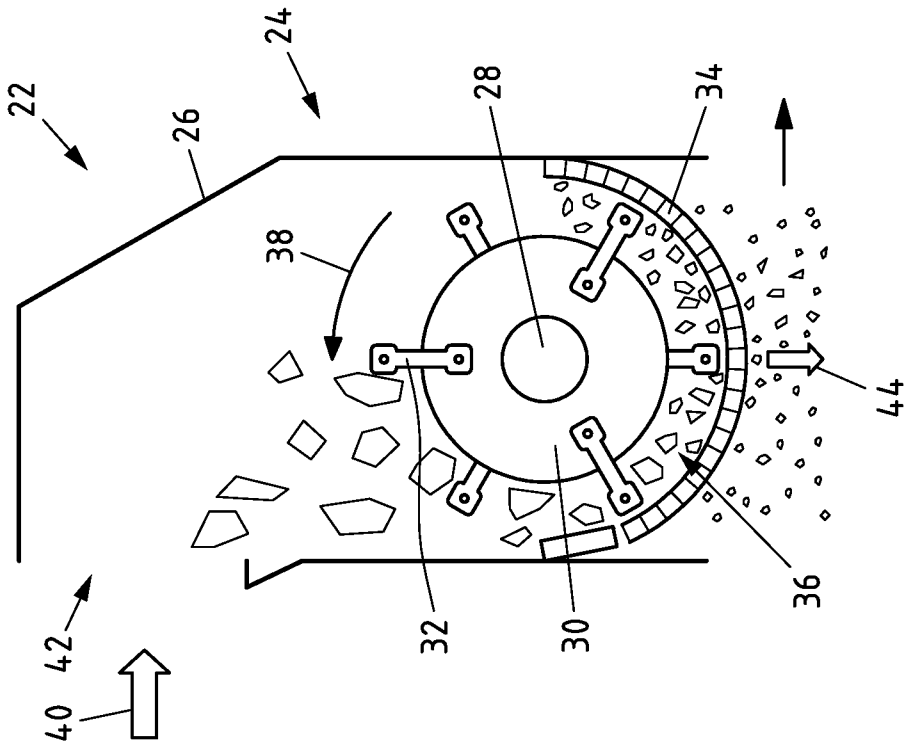
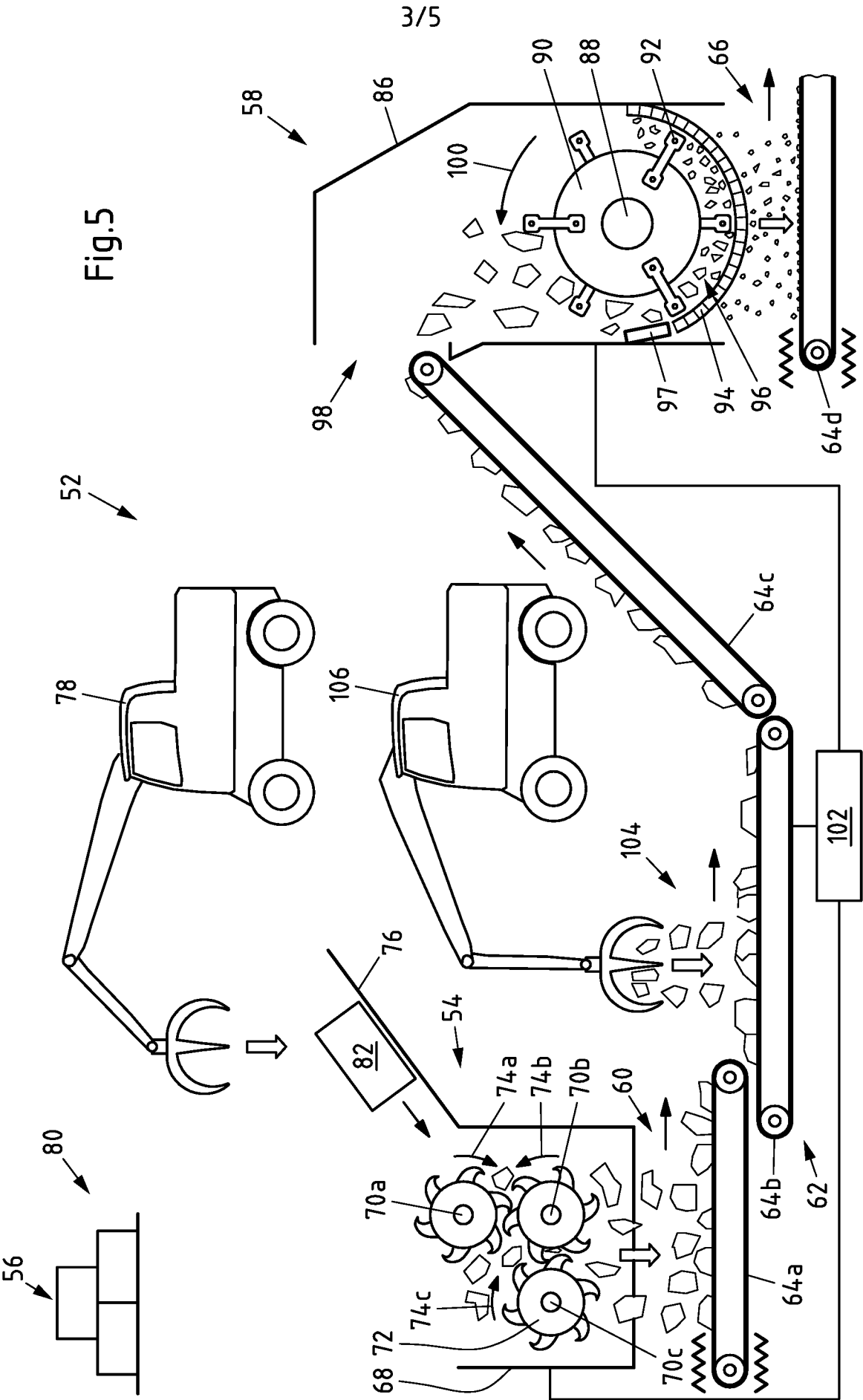


Fig.4
(Stand der Technik)



4/5

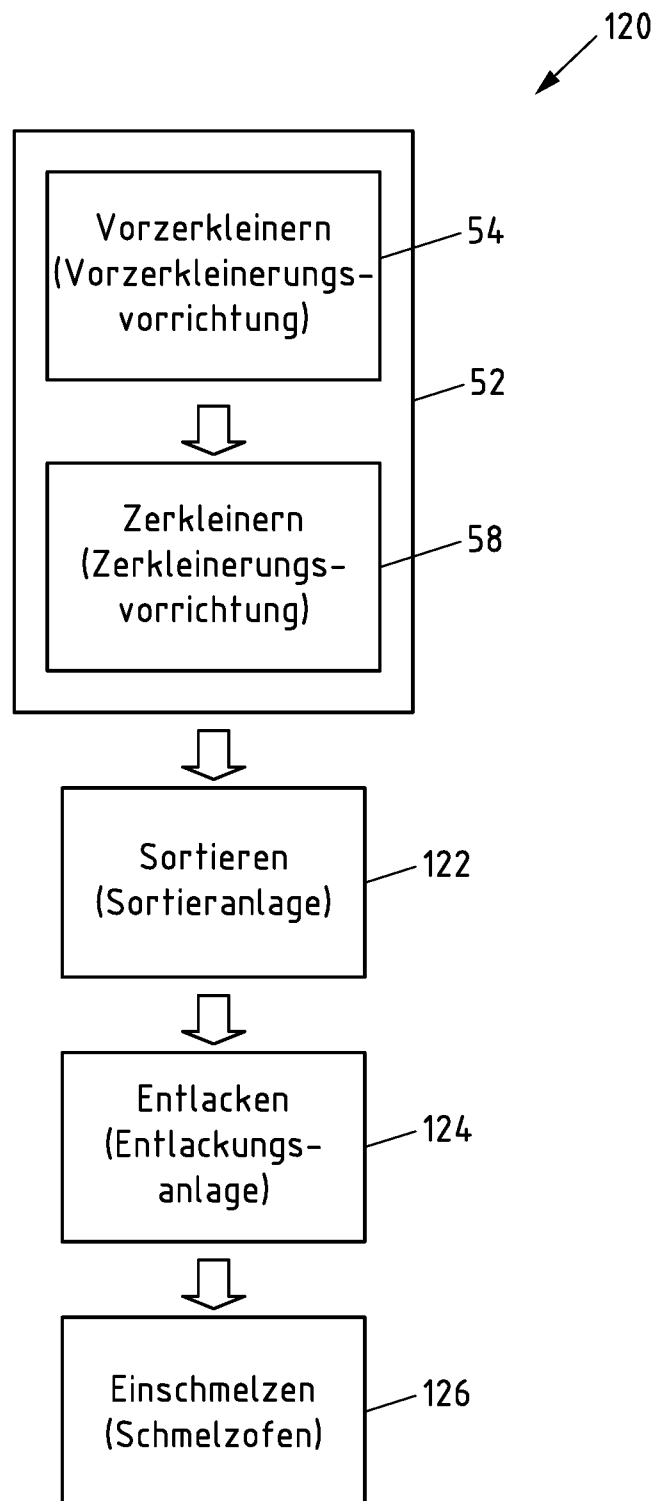


Fig.6

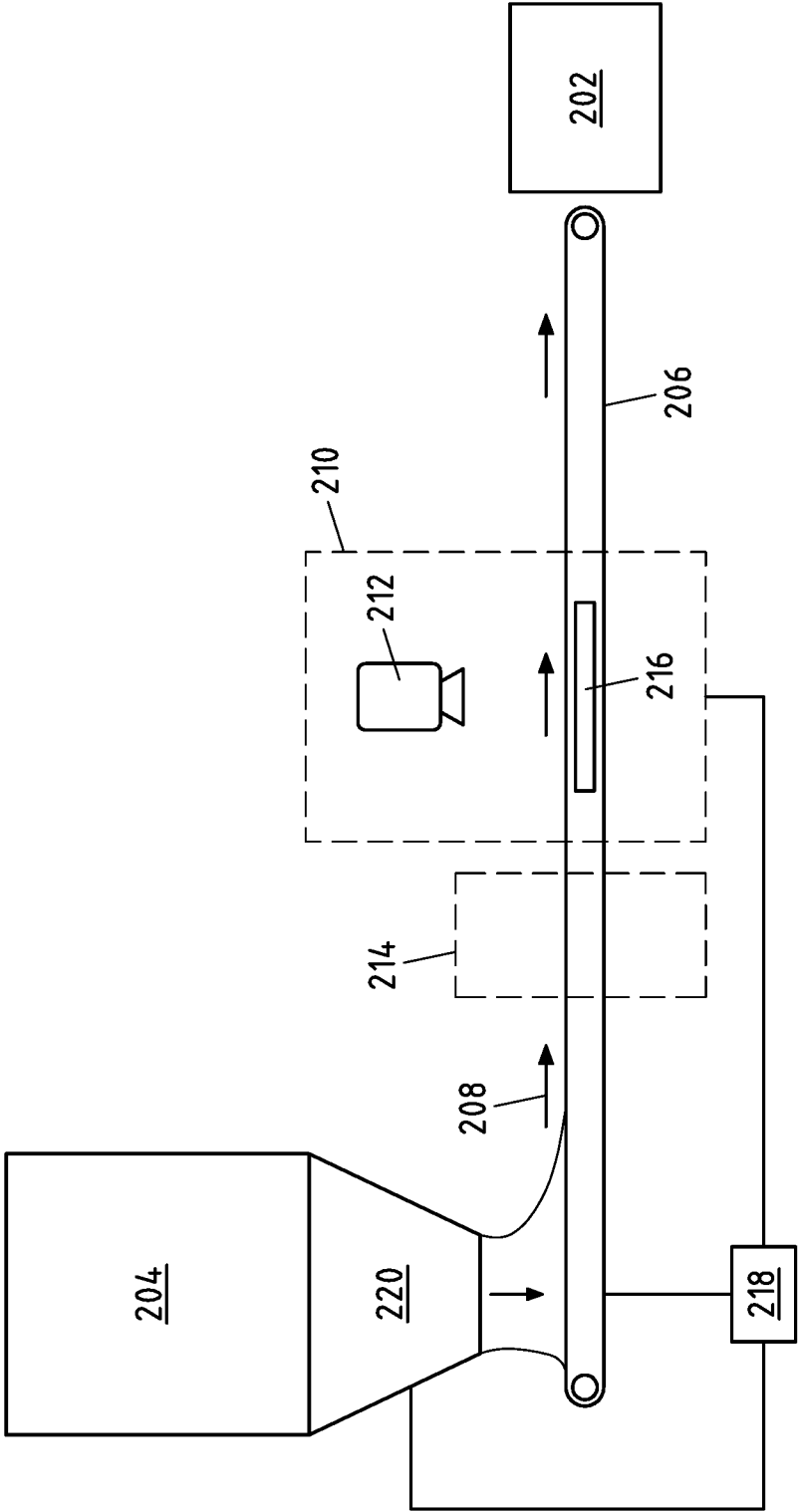


Fig.7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2017/060417

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. B02C19/00 B02C21/00 B02C4/02 B02C13/00 B02C23/10 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) B02C 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 <table border="1"> <thead> <tr> <th>Category*</th> <th>Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</th> <th>Relevant to claim No.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X</td> <td> EP 1 514 603 A2 (SCHENK JUERGEN [DE]) 16 March 2005 (2005-03-16) paragraph [0014] - paragraph [0017]; claims 1,2,3,4; figures 1,3,4,5 paragraph [0020] paragraph [0022] paragraph [0024] - paragraph [0025] paragraph [0026] </td> <td>1-15</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td> US 5 346 142 A (MILLER CHARLES R [US] ET AL) 13 September 1994 (1994-09-13) column 2, line 56 - column 4, line 41; claims 1,2,7,11,15,16,19; figure 1 ----- -/-- </td> <td>1-6,8, 10-14</td> </tr> </tbody> </table>			Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.	X	EP 1 514 603 A2 (SCHENK JUERGEN [DE]) 16 March 2005 (2005-03-16) paragraph [0014] - paragraph [0017]; claims 1,2,3,4; figures 1,3,4,5 paragraph [0020] paragraph [0022] paragraph [0024] - paragraph [0025] paragraph [0026]	1-15	X	US 5 346 142 A (MILLER CHARLES R [US] ET AL) 13 September 1994 (1994-09-13) column 2, line 56 - column 4, line 41; claims 1,2,7,11,15,16,19; figure 1 ----- -/--	1-6,8, 10-14
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.									
X	EP 1 514 603 A2 (SCHENK JUERGEN [DE]) 16 March 2005 (2005-03-16) paragraph [0014] - paragraph [0017]; claims 1,2,3,4; figures 1,3,4,5 paragraph [0020] paragraph [0022] paragraph [0024] - paragraph [0025] paragraph [0026]	1-15									
X	US 5 346 142 A (MILLER CHARLES R [US] ET AL) 13 September 1994 (1994-09-13) column 2, line 56 - column 4, line 41; claims 1,2,7,11,15,16,19; figure 1 ----- -/--	1-6,8, 10-14									
☒ 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		Date of mailing of the international search report									
2 August 2017		10/08/2017									
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 Finzel, Jana									

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2017/060417

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 10 2009 055766 A1 (KELLER LUFTECHNIK GMBH & CO KG [DE]; SICON GMBH [DE]) 26 May 2011 (2011-05-26) paragraph [0026] - paragraph [0034]; claims 1,2,6,16; figure 1 -----	1-15
A	WO 2009/156585 A1 (METSO MINERALS INC) 30 December 2009 (2009-12-30) page 5, line 5 - page 8, line 26; claims 1,3,5,6,8,10; figures 1,2 page 9, line 24 - line 28 page 1, line 24 - line 25 page 2, line 4 - line 22 -----	6,9
A	DE 197 27 348 A1 (CARAT ROBOTIC INNOVATION GMBH [DE]) 7 January 1999 (1999-01-07) column 3, line 21 - column 3, line 1; claims 1,2,7,9; figure 1 -----	9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2017/060417

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 1514603	A2	16-03-2005	AT 427161 T 15-04-2009
		EP 1514603 A2	16-03-2005
US 5346142	A	13-09-1994	AU 4642493 A 29-08-1994
		CA 2155536 A1	18-08-1994
		US 5346142 A	13-09-1994
		WO 9417915 A1	18-08-1994
DE 102009055766	A1	26-05-2011	NONE
WO 2009156585	A1	30-12-2009	AU 2009264088 A1 30-12-2009
		BR PI0913956 A2	20-10-2015
		CN 102076417 A	25-05-2011
		EP 2310132 A1	20-04-2011
		FI 20080416 A	28-12-2009
		JP 2011525854 A	29-09-2011
		RU 2011102288 A	10-08-2012
		US 2011089270 A1	21-04-2011
		WO 2009156585 A1	30-12-2009
		ZA 201009299 B	31-08-2011
DE 19727348	A1	07-01-1999	NONE

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. B02C19/00 B02C21/00 B02C4/02 B02C13/00 B02C23/10 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) B02C		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, WPI Data		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 1 514 603 A2 (SCHENK JUERGEN [DE]) 16. März 2005 (2005-03-16) Absatz [0014] - Absatz [0017]; Ansprüche 1,2,3,4; Abbildungen 1,3,4,5 Absatz [0020] Absatz [0022] Absatz [0024] - Absatz [0025] Absatz [0026]	1-15
X	US 5 346 142 A (MILLER CHARLES R [US] ET AL) 13. September 1994 (1994-09-13) Spalte 2, Zeile 56 - Spalte 4, Zeile 41; Ansprüche 1,2,7,11,15,16,19; Abbildung 1 ----- -/--	1-6,8, 10-14
☒ 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		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
2. August 2017		10/08/2017
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 Finzel, Jana

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 10 2009 055766 A1 (KELLER LUFTECHNIK GMBH & CO KG [DE]; SICON GMBH [DE]) 26. Mai 2011 (2011-05-26) Absatz [0026] - Absatz [0034]; Ansprüche 1,2,6,16; Abbildung 1 -----	1-15
A	WO 2009/156585 A1 (METSO MINERALS INC) 30. Dezember 2009 (2009-12-30) Seite 5, Zeile 5 - Seite 8, Zeile 26; Ansprüche 1,3,5,6,8,10; Abbildungen 1,2 Seite 9, Zeile 24 - Zeile 28 Seite 1, Zeile 24 - Zeile 25 Seite 2, Zeile 4 - Zeile 22 -----	6,9
A	DE 197 27 348 A1 (CARAT ROBOTIC INNOVATION GMBH [DE]) 7. Januar 1999 (1999-01-07) Spalte 3, Zeile 21 - Spalte 3, Zeile 1; Ansprüche 1,2,7,9; Abbildung 1 -----	9

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2017/060417

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 1514603	A2	16-03-2005	AT 427161 T 15-04-2009 EP 1514603 A2 16-03-2005
US 5346142	A	13-09-1994	AU 4642493 A 29-08-1994 CA 2155536 A1 18-08-1994 US 5346142 A 13-09-1994 WO 9417915 A1 18-08-1994
DE 102009055766	A1	26-05-2011	KEINE
WO 2009156585	A1	30-12-2009	AU 2009264088 A1 30-12-2009 BR PI0913956 A2 20-10-2015 CN 102076417 A 25-05-2011 EP 2310132 A1 20-04-2011 FI 20080416 A 28-12-2009 JP 2011525854 A 29-09-2011 RU 2011102288 A 10-08-2012 US 2011089270 A1 21-04-2011 WO 2009156585 A1 30-12-2009 ZA 201009299 B 31-08-2011
DE 19727348	A1	07-01-1999	KEINE