



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
08.11.2017 Patentblatt 2017/45

(51) Int Cl.:
B07C 5/00 (2006.01)
B07C 5/344 (2006.01)
B07C 5/346 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **17169093.6**

(22) Anmeldetag: **02.05.2017**

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

- **GILLNER, Ronald**
53913 Swisttal (DE)
- **JENAL, Michael**
53501 Graftschaft (DE)
- **MÜLLER, Heiner**
50259 Pulheim (DE)
- **WIMMER, Michael**
50858 Köln (DE)
- **BAUERSCHLAG, Nils Robert**
52072 Aachen (DE)

(30) Priorität: **02.05.2016 DE 102016108116**

(71) Anmelder: **Hydro Aluminium Rolled Products GmbH**
41515 Grevenbroich (DE)

(74) Vertreter: **Cohausz & Florack**
Patent- & Rechtsanwälte
Partnerschaftsgesellschaft mbB
Bleichstraße 14
40211 Düsseldorf (DE)

(72) Erfinder:
• **BRÖßNER, Thomas**
41812 Erkelenz (DE)

(54) **SORTIERANLAGE UND SORTIERVERFAHREN ZUR SORTIERUNG VON ALUMINIUMSCHROTT**

(57) Die Erfindung betrifft eine Sortieranlage (52) zur Sortierung von Aluminiumschrott, insbesondere UBC-Schrott, mit einer ersten Sortierlinie (68a) umfassend mindestens eine Sortiervorrichtung (70a, 72a, 74a), die dazu eingerichtet ist, einen der ersten Sortierlinie (68a) zugeführten Schrottmassenstrom (60) zu sortieren, wobei die Sortieranlage (52) eine zweite Sortierlinie (68b) aufweist, die mindestens eine Sortiervorrichtung (70b, 72b, 74b) umfasst, die dazu eingerichtet ist, einen der zweiten Sortierlinie (68b) zugeführten Schrottmassenstrom (62) zu sortieren, und wobei die Sortieranlage (52) eine Siebklassiervorrichtung (54) umfasst, die dazu eingerichtet ist, einen der Sortieranlage (52) zugeführten Schrottmassenstrom (58) durch Siebklassieren in mindestens einen ersten Teilschrottmassenstrom (60) und einen zweiten Teilschrottmassenstrom (62) aufzuteilen und den ersten Teilschrottmassenstrom (60) der ersten Sortierlinie (68a) und den zweiten Teilschrottmassenstrom (62) der zweiten Sortierlinie (68b) zuzuführen. Die Erfindung betrifft weiterhin ein Sortierverfahren zum Sortieren von Aluminiumschrott, insbesondere von UBC-Schrott, bei dem ein Schrottmassenstrom (58) durch Siebklassieren in mindestens einen ersten und einen zweiten Teilschrottmassenstrom (60, 62) aufgeteilt wird und bei dem der erste und der zweite Teilschrott-

massenstrom (60, 62) getrennt voneinander sortiert werden. Die Erfindung betrifft zudem eine die Sortieranlage (52) umfassende Recyclinganlage (140) und ein das Sortierverfahren umfassendes Recyclingverfahren.

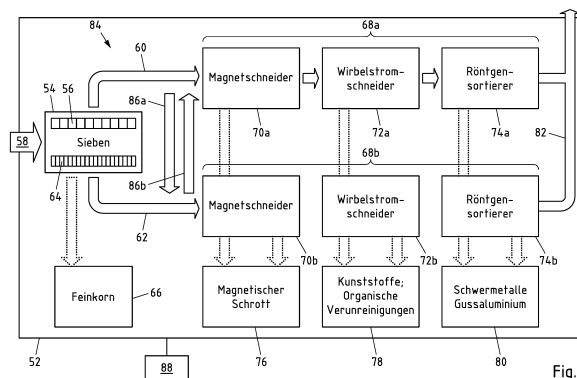


Fig.5

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Sortieranlage zur Sortierung von Aluminiumschrott, insbesondere UBC-Schrott, mit einer ersten Sortierlinie umfassend mindestens eine Sortiervorrichtung, die dazu eingerichtet ist, einen der Sortierlinie zugeführten Schrottmassenstrom zu sortieren. Die Erfindung betrifft weiterhin ein Sortierverfahren zum Sortieren von Aluminiumschrott, insbesondere von UBC-Schrott, vorzugsweise unter Verwendung der zuvor genannten Sortieranlage.

[0002] 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 qualitativen Ansprüchen des metallurgischen Verwertungsweges entspricht. Hierzu werden unterschiedliche Aufbereitungsschritte durchgeführt.

[0003] Die mechanische Aufbereitung des Schrottes erfolgt in der Regel über eine Zerkleinerung, der sich diverse Sortierschritte anschließen. Die Sortierschritte können bspw. Eisen und NE-Metall Trennung über Magnetscheider beinhalten, Windsichtung, Wirbelstromscheidung, sensorgestützte Sortierung (bspw. Röntgen-Transmission 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 Aufbereitung kann es dabei sein, ein Aluminiumkonzentrat zu erzeugen, dass direkt für die metallurgische Verwertung genutzt werden kann.

[0004] Es hat sich herausgestellt, dass das Sortiergebnis der aus dem Stand der Technik bekannten Sortierverfahren abhängig von der Beschaffenheit des Schrotts stark schwanken kann, so dass eine für das Einschmelzen erforderliche Aussortierung von Verunreinigungen nicht immer in zufriedenstellender Weise gewährleistet werden kann.

[0005] Dieses Problem tritt insbesondere beim Recycling von UBC-Schrott auf. Unter UBC (used beverage can)-Schrott wird (Aluminium-)Getränkedosenschrott verstanden, der einen großen Anteil am gesamten ankommenden Aluminiumschrott aus dem Bereich der Verpackungen ausmacht. Es besteht daher ein großer Bedarf an einem effektiven und robusten Recyclingprozess für UBC-Schrott.

[0006] UBC-Schrott weist typischerweise verschiedenartige Verunreinigungen auf, zum Beispiel metallische Verunreinigungen aus Gussaluminium oder auch aus Nichtaluminiumlegierungen wie Kupfer- oder Eisenlegierungen. Weiterhin enthält UBC-Schrott typischerweise auch nichtmetallische Verunreinigungen wie Kunststofffolien oder mineralische Verunreinigungen.

Diese Verunreinigungen müssen im Sortierprozess vor der metallurgischen Weiterverwertung aussortiert werden. Weiterhin sind die Dosen in aller Regel lackiert, so dass vor dem Einschmelzen der Dosenschrotte noch eine Entlackung erfolgt.

[0007] UBC-Schrott wird zum Transport und zur Lagerung typischerweise zu Paketen zusammengepresst. Der Kompaktierungsgrad der Pakete kann sehr unterschiedlich sein und zum Beispiel zwischen 200 und 1200 kg/m³ schwanken. Dies führt beim Recycling des UBC-Schrotts zum Teil zu großen Durchsatzschwankungen, wobei besonders hohe Durchsätze die Sortierung erschweren.

[0008] Es wurde festgestellt, dass die bekannten Sortieranlagen zur Sortierung von UBC-Schrott nicht die gewünschte Sortiereffizienz zeigen.

[0009] Vor diesem Hintergrund liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zu Grunde, eine Sortieranlage und ein Sortierverfahren zur Verfügung zu stellen, mit denen die zuvor beschriebenen Probleme insbesondere bei der Sortierung von UBC-Schrott zumindest teilweise reduziert werden.

[0010] Gemäß einem ersten Aspekt der vorliegenden Offenbarung wird diese Aufgabe bei einer Sortieranlage zur Sortierung von Aluminiumschrott, insbesondere UBC-Schrott, mit einer ersten Sortierlinie umfassend mindestens eine Sortiervorrichtung, die dazu eingerichtet ist, einen der ersten Sortierlinie zugeführten Schrottmassenstrom zu sortieren, erfindungsgemäß zumindest teilweise dadurch gelöst, dass die Sortieranlage eine zweite Sortierlinie aufweist, die mindestens eine Sortiervorrichtung umfasst, die dazu eingerichtet ist, einen der zweiten Sortierlinie zugeführten Schrottmassenstrom zu sortieren, und dass die Sortieranlage eine Siebklassiervorrichtung umfasst, die dazu eingerichtet ist, einen in der Sortieranlage zugeführten Schrottmassenstrom durch Siebklassieren in mindestens einen ersten Teilschrottmassenstrom und einen zweiten Teilschrottmassenstrom aufzuteilen und den ersten Teilschrottmassenstrom der ersten Sortierlinie und den zweiten Teilschrottmassenstrom der zweiten Sortierlinie zuzuführen.

[0011] Gemäß dem ersten Aspekt der vorliegenden Offenbarung wird die zuvor genannte Aufgabe erfindungsgemäß weiterhin zumindest teilweise gelöst durch ein Sortierverfahren zum Sortieren von Aluminiumschrott, insbesondere von UBC-Schrott, vorzugsweise unter Verwendung der zuvor beschriebenen Sortieranlage, bei dem ein Schrottmassenstrom durch Siebklassieren in mindestens einen ersten und einen zweiten Teilschrottmassenstrom aufgeteilt wird und bei dem der erste und der zweite Teilschrottmassenstrom getrennt voneinander sortiert werden.

[0012] Im Rahmen der Erfindung hat sich gezeigt, dass die schlechte Sortiereffizienz von Sortieranlagen aus dem Stand der Technik insbesondere bei Schrott mit breiter Korngrößenverteilung auftritt, wie es insbesondere bei UBC-Schrott der Fall ist.

[0013] Mit der zuvor beschriebenen Sortieranlage und

dem zuvor beschriebenen Sortiervorrichtung kann nun auch Schrott mit einer breiten Korngrößenverteilung effektiv sortiert werden, indem der der Sortieranlage zugeführte Schrottmassenstrom zunächst durch Siebklassieren in zwei oder mehr Teilschrottmassenströme aufgeteilt und dann separat voneinander sortiert wird. Auf diese Weise können die einzelnen Sortierlinien besser an die jeweiligen Korngrößen bzw. Korngrößenverteilung des betreffenden Teilschrottmassenstroms angepasst werden.

[0014] Die Sortieranlage umfasst eine erste und einer zweiten Sortierlinie, die jeweils mindestens eine Sortiervorrichtung aufweisen. Die einzelnen Sortierlinien können jeweils auch mehrere hintereinander geschaltete Sortiervorrichtungen zur Sortierung verschiedener Verunreinigungsfraktionen wie zum Beispiel eisenhaltige bzw. magnetische Fragmente, Kunststoff- oder anderweitig organische Fragmente oder mineralische Fragmente aufweisen. Weiterhin kann die Sortieranlage auch mehr als zwei, beispielsweise drei oder vier Sortierlinien umfassen.

[0015] Die mindestens eine Sortiervorrichtung der ersten bzw. zweiten Sortierlinie ist dazu eingerichtet, einen der ersten bzw. zweiten Sortierlinie zugeführten Schrottmassenstrom zu sortieren.

[0016] Unter einem Schrottmassenstrom wird ein Strom von Schrottfragmenten verstanden, der der Sortieranlage bzw. einer Sortierlinie zugeführt bzw. durch diese transportiert wird. Die Größe des Schrottmassenstroms definiert sich durch die Masse der transportierten Schrottfragmente pro Zeit. Wird der Sortieranlage beispielsweise ein Massenstrom von 10 t/h zugeführt, so bedeutet dies, dass der Sortieranlage bei diesem Massenstrom in einer Stunde 10 t Schrott zugeführt werden. Alternativ kann die Größe des Schrottmassenstroms auch über das Volumen der transportierten Schrottfragmente pro Zeit angegeben werden. Ist die Schüttdichte des Schrotts ungefähr bekannt, so kann das Volumen einfach in die zugehörige Masse umgerechnet werden und umgekehrt.

[0017] Der einer Sortieranlage zugeführte Schrottmassenstrom kann über die Zeit variieren. Für eine bessere Auslastung der Sortieranlage und ein besseres Sortierergebnis ist der Schrottmassenstrom vorzugsweise vorgegeben und liegt insbesondere in einem vorgegebenen Bereich.

[0018] Die mindestens eine Sortiervorrichtung der ersten Sortierlinie ist vorzugsweise dazu eingerichtet, den der ersten Sortierlinie zugeführten ersten Teilschrottmassenstrom einzelkorn genau zu sortieren. Weiterhin ist die mindestens eine Sortiervorrichtung der zweiten Sortierlinie vorzugsweise dazu eingerichtet, den der zweiten Sortierlinie zugeführten zweiten Teilschrottmassenstrom einzelkorn genau zu sortieren.

[0019] Unter einer einzelkorn genauen Sortierung wird verstanden, dass die einzelnen Fragmente aus dem Schrottmassenstrom abhängig von ihrer jeweiligen Beschaffenheit einzeln sortiert werden. Ein Beispiel für eine

derartige Sortiervorrichtung ist ein Magnetscheider, mit dem eisenhaltige bzw. magnetische Fragmente mit einem Magnetfeld gezielt aussortiert werden können. Da ein einzelnes Schrottfragment (Korn) bei diesem Vorgang abhängig von seinen eigenen magnetischen Eigenschaften sortiert wird, handelt es sich um eine einzelkorn genaue Sortierung. Ein anderes Beispiel für eine derartige Sortiervorrichtung ist eine Röntgentransmissions-gestützte Sortiervorrichtung, bei dem jedes einzelne Schrottfragment (Korn) mittels Röntgentransmission analysiert und abhängig von dem Analyseergebnis sortiert wird.

[0020] Es wurde festgestellt, dass insbesondere einzelkorn genaue Sortiervorrichtungen wie Wirbelstromscheider und Röntgentransmissions-gestützte Sortiervorrichtungen häufig nur in einem bestimmten Korngrößenbereich mit guter Effizienz arbeiten. Bei einer sehr breiten Korngrößenverteilung arbeiten diese Vorrichtungen daher nicht optimal. Aus diesem Grund ist die Aufteilung des Schrottmassenstroms in mehrere Teilschrottmassenströme durch Siebklassieren besonders bei Sortiervorrichtungen für einzelkorn genaue Sortierung vorteilhaft, da die jeweiligen Sortiervorrichtungen auf diese Weise an die durch die Siebklassierung vorgegebenen Korngrößen des jeweiligen Teilschrottmassenstroms angepasst werden können.

[0021] Die Sortieranlage umfasst eine Siebklassiervorrichtung, die dazu eingerichtet ist, einen der Sortieranlage zugeführten Schrottmassenstrom durch Siebklassieren in mindestens einen ersten und einen zweiten Teilschrottmassenstrom aufzuteilen. Zu diesem Zweck weist die Siebklassiervorrichtung insbesondere ein oder mehrere Siebe auf, mit denen der der Sortieranlage zugeführten Schrottmassenstrom gesiebt werden kann. Bei dem einen oder mehreren Sieben kann es sich um bewegte und/oder unbewegte Siebe handeln. Vorzugsweise umfasst die Siebklassiervorrichtung mindestens ein bewegtes Sieb, mit dem eine schnellere und bessere Siebung erreicht werden kann.

[0022] Die Siebklassiervorrichtung kann insbesondere mehrere Siebe aufweisen, beispielsweise um bei mehr als zwei Sortierlinien entsprechend viele Teilschrottmassenströme zu erzeugen oder um die Korngrößenverteilung der einzelnen Teilschrottmassenströme enger zu definieren, beispielsweise indem Feinkorn oder besonders große Fragmente ausgesiebt werden.

[0023] Die Siebklassiervorrichtung ist weiterhin dazu eingerichtet, den ersten Teilschrottmassenstrom der ersten Sortierlinie und den zweiten Teilschrottmassenstrom der zweiten Sortierlinie zuzuführen. Insbesondere kann die Siebklassiervorrichtung dazu eingerichtet sein, den Siebüberlauf eines Siebes, d.h. das Material, das auf dem Sieb verbleibt, als ersten Teilmassenstrom der ersten Sortierlinie und den Siebunterlauf eines Siebens, d.h. das Material, das durch das Sieb hindurchfällt, als zweiten Teilmassenstrom der zweiten Sortierlinie zuzuführen oder umgekehrt.

[0024] Durch die Aufteilung des der Sortieranlage zu-

geführten Schrottmassenstroms durch Siebklassieren wird erreicht, dass die einzelnen Teilschrottmassenströme verschiedene Korngrößenverteilungen der Schrottfragmente aufweisen. So weist ein Teilschrottmassenstrom aus dem Siebüberlauf eines Siebes im Wesentlichen größere Schrottfragmente auf als ein Teilschrottmassenstrom aus dem Siebunterlauf des Siebes. Auf diese Weise kann ein Schrottmassenstrom mit einer breiten Korngrößenverteilung in mehrere Teilschrottmassenströme mit schmaleren Korngrößenverteilungen aufgeteilt werden, so dass die Korngrößen innerhalb eines Teilschrottmassenstroms weniger stark variieren als im ursprünglichen Schrottmassenstrom. Die Sortierlinien bzw. die Sortiervorrichtungen der Sortierlinien können daher besser auf die Korngrößenverteilung des jeweiligen Teilschrottmassenstroms angepasst werden.

[0025] Auf diese Weise können die einzelnen Sortierlinien an die jeweilige Korngrößenverteilung angepasst werden. Insbesondere ist eine Anpassung der Sortiervorrichtungen der einzelnen Sortierlinien an die jeweilige Korngrößenverteilung möglich, so dass eine effektivere Sortierung erreicht werden kann. Entsprechend sind die Sortiervorrichtungen vorzugsweise an die Korngrößenverteilung des jeweiligen Teilmassenstroms der betreffenden Sortierlinie angepasst.

[0026] Beispielsweise kann die Siebklassierung so durchgeführt werden, dass der erste Teilschrottmassenstrom aus dem Überlauf eines Siebs eine Korngrößenverteilung aufweist, bei der $d_5 = 30$ mm ist, d.h. bei der 95 Gew.-% der Schrottfragmente eine Korngröße von mindestens 30 mm aufweisen. Durch eine zusätzliche Siebung können zusätzlich besonders große Schrottfragmente aussortiert werden, so dass der erste Teilschrottmassenstrom z.B. eine Korngrößenverteilung aufweisen kann, bei der $d_5 = 30$ mm und $d_{95} = 120$ mm ist, d.h. dass 90 Gew.-% der Schrottfragmente eine Korngröße zwischen 30 und 120 mm aufweisen und jeweils 5 Gew.-% darüber und 5 Gew.-% darunter liegen. Der zweite Teilschrottmassenstrom kann beispielsweise eine Korngrößenverteilung aufweisen, bei der $d_{95} = 30$ mm ist, insbesondere $d_5 = 5$ mm und $d_{95} = 30$ mm ist.

[0027] UBC-Schrott weist nach der Zerkleinerung in einer der Sortieranlage typischerweise vorgelagerten Zerkleinerungsanlage in der Regel eine Korngrößenverteilung auf, bei der d_5 zwischen 0,01 und 10 mm und d_{95} zwischen 100 und 300 mm liegt. Durch die Siebklassierung werden mindestens zwei, vorzugsweise auch drei oder mehr Teilschrottmassenströme mit unterschiedlichen Korngrößenverteilungen erzeugt, die separat voneinander sortiert werden.

[0028] Beispielsweise kann eine Aufteilung in drei Teilschrottmassenströme erfolgen. So kann die Siebklassierung insbesondere so durchgeführt werden, dass der der Sortieranlage zugeführte Schrottmassenstrom aufgeteilt wird in einen ersten Teilschrottmassenstrom mit einer Korngrößenverteilung, bei der d_5 zwischen 1 und 10 mm und d_{95} zwischen 2 und 20 mm liegt (sogenanntes Feingut), einen zweiten Teilschrottmassenstrom mit einer

Korngrößenverteilung, bei der d_5 zwischen 1 und 20 mm und d_{95} zwischen 20 und 80 mm liegt (sogenanntes Mitelgut), und einen dritten Teilschrottmassenstrom mit einer Korngrößenverteilung, bei der d_5 zwischen 20 und 100 mm und d_{95} zwischen 50 und 300 mm liegt (sogenanntes Grobgut).

[0029] Alternativ kann beim Siebklassieren auch eine Aufteilung in zwei Teilschrottmassenströme erfolgen, insbesondere in Fein- und Grobgut oder in Mittel- und Grobgut mit den zuvor hierfür genannten Korngrößenverteilungen.

[0030] Weiterhin ist auch eine Aufteilung in mehr als drei Teilschrottmassenströme denkbar.

[0031] Die Siebklassiervorrichtung kann insbesondere durch die Auswahl entsprechender Siebe zur Siebklassierung in Teilschrottmassenströme mit bestimmten Korngrößenverteilungen bzw. Zielbereichen für d_5 und d_{95} eingerichtet werden. Weiterhin kann durch die Einstellung von Siebbewegungen und die vorgegebene Verweildauer von Schrottfragmenten in der Siebklassiervorrichtung Einfluss auf die Korngrößenverteilungen der Teilschrottmassenströme genommen werden.

[0032] Die Korngrößenverteilung bzw. die Werte für d_5 , d_{95} etc. wird durch eine Siebanalyse entsprechend DIN 66165-1 und 66165-2 bestimmt mit Prüfsieben nach DIN ISO 3310-2:2015-07 (Analysesiebe mit Lochblechen) und DIN ISO 2395:1999-01. Zur Anpassung von Sortiervorrichtungen an die Korngrößenverteilung ist es in aller Regel ausreichend, die obere und/oder die untere Grenze der Korngrößenverteilung bzw. d_5 und d_{95} zu kennen oder abzuschätzen. Eine genauere Analyse der Korngrößenverteilung (z.B. Werte für d_{25} , d_{50} , d_{75}) ist daher normalerweise nicht erforderlich.

[0033] Für die Zuführung des ersten bzw. zweiten Teilmassenstroms zur ersten bzw. zweiten Sortierlinie kann die Siebklassiervorrichtung insbesondere ein entsprechend eingerichtetes Transportsystem umfassen, das beispielsweise ein oder mehrere Transportbänder und/oder Schurren aufweisen kann.

[0034] Die oben genannte Aufgabe wird erfindungsgemäß weiterhin zumindest teilweise gelöst durch eine Recyclinganlage zur Aufbereitung von Aluminiumschrott, insbesondere UBC-Schrott, die die zuvor beschriebene Sortieranlage umfasst. Entsprechend wird die oben genannte Aufgabe erfindungsgemäß zudem zumindest teilweise gelöst durch ein Recyclingverfahren zur Aufbereitung von Aluminiumschrott, insbesondere UBC-Schrott, vorzugsweise unter Verwendung der zuvor beschriebenen Recyclinganlage, bei dem eine Menge Schrott zerkleinert wird und bei dem der zerkleinerte Schrott mit dem zuvor beschriebenen Sortierverfahren sortiert wird.

[0035] Die Sortieranlage ist also vorzugsweise in eine Recyclinganlage zur Aufbereitung von UBC-Schrott eingebettet. Eine solche Recyclinganlage umfasst neben der Sortieranlage vorzugsweise eine der Sortieranlage vorgeschaltete Zerkleinerungsanlage zur Zerkleinerung des Schrotts. Weiterhin können eine der Sortieranlage nachgeschaltete Entlackungsanlage zur Entlackung der

Schrottfragmente sowie ein der Entlackungsanlage nachgeschalteter Schmelzofen zum Einschmelzen der entlackten Schrottfragmente vorgesehen sein.

[0036] Im Folgenden werden verschiedene Ausführungsformen der Sortieranlage, der Recyclinganlage, des Sortierverfahrens und des Recyclingverfahrens beschrieben, wobei die einzelnen Ausführungsformen jeweils sowohl für die Sortieranlage und die Recyclinganlage als auch für das Sortierverfahren und das Recyclingverfahren anwendbar sind und sich zudem untereinander kombinieren lassen.

[0037] Bei einer Ausführungsform umfasst die erste und/oder die zweite Sortierlinie jeweils einen Wirbelstromscheider. Bei einer entsprechenden Ausführungsform des Sortierverfahrens wird der erste und/oder der zweite Teilschrottmassenstrom jeweils mittels eines Wirbelstromscheiders sortiert. Unter einem Wirbelstromscheider wird eine Vorrichtung verstanden, bei der Schrottfragmente durch ein elektromagnetisches Wechselfeld geführt werden, das beispielsweise von schnell rotierenden Permanentmagneten erzeugt wird. Das elektromagnetische Wechselfeld führt in leitenden Schrottfragmenten zur Erzeugung eines Wirbelstroms und so zu einer Kraftwirkung auf diese Schrottfragmente, die eine Trennung der leitenden Schrottfragmente von nichtleitenden Schrottfragmenten wie zum Beispiel Kunststoffen oder mineralischen Verunreinigungen ermöglicht.

[0038] Insbesondere kann der Wirbelstromscheider ein Transportband aufweisen, an dessen Ende die Schrottfragmente in einer Abwurfparabel von dem Transportband fliegen. Durch ein am Ende des Transportbandes erzeugtes elektromagnetisches Wechselfeld wird die Abwurfparabel der elektrisch leitfähigen Schrottfragmente beeinflusst, so dass die leitfähigen und die nichtleitfähigen Schrottfragmenten unterschiedlich weit fliegen. Auf diese Weise können die leitfähigen von den nichtleitfähigen Schrottfragmenten getrennt werden. Vorzugsweise ist hinter dem Ende des Transportbandes ein als Trennscheitel bezeichnetes Blech derart angeordnet, dass die nichtleitfähigen Schrottfragmente vor dem Trennscheitel fallen.

[0039] Wirbelstromscheider sind damit zur robusten und effektiven Abtrennung nichtleitender Verunreinigungen geeignet, arbeiten jedoch nur in einem bestimmten Korngrößenbereich effektiv, auf den sie ausgelegt sind. Durch die Integration eines Wirbelstromscheiders in die erste bzw. zweite Sortierlinie, der jeweils ein Teilschrottmassenstrom aus der Siebklassiervorrichtung zugeführt wird, kann der jeweilige Wirbelstromscheider auf die spezifische Korngrößenverteilung der Schrottfragmente für die jeweilige Sortierlinie ausgelegt werden, so dass eine effektive Abtrennung der nichtleitenden Verunreinigungen erreicht wird.

[0040] Durch die Korngröße und das Gewicht der einzelnen Schrottfragmente wird insbesondere die Abwurfparabel von einem Transportband des Wirbelstromscheiders beeinflusst. Daher werden vorzugsweise die Ge-

schwindigkeit des Transportbandes und/oder die Position des Trennscheitels an die Korngrößenverteilung des entsprechenden Teilschrottmassenstroms angepasst.

[0041] Bei einer weiteren Ausführungsform umfasst die erste und/oder die zweite Sortierlinie jeweils eine Röntgen-gestützte Sortiervorrichtung, insbesondere eine Röntgen-gestützte Sortiervorrichtung, die für eine Einzelkornsortierung auf Basis einer Dual-Energie-Röntgentransmissionsmessung eingerichtet ist. Bei einer entsprechenden Ausführungsform des Sortierverfahrens wird der erste und/oder der zweite Teilschrottmassenstrom jeweils dadurch sortiert, dass Röntgenstrahlungsbasierte Messungen, insbesondere Dual-Energie-Röntgentransmissionsmessungen, an Schrottfragmenten des ersten bzw. zweiten Teilschrottmassenstroms durchgeführt werden und die Schrottfragmente basierend auf dem zugehörigen Messergebnis sortiert werden.

[0042] Unter einer Röntgen-gestützte Sortiervorrichtung wird eine Sortiervorrichtung verstanden, bei der die durch die Sortiervorrichtung laufenden Schrottfragmente mittels Röntgenstrahlung analysiert und abhängig von dem Analyseergebnis sortiert werden. Beispielsweise lassen sich mittels Röntgentransmissionsmessungen Leichtmetalle wie Al von zum Beispiel Stahl oder Kupferlegierungen unterscheiden. Bei der Dual-Energie-Röntgentransmissionsmessung wird die Röntgentransmission an einem Schrottfragment mit zwei verschiedenen Wellenlängen der Röntgenstrahlung gemessen. Auf diese Weise lässt sich die Dichte des Schrottfragments unabhängig von dessen Dicke bestimmen, so dass Schrottfragmente aus Aluminiumlegierungen von Schrottfragmenten aus anderen Legierungen unterschieden werden können. Dadurch können Schrottfragmente mit Nichtaluminiumlegierungen aussortiert werden.

[0043] Röntgen-gestützte Sortiervorrichtungen und insbesondere Sortiervorrichtungen, die Dual-Energie-Röntgentransmissionsmessungen einsetzen, sind grundsätzlich bekannt, so dass eine genaue Beschreibung dieser Sortiervorrichtungen an dieser Stelle entbehrlich ist.

[0044] Derartige Sortiervorrichtungen arbeiten typischerweise nur in einem bestimmten Korngrößenbereich effektiv, auf den sie ausgelegt sind. Durch die Integration einer Röntgen-gestützten Sortiervorrichtung in die erste bzw. zweite Sortierlinie, der jeweils ein Teilschrottmassenstrom aus der Siebklassiervorrichtung zugeführt wird, kann die jeweilige Röntgen-gestützte Sortiervorrichtung auf die spezifische Korngrößenverteilung der Schrottfragmente für die jeweiligen Sortierlinie ausgelegt werden, so dass eine effektive Abtrennung der Schrottfragmente aus Nichtaluminiumlegierungen erreicht wird.

[0045] Bei einer weiteren Ausführungsform ist die Röntgen-gestützte Sortiervorrichtung dazu eingerichtet, durch Dual-Energie-Röntgentransmissionsmessung einen Wert für die Dichte und einen Wert für die Dicke eines Schrottfragments zu bestimmen und das Schrott-

fragment abhängig von dem Wert für dessen Dichte und von dem Wert für dessen Dicke zu sortieren. Bei einer entsprechenden Ausführungsform des Sortierverfahrens wird durch Dual-Energie-Röntgentransmissionsmessungen an einem Schrottfragment ein Wert für die Dichte und ein Wert für die Dicke des Schrottfragments bestimmt und das Schrottfragment abhängig von dem Wert für dessen Dichte und von dem Wert von dessen Dicke sortiert. Mit der Dual-Energie-Röntgentransmissionsmessung kann neben einem Wert für die Dichte eines analysierten Schrottfragments auch ein Wert für dessen Dicke bestimmt werden. Es wurde festgestellt, dass dieser Wert für die Dicke eines Schrottfragments besonders vorteilhaft zur Sortierung von UBC-Schrott verwendet werden kann, da sich auf diese Weise dünnwandige Dosenschrottfragmente von dickwandigen Schrottfragmenten z.B. aus Gussaluminium unterscheiden lassen, die eine ähnliche Dichte aufweisen wie Dosenschrottfragmente.

[0046] Die Gesamtdicke eines Dosenschrottfragments entspricht häufig nicht der einfachen Dosenwandstärke, sondern einem Vielfachen davon, da bei einem Schrottfragment häufig mehrere Wandabschnitte übereinanderliegen bzw. übereinander gefaltet sind. Die Zahl der übereinanderliegenden Wandabschnitte hängt im Wesentlichen von der Größe des Schrottfragments ab, da große Schrottfragmente in der Regel häufiger gefaltet sind und damit eine größere Gesamtdicke aufweisen. Eine effektive Sortierung abhängig von dem Wert für die Dicke eines Schrottfragments ist daher besonders effektiv, wenn die zu sortierenden Schrottfragmente eine bestimmte Korngrößenverteilung aufweisen. Daher ergibt sich durch die Integration der zuvor beschriebenen Sortiervorrichtung, bei der die Schrottfragmente auch abhängig von dem Wert für deren Dicke sortiert werden, in eine Sortierlinie, der ein Teilschrottmassenstrom aus der Siebklassiervorrichtung zugeführt wird, ein zusätzlicher synergetischer Effekt, da das auf die Dicke der Schrottfragmente bezogene Sortierkriterium aufgrund der bekannten Korngrößenverteilung genauer eingestellt werden kann.

[0047] Bei einer weiteren Ausführungsform weist die Sortieranlage ein Transportsystem auf, das dazu eingerichtet ist, den ersten Teilschrottmassenstrom durch die erste Sortierlinie zu transportieren und den zweiten Teilschrottmassenstrom durch die zweite Sortierlinie zu transportieren. Auf diese Weise können die Teilschrottmassenströme kontrolliert durch die Sortierlinien transportiert werden. Das Transportsystem kann beispielsweise einen oder mehrere Förderbänder aufweisen.

[0048] Bei einer weiteren Ausführungsform weist die Sortieranlage ein Transportsystem auf, das dazu eingerichtet ist, den ersten Teilschrottmassenstrom bei Bedarf ganz oder teilweise dem zweiten Teilschrottmassenstrom zuzuführen, bevor der zweite Teilschrottmassenstrom der zweiten Sortierlinie zugeführt wird, und/oder dazu eingerichtet ist, den zweiten Teilschrottmassenstrom bei Bedarf ganz oder teilweise dem ersten Teil-

schrottmassenstrom zuzuführen, bevor der erste Teilschrottmassenstrom der ersten Sortierlinie zugeführt wird. Zu diesem Zweck kann das Transportsystem beispielsweise einen oder mehrere Förderer, insbesondere Förderbänder oder Förderschnecken aufweisen, mit denen Schrottfragmente bei Bedarf aus einem Teilschrottmassenstrom in einen anderen Teilschrottmassenstrom geführt werden können. Auf diese Weise kann die Sortieranlage zum Beispiel auch beim Ausfall oder bei Wartung einer der Sortierlinien weiterbetrieben werden, indem der für die ausgefallene oder zu wartende Sortierlinie vorgesehene Teilschrottmassenstrom stattdessen einer anderen Sortierlinie zugeführt wird. Weiterhin kann ein Teilschrottmassenstrom auch teilweise einer anderen Sortierlinie zugeführt werden, insbesondere um die Sortierlinien gleichmäßig auszulasten, wenn die Teilschrottmassenströme sehr unterschiedlich sind.

[0049] Bei einer weiteren Ausführungsform weist die Sortieranlage ein Transportsystem auf, das dazu eingerichtet ist, den ersten und den zweiten Teilschrottmassenstrom nach Durchlaufen der jeweiligen Sortierlinie zusammenzuführen. Auf diese Weise werden die fertig sortierten Teilschrottmassenströme wieder zu einem Gesamtschrottmassenstrom zusammengeführt und können so zusammen der weiteren Verarbeitung, insbesondere einer Entlackungsanlage und/oder einem Schmelzofen zugeführt werden.

[0050] Bei einer weiteren Ausführungsform kann das Transportsystem der Sortieranlage auch dazu eingerichtet sein, die an den einzelnen Sortiervorrichtungen ausortierten Verunreinigungen zu jeweiligen Containern zu transportieren, um diese zu sammeln und ggf. weiterverwenden oder entsorgen zu können. Um einen kontinuierlichen Betrieb der Sortiervorrichtung zu ermöglichen, können auch jeweils zwei Container vorgesehen sein, so dass auf einen zweiten Container gewechselt werden kann, wenn der erste Container voll ist.

[0051] Bei einer weiteren Ausführungsform umfasst die Sortieranlage eine Steuerungseinrichtung zur Steuerung der Sortieranlage. Die Steuerungseinrichtung ist vorzugsweise zur Steuerung der Sortieranlage gemäß dem zuvor beschriebenen Sortierverfahren oder einer 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 Sortierverfahrens bzw. einer Ausführungsform davon veranlasst. Auf diese Weise kann ein automatisierter Betrieb der Sortieranlage erreicht werden.

[0052] Um eine Verarbeitungsstation zur Aufbereitung von Aluminiumschrott, wie zum Beispiel die zuvor beschriebene Sortieranlage oder die erste und/oder zweite Sortierlinie der zuvor beschriebenen Sortieranlage, am optimalen Betriebspunkt betreiben zu können, werden die Schrottfragmente der Verarbeitungsstation vorzugsweise in geregelter Weise zugeführt.

[0053] 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.

[0054] 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.

[0055] 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.

[0056] Bei der Verarbeitungsstation kann es sich auch um eine Sortieranlage handeln, beispielsweise um die Sortieranlage der Recyclinganlage gemäß dem ersten Aspekt der vorliegenden Offenbarung bzw. um eine Sortierlinie der Sortieranlage. Durch die Zuführung von Schrottfragmenten mit geregelter Durchsatz kann die Sortieranlage bzw. Sortierlinie am optimalen Betriebspunkt betrieben werden, um die einzelnen Schrottfragmente zuverlässig bei möglichst hohem Durchsatz sortieren zu können. Bei einer Überlastung der Sortieranlage bzw. Sortierlinie durch einen zu großen Durchsatz nimmt die Sortierqualität ab, so dass es zu unerwünschten Verunreinigungen in dem aus der Sortieranlage austretenden Schrottfragmente-Strom kommen kann.

[0057] Bei der Verarbeitungsstation kann es sich auch

um eine Schmelzanlage handeln. Durch die Zuführung von Schrottfragmenten mit geregelter 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.

[0058] Die Fördereinrichtung umfasst vorzugsweise ein oder mehrere Transportbänder.

[0059] 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 erfindungsgemäße Lehren dar.

[0060] Darüber hinaus kann der zweite Aspekt der vorliegenden Offenbarung in vorteilhafter Weise mit der Sortieranlage, der Recyclinganlage, dem Sortierverfahren und dem Recyclingverfahren gemäß dem ersten Aspekt der vorliegenden Offenbarung kombiniert werden. Insbesondere kann es sich bei der Anlage zur Aufbereitung von Aluminiumschrott gemäß dem zweiten Aspekt der vorliegenden Offenbarung um die Recyclinganlage gemäß dem ersten Aspekt der vorliegenden Offenbarung handeln, wobei die Sortieranlage oder eine Sortierlinie der Sortieranlage eine Verarbeitungsstation zur Aufbereitung von Aluminiumschrott und eine der Sortieranlage vorgelagerter Zerkleinerungsvorrichtung oder ein der Sortieranlage vorgelagerter Pufferspeicher eine Bereitstellungsstation darstellen.

[0061] Bei einer entsprechenden Ausführungsform der Recyclinganlage sind eine Bereitstellungsstation wie zum Beispiel ein Pufferspeicher und/oder eine Zerkleinerungsvorrichtung, eine Fördereinrichtung zum Transport von Schrottfragmenten von der Bereitstellungsstation zur Sortieranlage bzw. zu den einzelnen Sortierlinien der Sortieranlage, 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 Bereitstellungsstation und/oder die Fördereinrichtung abhängig vom Ergebnis des Vergleichs zu steuern. Bei einer entsprechenden Ausführungsform des Recyclingverfahrens wird der durch die Zerkleinerung bereitgestellte Schrott als Strom von Schrottfragmenten zu einer Sortieranlage bzw. zu den einzelnen Sortierlinien der Sortieranlage gefördert, wird an dem Strom ein Wert für den Durchsatz bestimmt, wird der bestimmte Wert mit einem vorgegebenen Wert für den Durchsatz verglichen und wird die Zerkleinerung des Aluminiumschrotts und/oder dessen Förderung zur Sortieranlage bzw. zu den einzelnen Sortierlinien abhängig vom Ergebnis des Vergleichs gesteuert.

[0062] Im Folgenden werden noch weitere Ausführungsformen des Verfahrens und der Anlage gemäß dem zweiten Aspekt der vorliegenden Offenbarung sowie der

Recyclinganlage und des Recyclingverfahrens gemäß dem ersten Aspekt der vorliegenden Offenbarung beschrieben, wobei die einzelnen Ausführungsformen für das Verfahren und die Anlage gemäß dem zweiten Aspekt und die Recyclinganlage und das Recyclingverfahren gemäß dem ersten Aspekt gleichermaßen gelten und sowohl untereinander als auch mit den zuvor beschriebenen Ausführungsformen kombiniert werden können.

[0063] Bei einer Ausführungsform werden die Schrottfragmente durch eine vorhergehende 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 Durchsatzbereich sichergestellt werden, wenn die vorhergehende Verarbeitungsstation die Schrottfragmente mit ungleichmäßigem oder ungeeignetem Durchsatz zur Verfügung stellt.

[0064] Zur Pufferung großer Durchsatzschwankungen der vorhergehenden Verarbeitungsstation ist zwischen der Verarbeitungsstation und der vorhergehenden Verarbeitungsstation vorzugsweise ein Pufferspeicher, wie zum Beispiel ein Silo, angeordnet. In diesem Fall kann zum Beispiel der 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 erreichen.

[0065] 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 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 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 Erfassungseinrichtung, beispielsweise eine Kamera, eine Lichtschranke oder eine laser- oder röntgengestützte Erfassungseinheit, die die vereinzelt 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 Schrottfrag-

mente belegte Fläche eines Transportbands in Prozent) kann 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.

[0066] Bei einer weiteren Ausführungsform ist die Steuerungseinrichtung dazu eingerichtet, 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, 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 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.

[0067] 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 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.

[0068] 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 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 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 Reduktion des Durchsatzes erreicht, um eine Überlastung der Verarbeitungsstation zu vermeiden.

[0069] Bei einer Ausführungsform der Sortieranlage umfasst die erste Sortierlinie eine erste Durchsatzmesseinrichtung, die dazu eingerichtet ist, an dem der ersten Sortierlinie zugeführten Schrottmassenstrom, d.h. dem ersten Teilschrottmassenstrom, einen Wert für dessen Durchsatz zu messen, und umfasst die zweite Sortierlinie eine zweite Durchsatzmesseinrichtung, die dazu eingerichtet ist, an dem der zweiten Sortierlinie zugeführten Schrottmassenstrom, d.h. dem zweiten Teilschrottmassenstrom, einen Wert für dessen Durchsatz zu messen. Bei einer entsprechenden Ausführungsform des Sortierverfahrens wird an dem ersten und dem zweiten Teilschrottmassenstrom jeweils ein Wert für dessen Durchsatz bestimmt. Auf diese Weise können die Durchsätze der beiden Sortierlinien separat voneinander überwacht werden.

[0070] Bei einer bevorzugten Ausführungsform ist die Steuerungseinrichtung dazu eingerichtet, den von der ersten Durchsatzmesseinrichtung erfassten Wert mit einem vorgegebenen Wert für den Durchsatz der ersten Sortierlinie zu vergleichen und den von der zweiten Durchsatzmesseinrichtung erfassten Wert mit einem vorgegebenen Wert für den Durchsatz der zweiten Sortierlinie zu vergleichen. Bei einer entsprechenden Ausführungsform werden die an dem ersten und an dem zweiten Teilschrottmassenstrom gemessenen Werte für den Durchsatz jeweils mit einem vorgegebenen Wert für den Durchsatz der ersten bzw. zweiten Sortierlinie verglichen. Der vorgegebene Wert für den Durchsatz der ersten Sortierlinie und der vorgegebene Wert für den Durchsatz der zweiten Sortierlinie können verschieden oder gleich sein.

[0071] Bei einer weiteren Ausführungsform ist die Steuerungseinrichtung dazu eingerichtet, den von der ersten Durchsatzmesseinrichtung erfassten Wert mit einem vorgegebenen unteren Grenzwert und einem vorgegebenen oberen Grenzwert für den Durchsatz der ersten Sortierlinie zu vergleichen und den von der zweiten Durchsatzmesseinrichtung erfassten Wert mit einem vorgegebenen unteren Grenzwert und einem vorgegebenen oberen Grenzwert für den Durchsatz der zweiten Sortierlinie zu vergleichen. Auf diese Weise ist eine Überwachung der Durchsätze in einem jeweiligen Durchsatzfenster für die beiden Sortierlinien möglich.

[0072] Bei einer weiteren Ausführungsform ist die Steuerungseinrichtung dazu eingerichtet, eine der Siebklassiervorrichtung vorgeschaltete Fördereinrichtung und/oder eine der Siebklassiervorrichtung vorgeschaltete Bereitstellungseinrichtung, zum Beispiel einen Pufferspeicher oder eine Zerkleinerungsanlage, abhängig vom Ergebnis des Vergleichs eines von der ersten Durchsatz-

messeinrichtung erfassten Werts mit einem vorgegebenen Grenzwert und abhängig vom Ergebnis des Vergleichs eines von der zweiten Durchsatzmesseinrichtung erfassten Werts mit einem vorgegebenen Grenzwert zu steuern. Auf diese Weise werden zur Steuerung des der Sortieranlage zugeführten Schrottmassenstroms die Durchsätze beider Sortierlinien berücksichtigt. Dadurch kann beispielsweise verhindert werden, dass es durch eine Durchsatzerhöhung aufgrund der Unterlastung einer Sortierlinie zu einer Überlastung der anderen Sortierlinie kommt. Zu diesem Zweck ist die Steuerungseinrichtung vorzugsweise dazu eingerichtet, eine Erhöhung des Durchsatzes nur dann zu veranlassen, wenn der von der ersten Durchsatzmesseinrichtung erfasste Wert unter einem vorgegebenen Wert, insbesondere unter einem unteren Grenzwert der ersten Sortierlinie, liegt und der von der ersten Durchsatzmesseinrichtung erfasste Wert unter einem vorgegebenen Wert, insbesondere unter einem unteren Grenzwert der zweiten Sortierlinie, liegt. Die vorgegebenen Werte können gleich oder verschieden sein.

[0073] Weiterhin ist die Steuerungseinrichtung vorzugsweise dazu eingerichtet, eine Reduzierung des Durchsatzes zu veranlassen, wenn der von der ersten Durchsatzmesseinrichtung erfasste Wert über einem vorgegebenen Wert liegt, insbesondere über einem oberen Grenzwert der ersten Sortierlinie, oder der von der ersten Durchsatzmesseinrichtung erfasste Wert über einem vorgegebenen Wert liegt, insbesondere über einem oberen Grenzwert der zweiten Sortierlinie. Die vorgegebenen Werte können gleich oder verschieden sein. Auf diese Weise wird der Durchsatz bereits bei Überlastung einer Sortierlinie reduziert, auch wenn die andere Sortierlinie dadurch ggf. in Unterlast gerät. Dies führt zwar zu einem insgesamt geringeren Durchsatz der einzelnen Sortierlinie, der jedoch bewusst in Kauf genommen wird, um die ordnungsgemäße Funktionsfähigkeit der gesamten Sortieranlage zu gewährleisten.

[0074] Die Durchsatzmesseinrichtungen können zudem in synergetisch vorteilhafter Weise genutzt werden, um den Zustand der Siebklassiervorrichtung und/oder einer der Sortieranlage vorgelagerten Zerkleinerungsanlage zu bewerten. Zu diesem Zweck ist die Steuerungseinrichtung vorzugsweise dazu eingerichtet, die von der ersten Durchsatzmesseinrichtung erfassten Werte und die von der zweiten Durchsatzmesseinrichtung erfassten Werte auf eine Durchsatzverschiebung von einer zur anderen Sortierlinie zu überwachen.

[0075] Unter einer Durchsatzverschiebung wird verstanden, dass sich der Durchsatz einer Sortierlinie auf Kosten des Durchsatzes der anderen Sortierlinie über die Zeit erhöht. Eine solche Verschiebung kann ein Indikator dafür sein, dass sich das Zerkleinerungsergebnis einer der Sortieranlage vorgelagerten Zerkleinerungsanlage verändert, was wiederum ein Indikator für den Verschleiß der Zerkleinerungsanlage ist. Gibt es beispielsweise eine Durchsatzverschiebung von der Sortierlinie für geringere Fragmentgrößen (Siebunterlauf) zu der

Sortierlinie für größere Fragmentgrößen (Siebüberlauf), so ist dies ein Indikator für die schlechter werdende Zerkleinerungseffizienz und damit für den Verschleiß der Zerkleinerungsanlage.

[0076] Vorzugsweise steuert die Steuerungseinrichtung die Sortieranlage abhängig vom Auftreten einer Durchsatzverschiebung und/oder veranlasst die Ausgabe einer Nutzerinformation über eine Nutzerschnittstelle, beispielsweise einer Warnmeldung über einen Bildschirm.

[0077] Eine Durchsatzverschiebung kann beispielsweise auch auftreten, wenn sich ein Sieb der Siebklassiervorrichtung zusetzt, so dass die Sieböffnungen kleiner werden und zunehmend kleinere Schrottfragmente in den Siebüberlauf und damit zu der Sortierlinie für größere Fragmentgrößen gelangen. Um eine reduzierte Siebeffizienz der Siebklassiervorrichtung von einer reduzierten Zerkleinerungseffizienz einer der Sortieranlage vorgelagerten Zerkleinerungsanlage unterscheiden zu können, ist an der ersten und/oder der zweiten Sortierlinie vorzugsweise eine Fragmentgrößenmesseinrichtung vorgesehen, die einen Wert für die Schrottfragmentgrößen des der jeweiligen Sortierlinien zugeführten Teilschrottmassenstroms bestimmt. Bei der Fragmentgrößenmesseinrichtung kann es sich beispielsweise um eine Kamera handeln, die oberhalb eines Transportbands einer Sortierlinie angeordnet ist. Die Fragmentgrößenmesseinrichtung kann separat oder auch kombiniert mit der Durchsatzmesseinrichtung ausgebildet sein.

[0078] Die Steuerungseinrichtung ist vorzugsweise dazu eingerichtet zu überwachen, wenn in der Sortierlinie für größere Schrottfragmente (Siebüberlauf) Schrottfragmente auftauchen, die von der Siebklassiervorrichtung der Sortierlinie für kleinere Schrottfragmente (Siebunterlauf) zugeführt werden sollten. Zu diesem Zweck kann die Steuerungseinrichtung beispielsweise die Häufigkeit des Auftretens von Schrottfragmenten unterhalb einer vorgegebenen Korngröße in der Sortierlinie für größere Schrottfragmente überwachen und mit einer vorgegebenen, zulässigen Häufigkeit vergleichen. Abhängig von diesem Vergleich kann die Steuerungseinrichtung dann die Sortieranlage steuern und/oder die Ausgabe einer Nutzerinformation über eine Nutzerschnittstelle, beispielsweise einer Warnmeldung über einen Bildschirm, veranlassen.

[0079] Nachfolgend werden weitere Ausführungsformen 1 bis 8 der Sortieranlage, eine Ausführungsform 9 der Recyclinganlage, Ausführungsformen 10 bis 14 des Sortierverfahrens und eine Ausführungsform 15 des Recyclingverfahrens beschrieben, wobei die einzelnen Ausführungsformen sowohl untereinander als auch mit den anderen vorliegend beschriebenen Ausführungsformen kombiniert werden können.

1. Sortieranlage zur Sortierung von Aluminiumschrott, insbesondere UBC-Schrott, mit einer ersten Sortierlinie umfassend mindestens eine Sortiervorrichtung, die dazu eingerichtet ist, einen der ersten

Sortierlinie zugeführten Schrottmassenstrom zu sortieren, wobei die Sortieranlage eine zweite Sortierlinie aufweist, die mindestens eine Sortiervorrichtung umfasst, die dazu eingerichtet ist, einen der zweiten Sortierlinie zugeführten Schrottmassenstrom zu sortieren, und wobei die Sortieranlage eine Siebklassiervorrichtung umfasst, die dazu eingerichtet ist, einen der Sortieranlage zugeführten Schrottmassenstrom durch Siebklassieren in mindestens einen ersten Teilschrottmassenstrom und einen zweiten Teilschrottmassenstrom aufzuteilen und den ersten Teilschrottmassenstrom der ersten Sortierlinie und den zweiten Teilschrottmassenstrom der zweiten Sortierlinie zuzuführen.

2. Sortieranlage nach Ausführungsform 1, wobei die erste Sortierlinie mindestens eine Sortiervorrichtung umfasst, die dazu eingerichtet ist, den der ersten Sortierlinie zugeführten ersten Teilschrottmassenstrom einzelkorngenau zu sortieren und/oder dass die zweite Sortierlinie mindestens eine Sortiervorrichtung umfasst, die dazu eingerichtet ist, den der zweiten Sortierlinie zugeführten Teilschrottmassenstrom einzelkorngenau zu sortieren.

3. Sortieranlage nach Ausführungsform 1 oder 2, wobei die erste Sortierlinie einen Wirbelstromscheider umfasst und/oder die zweite Sortierlinie einen Wirbelstromscheider umfasst.

4. Sortieranlage nach einer der Ausführungsformen 1 bis 3, wobei die erste Sortierlinie eine Röntgen-gestützte Sortiervorrichtung umfasst und/oder die zweite Sortierlinie eine Röntgen-gestützte Sortiervorrichtung umfasst, insbesondere eine Röntgen-gestützte Sortiervorrichtung, die für eine Einzelkornsortierung auf Basis einer Dual-Energie-Röntgen-transmissionsmessung eingerichtet ist.

5. Sortieranlage nach Ausführungsform 4, wobei die Röntgen-gestützte Sortiervorrichtung dazu eingerichtet ist, durch Dual-Energie-Röntgentransmissionsmessung einen Wert für die Dichte und einen Wert für die Dicke eines Schrottfragments zu bestimmen und das Schrottfragment abhängig von dem Wert für dessen Dichte und von dem Wert für dessen Dicke zu sortieren.

6. Sortieranlage nach einer der Ausführungsformen 1 bis 5, wobei die Sortieranlage ein Transportsystem aufweist, das dazu eingerichtet ist, den ersten Teilschrottmassenstrom bei Bedarf ganz oder teilweise dem zweiten Teilschrottmassenstrom zuzuführen, bevor der zweite Teilschrottmassenstrom der zweiten Sortierlinie zugeführt wird, und/oder dazu eingerichtet ist, den zweiten Teilschrottmassenstrom bei Bedarf ganz oder teilweise dem ersten Teilschrottmassenstrom zuzuführen, bevor der erste Teil-

schrottmassenstrom der ersten Sortierlinie zugeführt wird.

7. Sortieranlage nach einer der Ausführungsformen 1 bis 6, wobei die Sortieranlage ein Transportsystem aufweist, das dazu eingerichtet ist, den ersten und den zweiten Teilschrottmassenstrom nach Durchlaufen der jeweiligen Sortierlinie zusammenzuführen.

8. Sortieranlage nach einer der Ausführungsformen 1 bis 7, wobei die Sortieranlage eine Steuerungseinrichtung zur Steuerung der Sortieranlage umfasst, die vorzugsweise zur Steuerung der Sortieranlage gemäß einem Verfahren nach einer der Ausführungsformen eingerichtet ist.

9. Recyclinganlage zur Aufbereitung von Aluminiumschrott, insbesondere UBC-Schrott, umfassend eine Sortieranlage nach einer der Ausführungsformen 1 bis 8.

10. Sortierverfahren zum Sortieren von Aluminiumschrott, insbesondere von UBC-Schrott, vorzugsweise unter Verwendung einer Sortieranlage einer der Ausführungsformen 1 bis 8, bei dem ein Schrottmassenstrom durch Siebklassieren in mindestens einen ersten und einen zweiten Teilschrottmassenstrom aufgeteilt wird und bei dem der erste und der zweite Teilschrottmassenstrom getrennt voneinander sortiert werden.

11. Sortierverfahren nach Ausführungsform 10, wobei der erste und/oder der zweite Teilschrottmassenstrom jeweils einzelkorngenaу sortiert wird.

12. Sortierverfahren nach Ausführungsform 10 oder 11, wobei der erste und/oder der zweite Teilschrottmassenstrom jeweils mittels eines Wirbelstromscheiden sortiert wird.

13. Sortierverfahren nach einer der Ausführungsformen 10 bis 12, wobei der erste und/oder der zweite Teilschrottmassenstrom jeweils dadurch sortiert wird, dass Röntgenstrahlung-basierte Messungen, insbesondere eine Dual-Energie-Röntgentransmissionsmessungen, an Schrottfragmenten des ersten bzw. zweiten Teilschrottmassenstroms durchgeführt werden und die Schrottfragmente basierend auf dem zugehörigen Messergebnis sortiert werden.

14. Sortierverfahren nach Ausführungsform 13, wobei durch Dual-Energie-Röntgentransmissionsmessungen an einem Schrottfragment ein Wert für die Dichte und ein Wert für die Dicke des Schrottfragments bestimmt wird und das Schrottfragment abhängig von dem Wert für dessen Dichte und von dem Wert von dessen Dicke sortiert wird.

15. Recyclingverfahren zur Aufbereitung von Aluminiumschrott, insbesondere UBC-Schrott, vorzugsweise unter Verwendung einer Recyclinganlage nach Ausführungsform 9, bei dem eine Menge Schrott zerkleinert wird und bei dem der zerkleinerte Schrott mit einem Verfahren nach einer der Ausführungsformen 10 bis 14 sortiert wird.

[0080] Bei einer bevorzugten Ausführungsform umfasst die erste Sortierlinie einen Wirbelstromscheider und die zweite Sortierlinie umfasst einen Wirbelstromscheider oder die erste Sortierlinie umfasst eine Röntgen-gestützte Sortiervorrichtung und die zweite Sortierlinie umfasst eine Röntgen-gestützte Sortiervorrichtung oder die erste Sortierlinie umfasst einen Windsichter und die zweite Sortierlinie umfasst einen Windsichter. Also umfassen die erste und die zweite Sortierlinie jeweils einen Wirbelstromscheider oder die erste und die zweite Sortierlinie umfassen jeweils eine Röntgen-gestützte Sortiervorrichtung oder die erste und die zweite Sortierlinie umfassen jeweils einen Windsichter. Die erste und die zweite Sortierlinie können jeweils auch mehrere der genannten Komponenten (Wirbelstromscheider, Röntgen-gestützte Sortiervorrichtung, Windsichter) umfassen.

[0081] Bei einer entsprechenden Ausführungsform des Sortierverfahrens wird der erste und der zweite Teilschrottmassenstrom jeweils mittels eines Wirbelstromscheiden sortiert oder wird der erste und der zweite Teilschrottmassenstrom jeweils dadurch sortiert, dass Röntgenstrahlung-basierte Messungen an Schrottfragmenten des ersten bzw. zweiten Teilschrottmassenstroms durchgeführt werden und die Schrottfragmente basierend auf dem zugehörigen Messergebnis sortiert werden, oder wird der erste und der zweite Teilschrottmassenstrom jeweils mittels eines Windsichters sortiert.

[0082] Wirbelstromscheider, Röntgen-gestützte Sortiervorrichtung und Windsichter arbeiten besonders gut bei der Korngrößenverteilung, für die sie ausgelegt wurde. Indem der Schrottmassenstrom in Teilschrottmassenströme mit verschiedenen Korngrößenverteilungen aufgeteilt wird und eine jeweilige Sortierung der Teilschrottmassenströme mit einem eigenen Wirbelstromscheider, einer Röntgen-gestützte Sortiervorrichtung und/oder einem Windsichter erfolgt, können die beiden Wirbelstromscheider, die beiden Röntgen-gestützte Sortiervorrichtungen bzw. die beiden Windsichter an die Korngrößenverteilung der jeweiligen Sortierlinie angepasst werden, so dass über eine breite Korngrößenverteilung eine optimierte Sortierung erfolgen kann.

[0083] Weitere Vorteile und Merkmale der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen, wobei auf die beigefügte Zeichnung Bezug genommen wird.

[0084] In der Zeichnung zeigen

Fig. 1 mehrere Pakete UBC-Schrott mit geringem Kompaktierungsgrad,

- 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,
- Fig. 4 die Sortieranlage der Recyclinganlage aus Fig. 3,
- Fig. 5 ein Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Sortieranlage und des erfindungsgemäßen Sortierverfahrens,
- Fig. 6 den Röntgensortierer der Sortieranlage aus Fig. 5,
- Fig. 7 eine schematische Darstellung einer Dual-Energie-Röntgentransmissionsmessung des Röntgensortierers aus Fig. 6,
- Fig. 8 eine Diagrammdarstellung eines Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Recyclinganlage und des erfindungsgemäßen Recyclingverfahrens,
- Fig. 9 ein Ausführungsbeispiel des Verfahrens und der Anlage gemäß dem zweiten Aspekt der vorliegenden Offenbarung und
- Fig. 10 ein weiteres Ausführungsbeispiel der Sortieranlage und des Sortierverfahrens.

[0085] Die vorliegend beschriebene Sortieranlage bzw. die diese umfassende Recyclinganlage sind insbesondere für die Sortierung bzw. Aufbereitung von UBC-Schrott vorgesehen. Bei UBC-Schrott handelt es sich um Schrott aus gebrauchten 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.

[0086] Allerdings weisen am Schrottmarkt verfügbare UBC-Schrotte neben dem eigentlichen Aluminiumdosen-schrott verschiedene Arten von Verunreinigungen auf, die vor einer metallurgischen Verwertung des Schrotts entfernt werden müssen.

[0087] Typischerweise weist UBC-Schrott verschiedene nichtmetallische Verunreinigungen, wie Kunststofffolien, Sand oder Wasser auf, aber auch verschiedene metallische Verunreinigungen wie Fragmente aus Nichtaluminiumlegierungen oder Gussaluminium auf.

[0088] 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.

[0089] 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 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.

[0090] Fig. 2 zeigt ein Beispiel von Paketen 12 aus UBC-Schrott, die einen hohen 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 ohne weitere Hilfsmittel wie Kunststoffolien oder dgl. zusammenhalten.

[0091] 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.

[0092] 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 zugeführt, um Lackschichten von den Getränkedosenfragmenten zu entfernen und schließlich im Schmelzofen 28 eingeschmolzen.

[0093] Fig. 4 zeigt eine Diagrammdarstellung der Sortieranlage 24 der Recyclinganlage 20 aus Fig. 3. Die Sortieranlage 24 weist mehrere hinter einander geschaltete Sortiervorrichtung 30, 32, 34 auf, um verschiedene Verunreinigungen aus dem von der Zerkleinerungsanlage 22 zerkleinerten Schrott 36 auszusortieren.

[0094] Die Sortiervorrichtung 30 ist ein Magnetscheider, mit dem magnetisierbare Fremdschrotte, d.h. im Wesentlichen eisenhaltige Schrotte, aussortiert werden können. Die Sortiervorrichtung 32 ist ein Wirbelstromscheider, mit dem nichtmetallische Verunreinigungen wie zum Beispiel Kunststoffe aussortiert werden können. Die Sortiervorrichtung 34 ist eine Röntgen-basierte Sortiervorrichtung, mit der zum Beispiel Fremdlegierungen oder Gussaluminium aussortiert werden können.

[0095] Der sortierte Schrott 38 wird dann nach Verlassen der Sortiervorrichtung 30 zur Entlackungsanlage 26

transportiert.

[0096] Für das Recycling von UBC-Schrott ist es wünschenswert, den Schrott möglichst vollständig von Verunreinigungen zu befreien und gleichzeitig einen hohen Durchsatz mit hohem Massenstrom zu erreichen. Diese Zielvorgabe wird durch die Sortiervorrichtung 30 nur bedingt erfüllt. Insbesondere hat sich herausgestellt, dass die breite Korngrößenverteilung von UBC-Schrott zu einer ineffektiven Sortierung führt, da beispielsweise der Wirbelstromscheider 32 und die Röntgen-basierte Sortiervorrichtung 34 nur in bestimmten Korngrößenbereichen effektiv arbeiten.

[0097] Fig. 5 zeigt nun ein Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Sortieranlage und des erfindungsgemäßen Sortierverfahrens zum Sortieren von Aluminiumschrott, insbesondere UBC-Schrott.

[0098] Die Sortieranlage 52 umfasst eine Siebklassiervorrichtung 54 mit einem Sieb 56, mit dem ein der Sortieranlage 52 zugeführter Schrottmassenstrom 58 in einen ersten Teilschrottmassenstrom 60 und einen zweiten Teilschrottmassenstrom 62 aufgeteilt wird. Zu diesem Zweck wird der Schrottmassenstrom 58 in der Siebklassiervorrichtung 54 mit dem Sieb 56 gesiebt, so dass Schrottfragmente mit einer Korngröße von mehr als 30 mm auf dem Sieb verbleiben und Schrottfragmente mit einer Korngröße bis zu 30 mm durch das Sieb hindurchfallen. Der Siebüberlauf, d.h. die Schrottfragmente mit einer Korngröße von mehr als 30 mm, bilden den ersten Teilschrottmassenstrom 60. Zur Aussortierung besonders großer Schrottfragmente kann auch ein weiteres Sieb (nicht dargestellt) vorgesehen sein, mit dem zum Beispiel im Wesentlichen alle Schrottfragmente mit einer Korngröße von mehr als 120 mm aussortiert werden, so dass der erste Teilschrottmassenstrom 60 schließlich im Wesentlichen Schrottfragmente mit Korngrößen zwischen 30 und 120 mm enthält, z.B. eine Korngrößenverteilung, bei der $d_5 = 30$ mm und $d_{95} = 120$ mm ist.

[0099] Die Siebklassiervorrichtung 54 umfasst noch ein zweites Sieb 64, mit dem der Siebunterlauf, d.h. die Schrottfragmente mit einer Korngröße bis zu 30 mm, gesiebt werden. Mit dem Sieb 64 können Schrottfragmente mit einer Korngröße bis 8 mm, d.h. sogenanntes Feinkorn, ausgesiebt werden. Die übrigen Schrottfragmente mit Korngrößen zwischen 8 und 30 mm bilden den zweiten Teilschrottmassenstrom 62. Das Feinkorn ist für eine Sortierung schlecht geeignet und wird daher vorzugsweise einem Container 66 für die Feinkornfraktion zugeführt und auf diese Weise aus dem Recyclingprozess abgeführt.

[0100] Die Sortieranlage 52 weist eine erste Sortierlinie 68a und eine zweite Sortierlinie 68b auf, die jeweils mehrere hintereinander folgende Sortiervorrichtungen 70a-b, 72a-b, 74a-b zur einzelkorngenauen Sortierung umfassen. Der ersten Sortierlinie 68a wird der erste Teilschrottmassenstrom 60 und der zweiten Sortierlinie 68b der zweite Teilschrottmassenstrom 62 zugeführt.

[0101] Bei den Sortiervorrichtungen 70a-b handelt es sich um Magnetscheider, mit denen aus dem ersten bzw.

zweiten Teilschrottmassenstrom 60, 62 magnetisierbare Fremdschrotte, d.h. im Wesentlichen eisenhaltige Schrotte, aussortiert werden können. Die Magnetscheider 70a-b können zu diesem Zweck beispielsweise ein an einer Kante umgelenktes Förderband aufweisen, an dessen Unterseite Permanentmagneten vorgesehen sind. Während nichtmagnetisierbare Fragmente an der Kante vom Förderband fliegen, bleiben magnetisierbare Fragmente wegen der Permanentmagneten am Förderband haften und können auf diese Weise aussortiert und beispielsweise einem Container 76 für die magnetisierbare Fraktion zugeführt werden.

[0102] Bei den Sortiervorrichtungen 72a-b handelt es sich um Wirbelstromscheider, mit denen aus dem ersten bzw. zweiten Teilschrottmassenstrom 60, 62 nichtmetallische Verunreinigungen wie zum Beispiel Kunststoffe aussortiert werden können. Zu diesem Zweck können die Wirbelstromscheider beispielsweise ein an einer Kante umgelenktes Förderband aufweisen, wobei an der Kante ein Permanentmagnet mit hoher Geschwindigkeit rotiert und dadurch ein elektromagnetisches Wechselfeld an der Kante erzeugt. Die auf dem Förderband transportierten Schrottfragmente fliegen an der Kante vom Förderband. Das elektromagnetische Wechselfeld induziert in elektrisch leitfähigen Schrottfragmenten einen Wirbelstrom, so dass diese Fragmente weiter fliegen als nichtleitfähige Schrottfragmente. Letztere lassen sich dadurch mit den Wirbelstromscheidern 72a-b aussortieren und beispielsweise einem Container 78 für die nichtmetallische Fraktion zuzuführen.

[0103] Bei den Sortiervorrichtungen 74a-b handelt es sich um Röntgen-basierte Sortiervorrichtungen, mit denen insbesondere Fragmente aus Fremdlegierungen oder Gussaluminium aussortiert und einem Container 80 für diese Fremdschrottfraktion zugeführt werden können. Die Funktionsweise dieser Röntgen-basierte Sortiervorrichtungen 74a-b wird weiter unten im Zusammenhang mit Fig. 6 und 7 im Einzelnen erläutert.

[0104] Die Sortiervorrichtungen 70a, 72a, 74a der ersten Sortierlinie 68a sind an die durch das Sieb 56 definierte Korngrößenverteilung des ersten Teilschrottmassenstroms 60 (z.B. $d_5 = 30$ mm und $d_{95} = 120$ mm) angepasst. Da insbesondere der Wirbelstromscheider 72a und die Röntgen-basierte Sortiervorrichtung 74a nur in dem beschränkten Korngrößenbereich effektiv arbeiten, für den sie ausgelegt sind, lässt sich durch die Anpassung dieser Sortiervorrichtungen an die Korngrößenverteilung des ersten Teilschrottmassenstroms 60 die Sortiereffektivität erhöhen.

[0105] Entsprechend sind die Sortiervorrichtungen 70b, 72b, 74b der zweiten Sortierlinie 68b an die durch die Siebe 56 und 64 definierte Korngrößenverteilung des zweiten Teilschrottmassenstroms 60 (z.B. $d_5 = 8$ mm und $d_{95} = 30$ mm) angepasst, so dass auch in der zweiten Sortierlinie 68b eine höhere Sortiereffektivität erreicht wird.

[0106] Nach Durchlaufen der jeweiligen Sortierlinien 68a und 68b werden die sortierten Teilschrottmassen-

ströme 60 und 62 wieder zu einem sortierten Schrottmassenstrom 82 zusammengeführt und zur weiteren Verarbeitung beispielsweise einer Entlackungsanlage zugeführt.

[0107] Der Transport der Schrottmassenströme bzw. Teilschrottmassenströme durch die Sortieranlage 52 erfolgt mittels eines Transportsystems 84, das beispielsweise Förderbänder und/oder Förderschrauben aufweisen kann, mit denen der Schrottmassenstrom 58 zur Siebklassiervorrichtung 54 und die Teilschrottmassenströme 60, 62 durch die jeweiligen Sortierlinien 68a-b transportiert werden können sowie die Teilschrottmassenströme 60, 62 nach Durchlaufen der Sortierlinien 68a-b zum sortierten Schrottmassenstrom 82 zusammengeführt und aus der Sortieranlage 52 heraus transportiert werden können.

[0108] Das Transportsystem 84 ist vorzugsweise dazu eingerichtet, den ersten Teilschrottmassenstrom 60 ganz oder teilweise in den zweiten Teilschrottmassenstrom 62 bzw. den zweiten Teilschrottmassenstrom 60 ganz oder teilweise in den ersten Teilschrottmassenstrom 62 einzuleiten, bevor der zweite Teilschrottmassenstrom die zweite bzw. der erste Teilschrottmassenstrom die erste Sortierlinie 68a-b durchläuft. Zu diesem Zweck kann das Transportsystem 84 beispielsweise zwei entsprechend angeordnete Förderschrauben oder Förderbänder 86a-b oder alternativ eine reversierende Förderschraube oder ein reversierendes Förderband umfassen.

[0109] Auf diese Weise kann beispielsweise bei Wartung oder Ausfall der ersten Sortierlinie 68a die Sortieranlage 52 weiter betrieben werden, indem der erste Teilschrottmassenstrom 60 über die Förderschraube 86a dem zweiten Teilschrottmassenstrom 62 zugeführt wird und zusammen mit diesem die zweite Sortierlinie 68b durchläuft. Ebenso kann eine sehr ungleiche Aufteilung des Schrottmassenstroms 58 auf den ersten und zweiten Teilschrottmassenstrom 60, 62 ausgeglichen werden, indem ein Teil des größeren Teilschrottmassenstroms in den kleineren Teilschrottmassenstrom überführt wird.

[0110] Die Sortieranlage 52 umfasst weiterhin eine Steuerungseinrichtung 88 zur Steuerung der Sortieranlage 52. Insbesondere kann die Steuerungseinrichtung 88 zur Steuerung des Transportsystems 52 eingerichtet sein.

[0111] Fig. 6 zeigt die Röntgen-basierte Sortiervorrichtung 74a aus Fig. 5 in schematischer Schnitansicht. Die Röntgen-basierte Sortiervorrichtung 74a weist ein Förderband 102 auf, auf das die Schrottfragmente 104 des ersten Teilschrottmassenstroms 60 gelangen, nachdem sie den Wirbelstromscheider 72a verlassen haben. Mit dem Förderband 102 werden die Schrottfragmente 104 zu einer Messvorrichtung 106 transportiert, die zur Dual-Energie-Röntgentransmissionsmessung eingerichtet ist. Zu diesem Zweck weist die Messvorrichtung 106 eine oberhalb des Förderbands 102 angeordnete Röntgenquelle 108 zur Erzeugung von Röntgenstrahlung 110 und eine unterhalb des Förderbands 102 angeordnete De-

tektoranordnung 112 auf, mit der die Absorption der Röntgenstrahlung 110 für zwei verschiedene Röntgenenergien bestimmt werden kann.

[0112] Fig. 7 zeigt eine schematische Darstellung einer Dual-Energie-Röntgentransmissionsmessung mit der Messvorrichtung 106. Gelangt ein Schrottfragment 104 zwischen die Röntgenquelle 108 und die Detektoranordnung 112, so wird das Schrottfragment 104 von der Röntgenstrahlung 110 durchstrahlt. Die Detektoranordnung 112 weist einen ersten Detektor 114 zur Messung der durch das Schrottfragment 104 transmittierten niederenergetischen Röntgenstrahlung 110a auf. Unterhalb des ersten Detektors 114 ist ein Filter 116 angeordnet, der die niederenergetische Röntgenstrahlung 110a blockiert. Der unterhalb des Filters 116 angeordnete zweite Detektor 118 misst somit nur die transmittierte hochenergetische Röntgenstrahlung 110b, die den Filter 116 passiert.

[0113] Die vom ersten und zweiten Detektor 114, 118 gemessene Röntgenintensität ist von der Dichte und der Dicke des Schrottfragments 104 abhängig. Daher lässt sich aus den für die beiden Röntgenenergien gemessenen Röntgenintensitäten ein Wert für die Dichte und ein Wert für die Dicke des Schrottfragments 104 bestimmen.

[0114] Durch einen Vergleich des bestimmten Werts für die Dichte des Schrottfragments 104 mit einem vorgegebenen Dichtenbereich für Aluminiumlegierungen kann die Messvorrichtung 106 feststellen, ob das Schrottfragment 104 aus einer Aluminiumlegierung oder einer Fremdlegerung besteht.

[0115] Die Sortiervorrichtung 74a in Fig. 6 weist weiterhin eine am Ende des Förderbands 102 angeordnete Druckluftsortiervorrichtung 120 auf, mit der Schrottfragmente einzeln aussortiert werden können. Die Druckluftsortiervorrichtung 120 weist einen Drucklufttank 122 und über eine Leitung 124 mit diesem verbundene, ansteuerbare Druckluftdüsen 126 auf.

[0116] Wird mit der Messvorrichtung 106 ein Schrottfragment 104 aus einer Fremdlegerung detektiert, so wird eine der Position des Schrottfragments 104 auf dem Band entsprechende Druckluftdüse geöffnet, wenn das betreffende Schrottfragment 104 das Bandende erreicht hat. Auf diese Weise wird das Schrottfragment 104 durch einen scharfen Luftstoß gezielt aussortiert und zum Container 80 für die Fremdlegerungsfraction transportiert. Auf diese Weise können die Schrottfragmente 104 dickenabhängig sortiert werden.

[0117] Vorzugsweise ist die Sortiervorrichtung 74a weiterhin dazu eingerichtet, die Schrottfragmente 104 dickenabhängig zu sortieren. Zu diesem Zweck vergleicht die Messvorrichtung 106 den bestimmten Wert für die Dicke des gemessenen Schrottfragments 104 mit einem vorgegebenen Dickenbereich, der an die typischen Wanddicken von Aluminiumgetränkedosen sowie an die typische Anzahl der übereinander gefalteten Wandlagen bei Schrottfragmenten mit der Korngrößenverteilung des ersten Teilschrottmassenstroms angepasst ist.

[0118] Auf diese Weise können beispielsweise

Schrottfragmente aus Aluminiumguss identifiziert werden, die eine vergleichbare Dichte aufweisen wie Aluminiumgetränkedosenfragmente, jedoch eine erheblich größere Dicke. Derartige Fremdschrotte können dann ebenfalls mit der Druckluftsortiervorrichtung 120 aussortiert werden.

[0119] Insbesondere die dickenabhängige Sortierung der Schrottfragmente arbeitet nur in einem beschränkten Korngrößenbereich effektiv, da größere Korngrößen typischerweise mit größeren Dicken aufgrund der mehrfachen Faltung von Wandlagen einhergehen. Daher ist diese Art der Sortierung gerade bei der vorliegenden Sortieranlage vorteilhaft, bei der eine Aufteilung in zwei Teilschrottmassenströme durch Siebklassierung erfolgt, so dass die jeweiligen Röntgen-basierten Sortiervorrichtungen 74a-b an die Korngrößenverteilung des jeweiligen Teilschrottmassenstroms 60, 62 angepasst werden können. Beispielsweise kann die Sortiervorrichtung 74a für die größeren Schrottfragmente dazu eingerichtet sein, Schrottfragmente mit einer Dicke, die das Sechsfache einer typischen Dosenwanddicke von 0,1 mm (d.h. eine Dicke von 0,6 mm) überschreitet, aussortiert werden. Die Sortiervorrichtung 74b für die kleineren Schrottfragmente kann beispielsweise dazu eingerichtet sein, dass bereits Schrottfragmente mit einer Dicke, die das Vierfache der typischen Dosenwanddicke von 0,1 mm (d.h. eine Dicke von 0,4 mm) überschreitet, aussortiert werden.

[0120] Insgesamt kann mit der Sortieranlage 52 damit auch bei großem Durchsatz eine effektive Sortierung von UBC-Schrott erreicht werden.

[0121] Fig. 8 zeigt eine Diagrammdarstellung eines Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Recyclinganlage und des erfindungsgemäßen Recyclingverfahrens. Die Recyclinganlage 140 umfasst eine Zerkleinerungsanlage 142 zur Zerkleinerung von Aluminiumschrott. Der Zerkleinerungsanlage 142 ist die zuvor beschriebene Sortieranlage mit der Siebklassiervorrichtung 54 und den zwei Sortierlinien 68a und 68b nachgeordnet, der die von der Zerkleinerungsanlage 142 zerkleinerten Schrottfragmente als Schrottmassenstrom 58 zugeführt werden. Der Sortieranlage 52 ist eine Entlackungsanlage 144 nachgeordnet, der der von der Sortieranlage 52 sortierte Schrottmassenstrom 82 zugeführt wird. In der Entlackungsanlage 144 werden Lackschichten auf der Oberfläche der Aluminiumgetränkedosenfragmente in einem heißen Luftstrom bei ca. 400 °C verdampft. Der Entlackungsanlage 144 ist schließlich noch ein Schmelzofen 146 nachgeordnet, in dem die entlackten Schrottfragmente dann eingeschmolzen und metallurgisch weiterverarbeitet werden können.

[0122] Wie zuvor im Zusammenhang mit Fig. 5 erläutert, kann der UBC-Schrott mit der Sortieranlage 52 effektiv und mit hohem Durchsatz sortiert werden, so dass der nachfolgenden Entlackungsanlage 144 und dem nachfolgenden Schmelzofen 146 ein möglichst verunreinigungsarmer Schrottmassenstrom zugeführt werden kann. Dadurch wird ein störungsärmerer Betrieb der Entlackungsanlage 144 und des Schmelzofens 146 und eine

bessere Zusammensetzung der mit dem Schmelzofen 146 erzeugten Schmelze erreicht als mit der Recyclinganlage 20 aus dem Stand der Technik.

[0123] Fig. 9 zeigt ein Ausführungsbeispiel des Verfahrens und der Anlage gemäß dem zweiten Aspekt der vorliegenden Offenbarung.

[0124] 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 Sortieranlage 52 bzw. um eine der beiden Sortierlinien 68a oder 68b aus Fig. 8 handeln.

[0125] Weiterhin umfasst die Anlage 200 eine Bereitstellungsstation 204, die zur Bereitstellung von Schrottfragmenten eingerichtet ist. Bei der Bereitstellungsstation 204 kann es sich beispielsweise um die Zerkleinerungsanlage 142 aus Fig. 4 oder um einen zwischen der Zerkleinerungsanlage 142 und der Sortieranlage 52 ggf. vorgesehenen Pufferspeicher handeln.

[0126] 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.

[0127] Darüber hinaus weist die Anlage 200 noch eine Durchsatzmesseinrichtung 210 auf, die dazu eingerichtet ist, an dem Strom 208 von Schrottfragmenten einen Wert für 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 belegte Fläche ermittelt. Vorzugsweise ist zu diesem Zweck eine Vereinzelungseinrichtung 214 vorgesehen, die die Schrottfragmente auf dem Transportband 206 zuvor vereinzelt.

[0128] 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 Wert für den Volumenstrom des Stroms 208 zu bestimmen. Bei Verwendung einer Bandwaage oder einer Lasertriangulationsvorrichtung ist eine vorige Vereinzelung der Schrottfragmente nicht notwendig.

[0129] Die Durchsatzmesseinrichtung 210 kann in Fig. 8 beispielsweise zwischen der Zerkleinerungsanlage 142 und der Sortieranlage 52 angeordnet sein. Es kann auch in jeder der beiden Sortierlinien 68a und 68b jeweils eine Durchsatzmesseinrichtungen 210 vorgesehen sein.

[0130] 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

nen unteren Grenzwert unterschreitet.

[0131] 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 Bereitstellungseinrichtung 204 und die Fördereinrichtung 206 derart ansteuern, dass die Entnahmerate der Entnahmevorrichtung 220 und die Transportgeschwindigkeit des Transportbands 206 erhöht (erniedrigt) wird, wenn der gemessene Wert für den Durchsatz zu niedrig (zu hoch) ist.

[0132] Im Folgenden wird ein Beispiel für eine mögliche Regelung des Durchsatzes durch die Steuerungseinrichtung 218 beschrieben:

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, beispielsweise des Röntgensortierers 74a oder 74b aus Fig. 5, oder eines Wirbelstromscheiders, beispielsweise des Wirbelstromscheiders 72a oder 72b aus Fig. 5, oder eines Windsichters sein, der 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, der Wirbelstromscheider bzw. der Windsichter überlastet wird.

[0133] Die Bereitstellungsstation 204, zum Beispiel ein Silo oder eine Silogruppe, zum Beispiel ein zwischen der Zerkleinerungsanlage 142 und der Sortieranlage 52 angeordnetes Silo, oder die Zerkleinerungsanlage 142 selbst, 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, Wirbelstromscheiders bzw. Windsichters beginnen.

[0134] Wenn die Steuerungseinrichtung 218 feststellt, dass der von der Durchsatzmesseinrichtung 210 gemessene Wert für den Durchsatz für mehr als z.B. 10s unter dem unteren Grenzwert liegt, steuert die Steuerungseinrichtung 218 die Entnahmevorrichtung 220 (bzw. die Zerkleinerungsanlage 142) 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.

[0135] 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 Ent-

nahmevorrichtung 220 (bzw. die Zerkleinerungsanlage 142) 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.

[0136] 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 Entnahmevorrichtung 220 (bzw. die Zerkleinerungsanlage 142) so an, dass die Austragsleistung sofort reduziert wird, beispielsweise um 0,5 t/h, um eine Überlastung des Röntgensortierers, Wirbelstromscheiders bzw. Windsichters zu vermeiden. Sollte nach 90 Sekunden (Zeit vom Siloaustrag bis zur Durchsatzmesseinrichtung 210) der Durchsatz weiter oberhalb des zweiten oberen Grenzwerts liegen, wird die Ausgangsleistung erneut reduziert, zum Beispiel wieder um 0,5 t/Stunde.

[0137] Fig. 10 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel der Sortieranlage und des Sortierverfahrens. Der Aufbau und die Funktionsweise der Sortieranlage 52' entsprechen im Wesentlichen dem Aufbau und der Funktionsweise der Sortieranlage 52 aus Fig. 5. Gleiche Komponenten sind mit gleichen Bezugszeichen versehen.

[0138] Die Sortieranlage 52' kann bei der in Fig. 8 dargestellten Recyclinganlage anstelle der Sortieranlage 52 verwendet werden, wodurch sich entsprechende weitere Ausführungsbeispiele der Recyclinganlage und des Recyclingverfahrens ergeben. Die Sortieranlage 52' unterscheidet sich dadurch von der Sortieranlage 52, dass eine erste Durchsatzmesseinrichtung 302 und eine zweite Durchsatzmesseinrichtung 304 vorgesehen sind, wobei die erste Durchsatzmesseinrichtung 302 zur Bestimmung eines Werts für den Durchsatz des der ersten Sortierlinie 68a zugeführten ersten Teilschrottmassenstroms 60 und die zweite Durchsatzmesseinrichtung 304 zur Bestimmung eines Werts für den Durchsatz des der zweiten Sortierlinie 68b zugeführten zweiten Teilschrottmassenstroms 62 eingerichtet ist. Beispielsweise können die erste und die zweite Durchsatzmesseinrichtung 302, 304 jeweils eine Bandwaage umfassen, mit der jeweils Werte für die Massenströme der Teilschrottmassenströme 60, 62 ermittelt werden. Alternativ können die erste und die zweite Durchsatzmesseinrichtung 302, 304 auch jeweils eine Lasertriangulationsvorrichtung aufweisen, mit denen jeweils Werte für die Volumenströme der Teilschrottmassenströme 60, 62 ermittelt werden.

[0139] Die Steuerungseinrichtung 88 ist dazu eingerichtet, die Regelung des der Sortieranlage 52' zugeführten Schrottmassenstroms 58 zu veranlassen, beispielsweise durch Ansteuerung einer der Sortieranlage 52' vorgelagerten Verarbeitungsanlage, wie zum Beispiel der Zerkleinerungsanlage 142 oder eines Pufferspeichers, und/oder eines Transportsystems, das den Schrottmassenstrom 58 zur Sortieranlage 52' transportiert. Die Re-

gelung erfolgt vorzugsweise abhängig von einem Vergleich eines von der ersten Durchsatzmeseinrichtung 302 gemessenen Werts mit einem Grenzwert für die erste Sortierlinie 68a und abhängig von einem Vergleich eines von der zweiten Durchsatzmeseinrichtung 304 gemessenen Werts mit einem Grenzwert für die zweite Sortierlinie 68b.

[0140] Beispielsweise kann die Steuerungseinrichtung 88 dazu eingerichtet sein, eine Erhöhung des Durchsatzes des der Sortieranlage 52' zugeführten Schrottmassenstroms 58 nur zu veranlassen, wenn die erste und die zweite Sortierlinie 68a-b in Unterlast fahren, beispielsweise wenn die von der ersten Durchsatzmeseinrichtung 302 gemessenen Werte unter einem vorgegebenen unteren Grenzwert für die erste Sortierlinie 68a und die von der zweiten Durchsatzmeseinrichtung 304 gemessenen Werte unter einem vorgegebenen unteren Grenzwert für die zweite Sortierlinie 68b liegen. Auf diese Weise wird verhindert, dass es durch die Durchsatz-
erhöhung des Schrottmassenstroms 58 aufgrund der Unterlast in nur einer Sortierlinie zu einer Überlastung in der anderen Sortierlinie kommt.

[0141] Weiterhin kann die Steuerungseinrichtung 88 dazu eingerichtet sein, die Reduzierung des Durchsatzes des der Sortieranlage 52' zugeführten Schrottmassenstroms 58 zu veranlassen, wenn die erste oder die zweite Sortierlinie 68a-b in Überlast fahren, beispielsweise wenn die von der ersten Durchsatzmeseinrichtung 302 gemessenen Werte über einem vorgegebenen oberen Grenzwert für die erste Sortierlinie 68a und die von der zweiten Durchsatzmeseinrichtung 304 gemessenen Werte über einem vorgegebenen oberen Grenzwert für die zweite Sortierlinie 68b liegen. Auf diese Weise wird eine Überlastung einer Sortierlinie verhindert, wobei eine mögliche Unterlastung der anderen Sortierlinie in Kauf genommen wird.

[0142] Die Sortieranlage 52' weist darüber hinaus noch eine Fragmentgrößenmeseinrichtung 306 auf. Die Fragmentgrößenmeseinrichtung 306 umfasst eine Kamera, mit der Bilddaten des der ersten Sortierlinie 68a zugeführten Teilschrottmassenstroms 60 aufgenommen werden. Die Steuerungseinrichtung 88 bestimmt an den Bilddaten mittels bildverarbeitungstechnischer Methoden, z.B. durch eine Konturenerkennung, Werte für die Korngrößen von Schrottfragmenten in dem Teilschrottmassenstrom 60.

[0143] Stellt die Steuerungseinrichtung 88 anhand der von der ersten und zweiten Durchsatzmeseinrichtung 302, 304 erfassten Werte fest, dass es über die Zeit zu einer Durchsatzverschiebung von einer zur anderen Sortierlinie kommt, beispielsweise dass der Durchsatz der zweiten Sortierlinie 68b abnimmt und der Durchsatz der ersten Sortierlinie 68a zunimmt, so ist dies ein Indikator dafür, dass die Zerkleinerungseffizienz der Zerkleinerungsanlage 142 durch Verschleiß abnimmt oder dass sich ein Sieb 56 der Siebklassiervorrichtung 54 zugesetzt hat. Die Steuerungseinrichtung 88 kann dann beispielsweise eine entsprechende Warnung über eine Nutzer-

schnittstelle (nicht dargestellt) ausgeben und ggf. die Sortieranlage 52' bzw. die Recyclinganlage teilweise oder ganz stoppen.

[0144] Indem die Steuerungseinrichtung 88 bei einer Durchsatzverschiebung anhand der Fragmentgrößenmeseinrichtung zusätzlich feststellt, ob in der ersten Sortierlinie 68a gehäuft kleine Schrottfragmente auftreten, die eigentlich der zweiten Sortierlinie 68b zugeführt werden sollen, kann die Steuerungseinrichtung 88 zwischen den beiden zuvor beschriebenen Situationen (Verschleiß der Zerkleinerungsanlage 142 bzw. Zusetzen des Siebs 56) unterscheiden, da eine Häufung kleiner Schrottfragmente in der ersten Sortierlinie 68a anzeigen, dass sich das Sieb 56 zugesetzt hat. Die Steuerungseinrichtung 88 kann dann über die Nutzerschnittstelle eine entsprechend differenzierte Warnung ausgeben.

[0145] Auf diese Weise können die Durchsatzmeseinrichtungen 302, 304 nicht nur zur Durchsatzregelung eingesetzt werden, um die Sortieranlage 52' am optimalen Betriebspunkt zu betreiben, sondern die Durchsatzmeseinrichtungen 302, 304 können synergetisch vorteilhaft gleichzeitig auch zur Überwachung des Zustands der Zerkleinerungsanlage 142 bzw. der Siebklassiervorrichtung 54 mitgenutzt werden.

Patentansprüche

1. Sortieranlage (52) zur Sortierung von Aluminiumschrott, insbesondere UBC-Schrott,

- mit einer ersten Sortierlinie (68a) umfassend mindestens eine Sortiervorrichtung (70a, 72a, 74a), die dazu eingerichtet ist, einen der ersten Sortierlinie (68a) zugeführten Schrottmassenstrom (60) zu sortieren,

dadurch gekennzeichnet,

- **dass** die Sortieranlage (52) eine zweite Sortierlinie (68b) aufweist, die mindestens eine Sortiervorrichtung (70b, 72b, 74b) umfasst, die dazu eingerichtet ist, einen der zweiten Sortierlinie (68b) zugeführten Schrottmassenstrom (62) zu sortieren,
- **dass** die Sortieranlage (52) eine Siebklassiervorrichtung (54) umfasst, die dazu eingerichtet ist, einen der Sortieranlage (52) zugeführten Schrottmassenstrom (58) durch Siebklassieren in mindestens einen ersten Teilschrottmassenstrom (60) und einen zweiten Teilschrottmassenstrom (62) aufzuteilen und den ersten Teilschrottmassenstrom (60) der ersten Sortierlinie (68a) und den zweiten Teilschrottmassenstrom (62) der zweiten Sortierlinie (68b) zuzuführen, und
- wobei die erste Sortierlinie (68a) einen Wirbel-

stromscheider (72a) umfasst und die zweite Sortierlinie (68b) einen Wirbelstromscheider (72b) umfasst oder wobei die erste Sortierlinie (68a) eine Röntgen-gestützte Sortiervorrichtung (74a) umfasst und die zweite Sortierlinie (68b) eine Röntgen-gestützte Sortiervorrichtung (74b) umfasst oder

wobei die erste Sortierlinie (68a) einen Windsichter umfasst und die zweite Sortierlinie (68b) einen Windsichter umfasst.

2. Sortieranlage nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass die erste Sortierlinie (68a) mindestens eine Sortiervorrichtung (70a, 72a, 74a) umfasst, die dazu eingerichtet ist, den der ersten Sortierlinie (68a) zugeführten ersten Teilschrottmassenstrom (60) einzelkorngenaue zu sortieren und/oder dass die zweite Sortierlinie (68b) mindestens eine Sortiervorrichtung (70b, 72b, 74b) umfasst, die dazu eingerichtet ist, den der zweiten Sortierlinie (68b) zugeführten Teilschrottmassenstrom (62) einzelkorngenaue zu sortieren.
3. Sortieranlage nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, dass die erste Sortierlinie (68a) eine Röntgen-gestützte Sortiervorrichtung (74a) umfasst und/oder die zweite Sortierlinie (68b) eine Röntgen-gestützte Sortiervorrichtung (74b) umfasst, die für eine Einzelkornsortierung auf Basis einer Dual-Energie-Röntgentransmissionsmessung eingerichtet ist.
4. Sortieranlage nach Anspruch 3,
dadurch gekennzeichnet, dass die Röntgen-gestützte Sortiervorrichtung (74a-b) dazu eingerichtet ist, durch Dual-Energie-Röntgentransmissionsmessung einen Wert für die Dichte und einen Wert für die Dicke eines Schrottfragments zu bestimmen und das Schrottfragment (104) abhängig von dem Wert für dessen Dichte und von dem Wert für dessen Dicke zu sortieren.
5. Sortieranlage nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet, dass die Sortieranlage (52) ein Transportsystem (84) aufweist, das dazu eingerichtet ist, den ersten Teilschrottmassenstrom (60) bei Bedarf ganz oder teilweise dem zweiten Teilschrottmassenstrom (62) zuzuführen, bevor der zweite Teilschrottmassenstrom (62) der zweiten Sortierlinie (68b) zugeführt wird, und/oder dazu eingerichtet ist, den zweiten Teilschrottmassenstrom (62) bei Bedarf ganz oder teilweise dem ersten Teilschrottmassenstrom (60) zuzuführen, bevor der erste Teilschrottmassenstrom (60) der ersten Sortierlinie (68a) zugeführt wird.
6. Sortieranlage nach einem der Ansprüche 1 bis 5,

dadurch gekennzeichnet, dass die Sortieranlage (52) ein Transportsystem (84) aufweist, das dazu eingerichtet ist, den ersten und den zweiten Teilschrottmassenstrom (60, 62) nach Durchlaufen der jeweiligen Sortierlinie (68a-b) zusammenzuführen.

7. Sortieranlage nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
dadurch gekennzeichnet, dass die Sortieranlage (52) eine Steuerungseinrichtung (88) zur Steuerung der Sortieranlage (52) umfasst, die vorzugsweise zur Steuerung der Sortieranlage (52) gemäß einem Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 14 eingerichtet ist.
8. Recyclinganlage (140) zur Aufbereitung von Aluminiumschrott, insbesondere UBC-Schrott, umfassend eine Sortieranlage (52) nach einem der Ansprüche 1 bis 7.
9. Sortiervorrichtung zum Sortieren von Aluminiumschrott, insbesondere von UBC-Schrott, vorzugsweise unter Verwendung einer Sortieranlage (52) nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
 - bei dem ein Schrottmassenstrom (58) durch Siebklassieren in mindestens einen ersten und einen zweiten Teilschrottmassenstrom (60, 62) aufgeteilt wird und
 - bei dem der erste und der zweite Teilschrottmassenstrom (60, 62) getrennt voneinander sortiert werden,
 - wobei der erste und der zweite Teilschrottmassenstrom (60, 62) jeweils mittels eines Wirbelstromscheiders (72a-b) sortiert wird oder
 - wobei der erste und der zweite Teilschrottmassenstrom (60, 62) jeweils dadurch sortiert wird, dass Röntgenstrahlung-basierte Messungen an Schrottfragmenten (104) des ersten bzw. zweiten Teilschrottmassenstroms (60, 62) durchgeführt werden und die Schrottfragmente (104) basierend auf dem zugehörigen Messergebnis sortiert werden, oder
 - wobei der erste und der zweite Teilschrottmassenstrom (60, 62) jeweils mittels eines Windsichters sortiert wird.
10. Sortiervorrichtung nach Anspruch 9,
dadurch gekennzeichnet, dass der erste und/oder der zweite Teilschrottmassenstrom (60, 62) jeweils einzelkorngenaue sortiert wird.
11. Sortiervorrichtung nach Anspruch 9 oder 10,
dadurch gekennzeichnet, dass der erste und/oder der zweite Teilschrottmassenstrom (60, 62) jeweils dadurch sortiert wird, dass Röntgenstrahlung-basierte Messungen, und zwar eine Dual-Energie-Röntgentransmissionsmessungen, an Schrottfragmenten (104) des ersten bzw. zweiten Teilschrott-

massenstroms (60, 62) durchgeführt werden und die Schrottfragmente (104) basierend auf dem zugehörigen Messergebnis sortiert werden.

12. Sortierverfahren nach Anspruch 11, 5
dadurch gekennzeichnet, dass durch Dual-Energie-Röntgentransmissionsmessungen an einem Schrottfragment (104) ein Wert für die Dichte und ein Wert für die Dicke des Schrottfragments (104) bestimmt wird und das Schrottfragment (104) 10
abhängig von dem Wert für dessen Dichte und von dem Wert von dessen Dicke sortiert wird.
13. Recyclingverfahren zur Aufbereitung von Aluminiumschrott, insbesondere UBC-Schrott, vorzugsweise unter Verwendung einer Recyclinganlage (140) nach Anspruch 8, 15
- bei dem eine Menge Schrott zerkleinert wird 20
und
 - bei dem der zerkleinerte Schrott mit einem Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 12 sortiert wird.

25

30

35

40

45

50

55

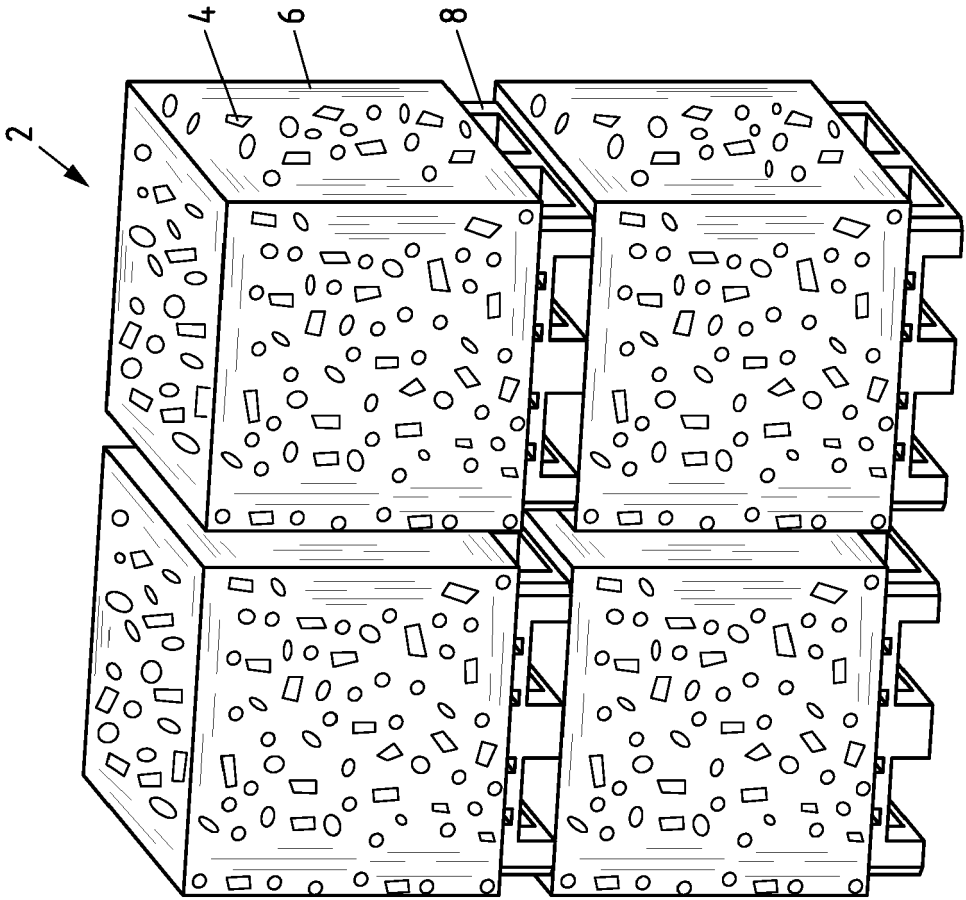


Fig.1

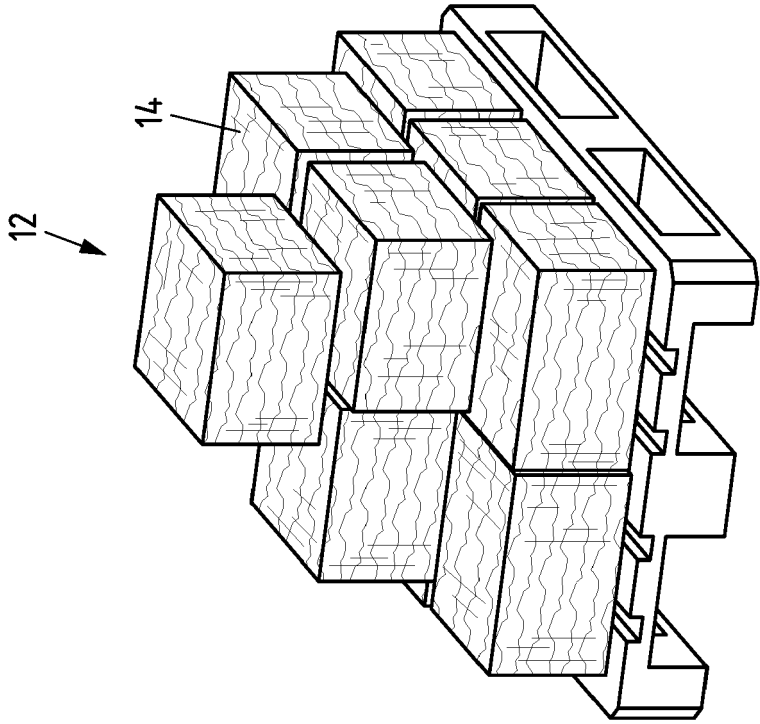


Fig.2

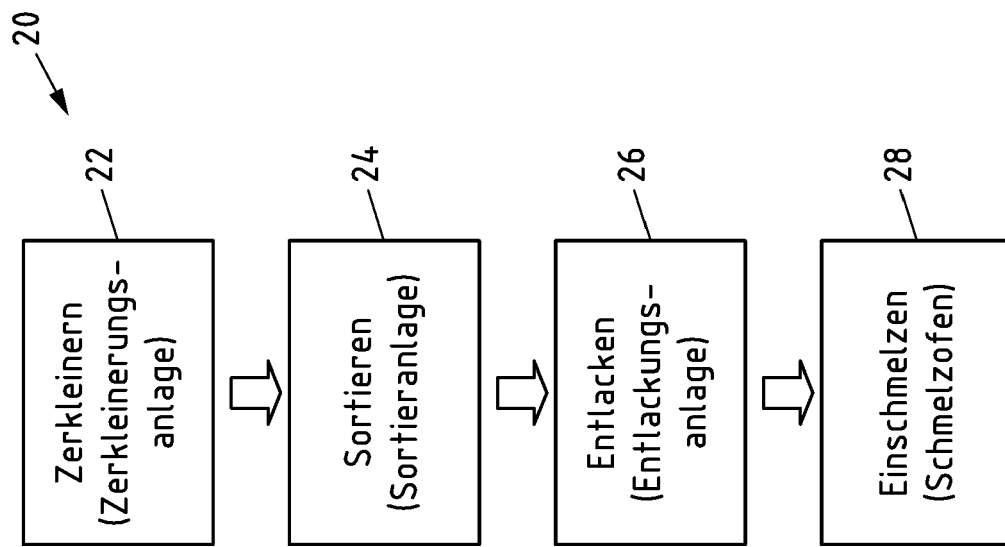


Fig.3
(Stand der Technik)

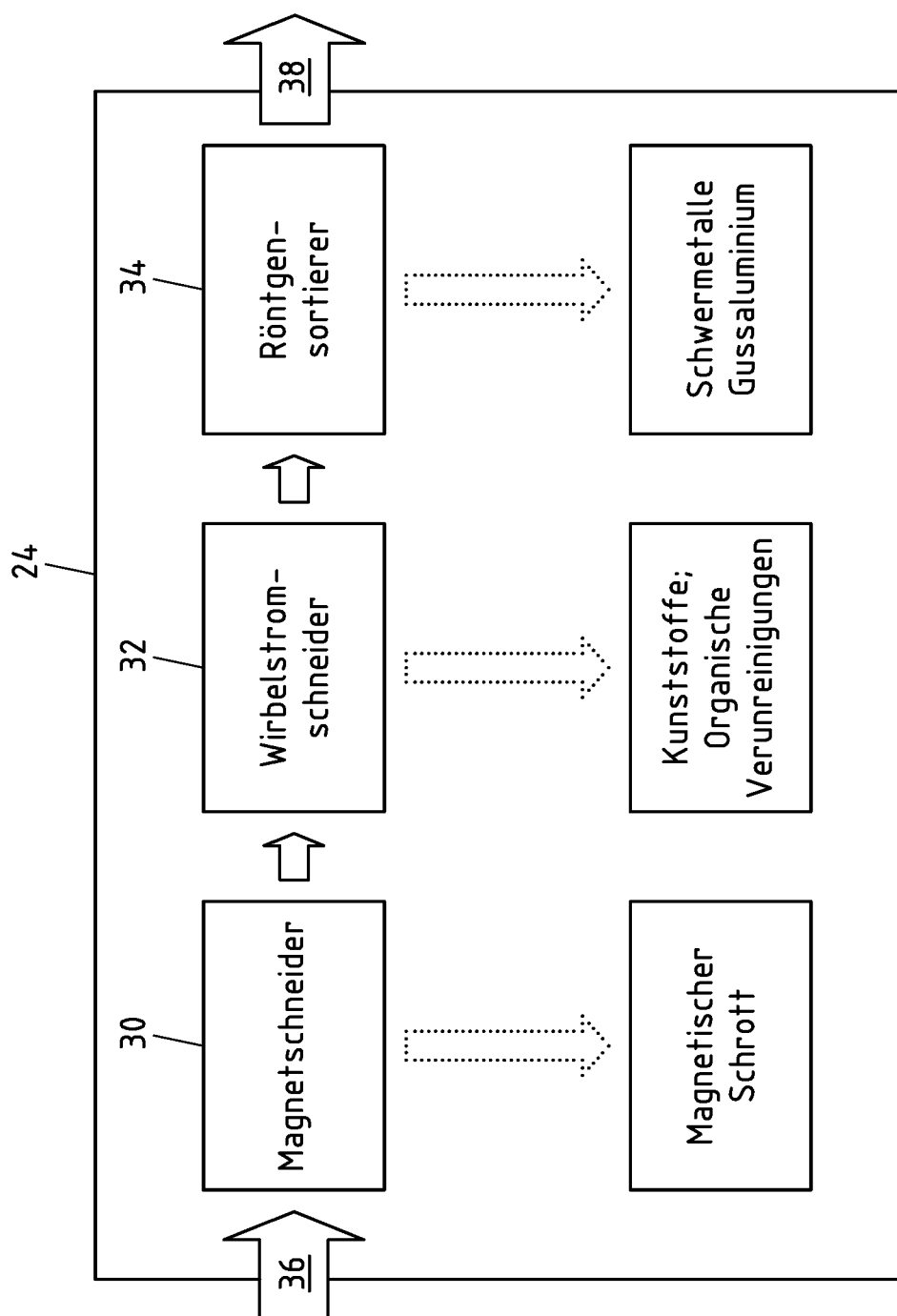


Fig.4
(Stand der Technik)

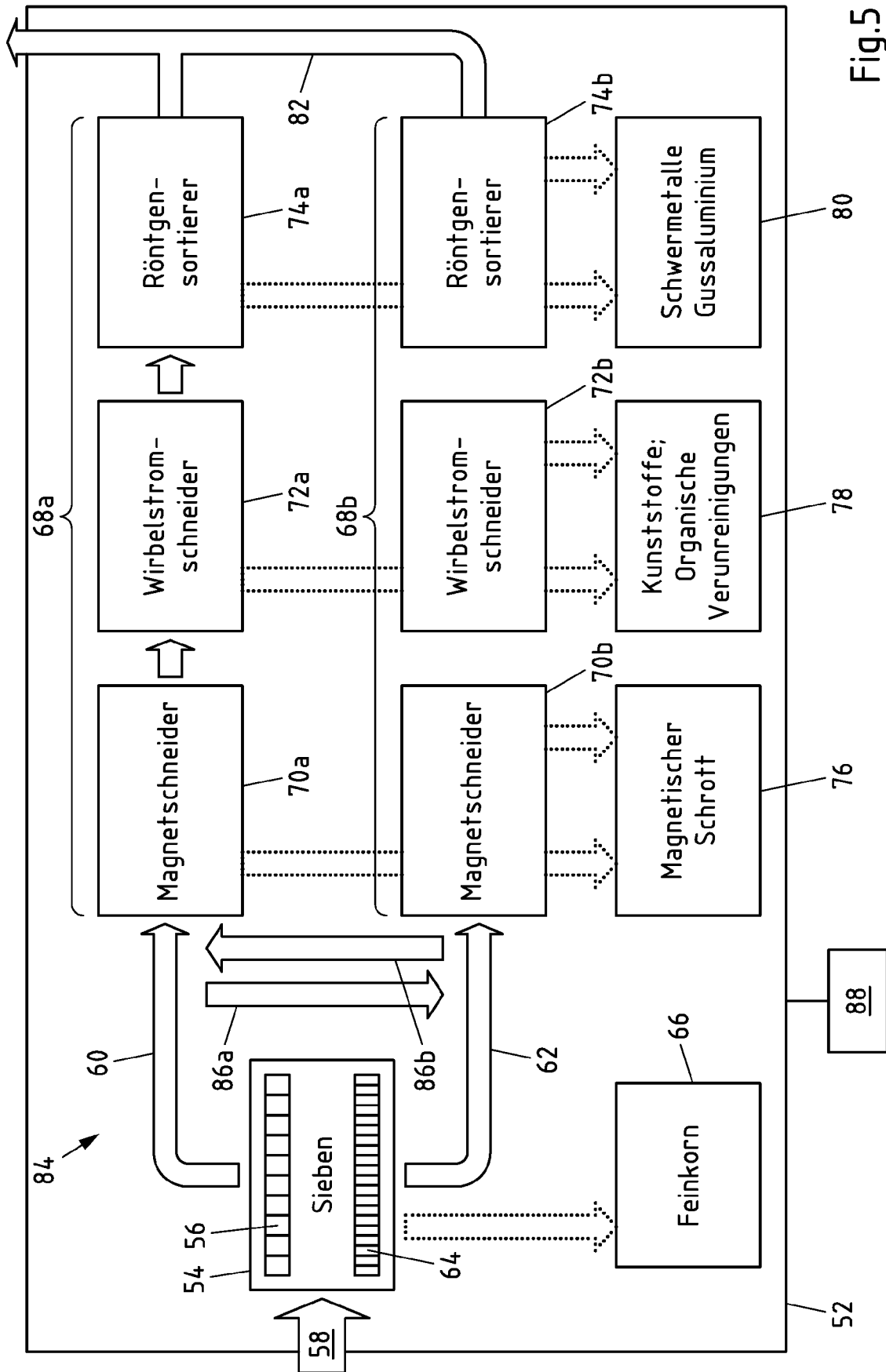
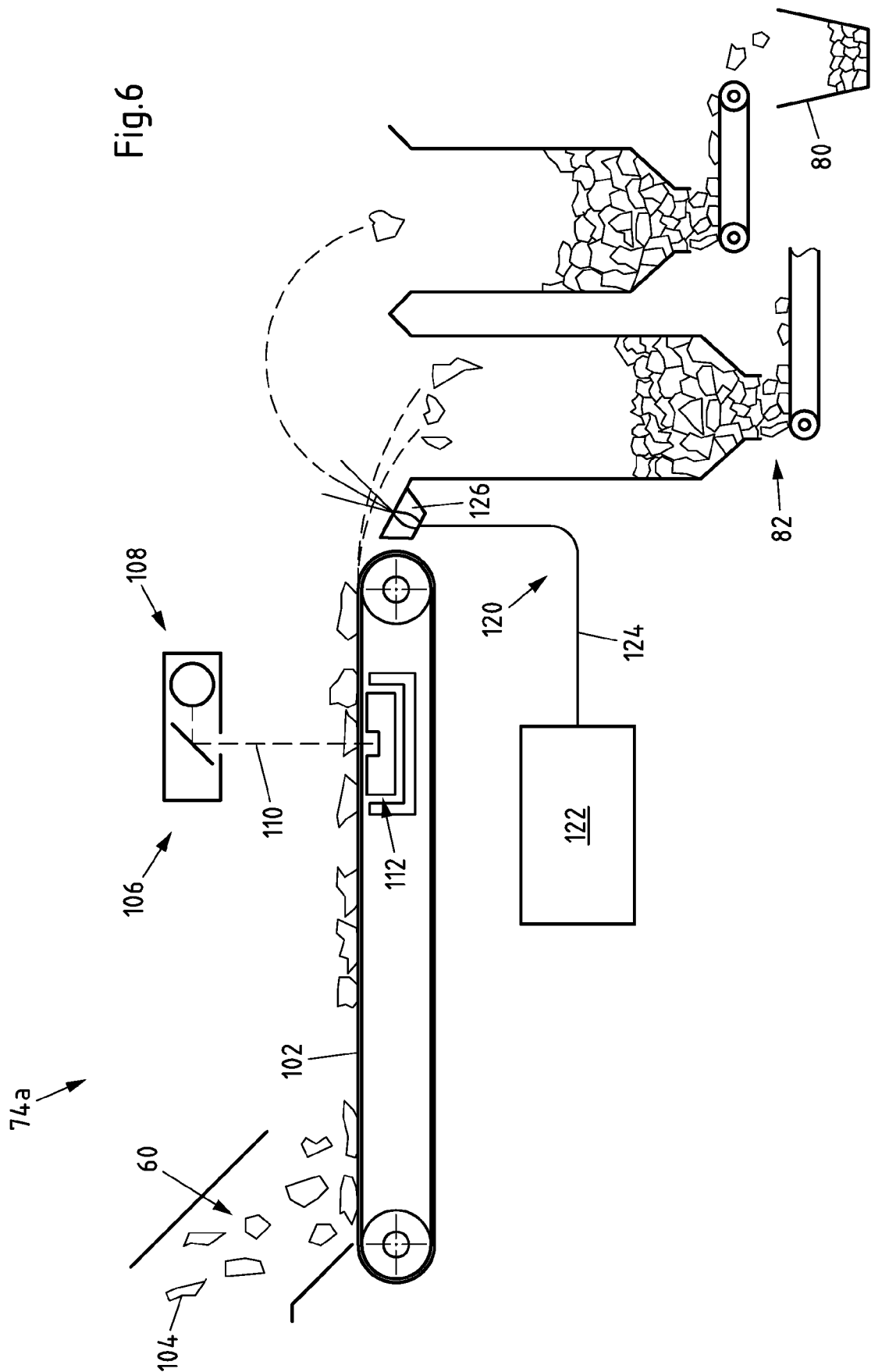
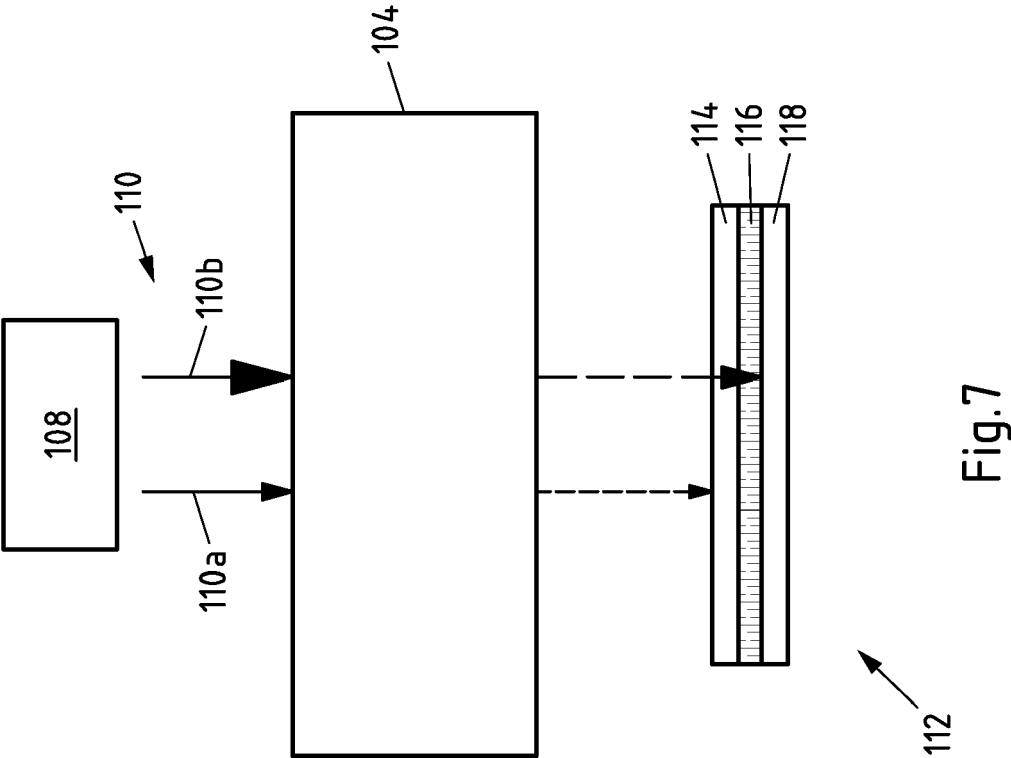


Fig.5

Fig.6





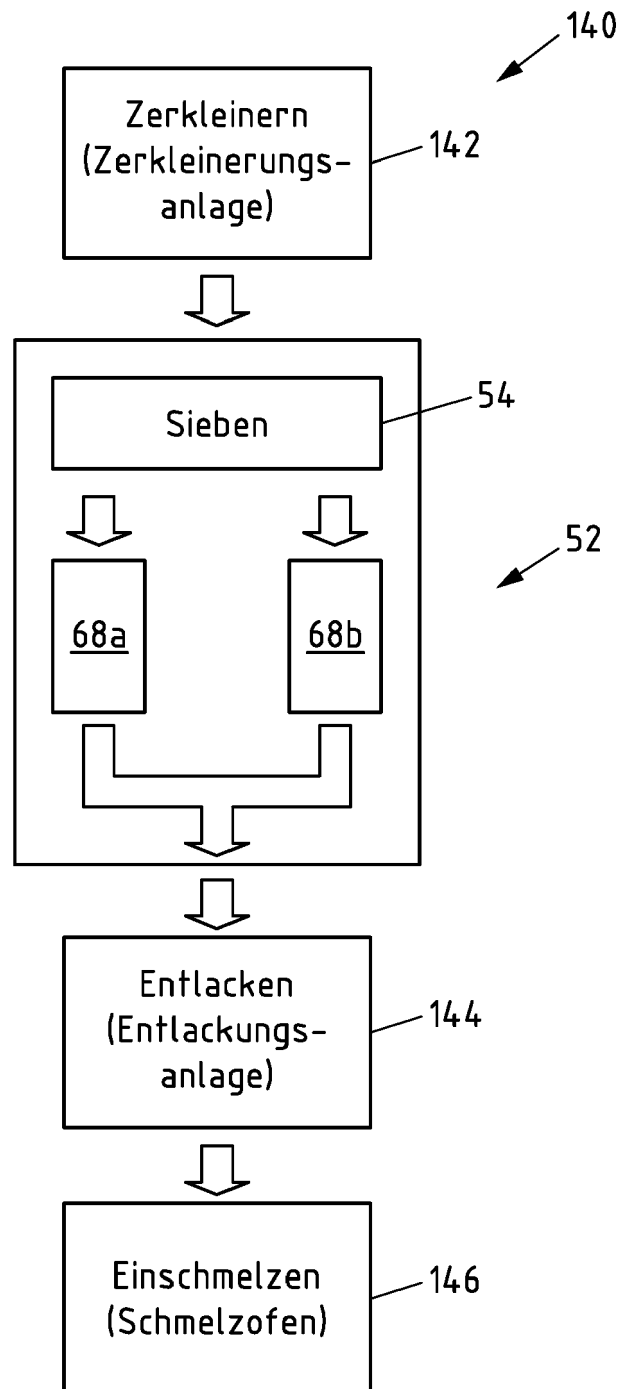


Fig.8

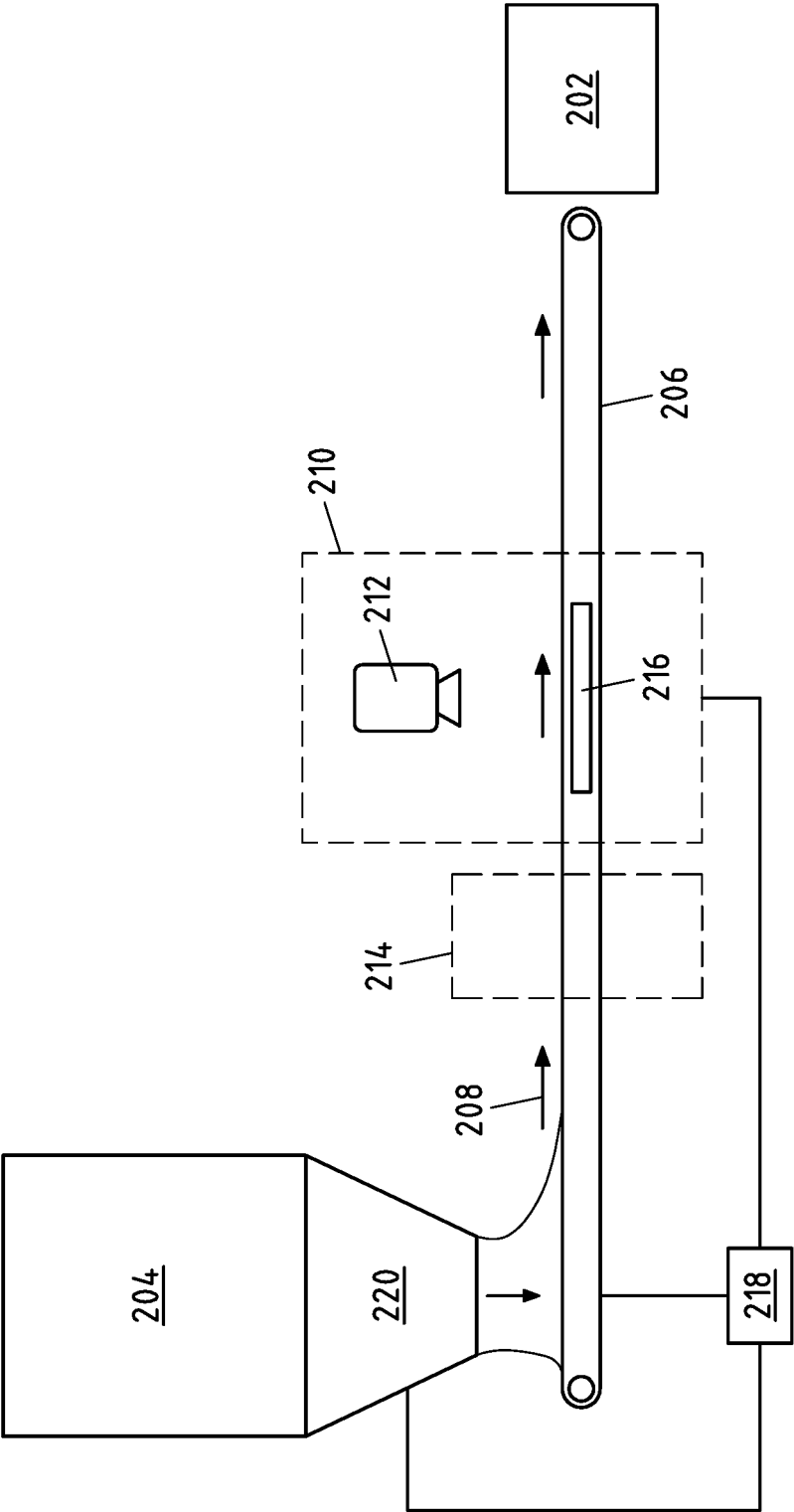


Fig.9

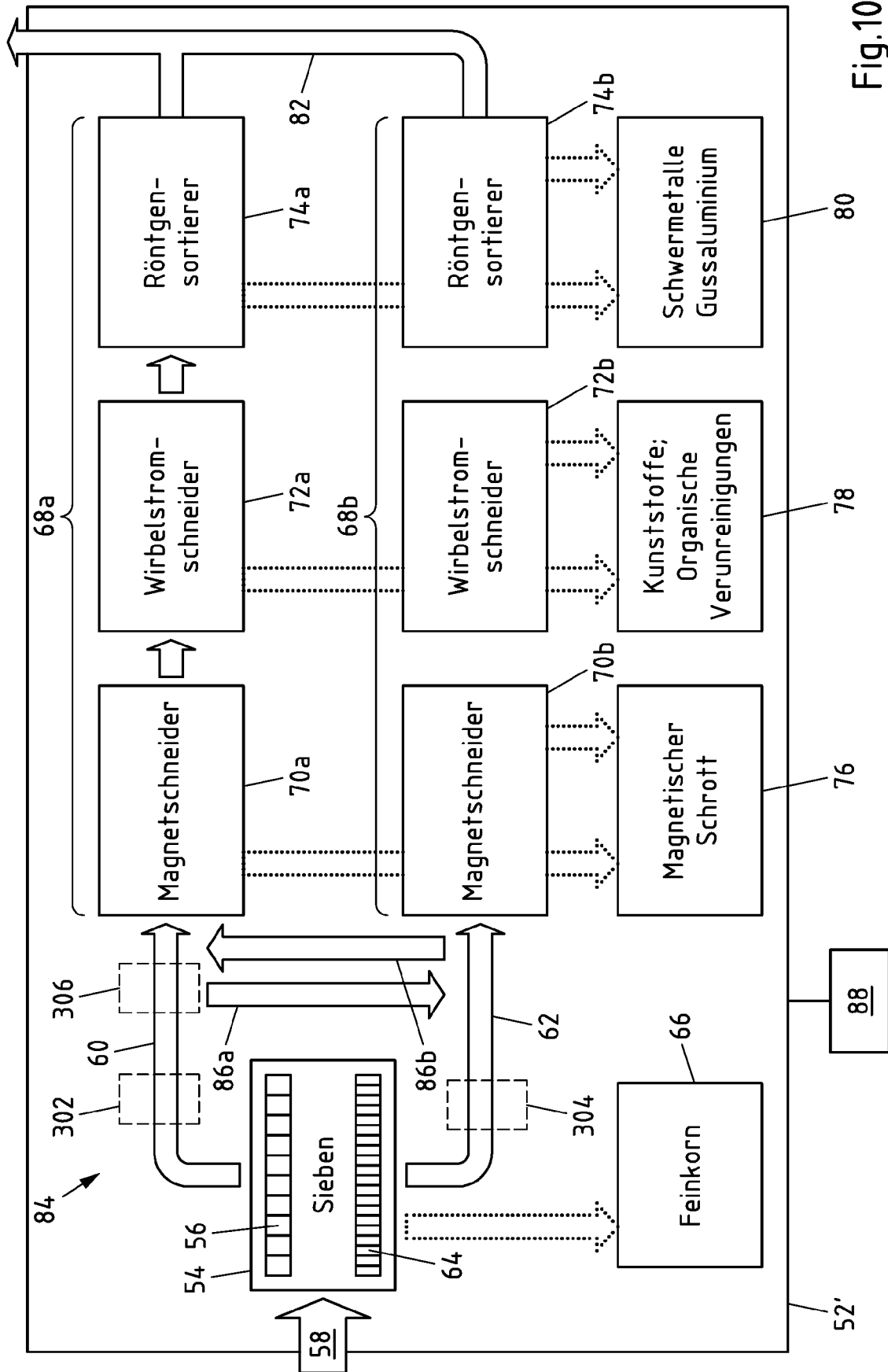


Fig.10



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 17 16 9093

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	DE 20 2009 013552 U1 (IMRO MASCHB GMBH [DE]) 18. November 2010 (2010-11-18) * Abbildung 2 *	1-13	INV. B07C5/00 B07C5/346 B07C5/344
X	WO 2016/050860 A1 (ABENGOA BIOENERGIA NUEVAS TECNOLOGIAS SA [ES]) 7. April 2016 (2016-04-07) * Sätze 1-13; Abbildung 6 *	1-13	
A	US 2013/201481 A1 (BAMBER ANDREW SHERLIKER [CA] ET AL) 8. August 2013 (2013-08-08) * Abbildungen *	1-13	
A	EP 2 594 345 A1 (DOWA ECO SYSTEM CO LTD [JP]) 22. Mai 2013 (2013-05-22) * Abbildungen *	1-13	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			B07C B07B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 11. August 2017	Prüfer Wich, Roland
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.92 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 17 16 9093

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

11-08-2017

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 202009013552 U1	18-11-2010	DE 102010046996 A1	14-04-2011
		DE 202009013552 U1	18-11-2010
WO 2016050860 A1	07-04-2016	CA 2963029 A1	07-04-2016
		EP 3200933 A1	09-08-2017
		ES 2565553 A1	05-04-2016
		WO 2016050860 A1	07-04-2016
US 2013201481 A1	08-08-2013	US 2013201481 A1	08-08-2013
		US 2017028443 A1	02-02-2017
EP 2594345 A1	22-05-2013	CN 103002998 A	27-03-2013
		EP 2594345 A1	22-05-2013
		JP 5923039 B2	24-05-2016
		JP W02012008032 A1	05-09-2013
		KR 20130127415 A	22-11-2013
		SG 187047 A1	28-02-2013
		US 2013115004 A1	09-05-2013
		WO 2012008032 A1	19-01-2012

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82