

Materialbehandlungsanlage und Verfahren zur Verwendung einer Materialbehandlungs-
anlage

[01] Weltweit finden die negativen Umweltauswirkungen der Deponierung von Abfällen immer mehr Beachtung. Die ordnungsgemäße Deponierung von Abfällen erfordert große Landflächen, die in bestimmten städtischen Gebieten oder auf Inseln nur begrenzt verfügbar sind. Die Abfälle können auch nachteilige Umweltauswirkungen haben, einschließlich Auswirkungen auf das Grundwasser, da durch in den Abfällen enthaltene Chemikalien und Schwermetalle das Grundwasser kontaminiert werden kann. Aber nicht nur auf Deponien können Abfälle negative Auswirkungen auf die Umwelt haben, sondern auch bei unvollständiger Trennung und Aufbereitung für die Wiederverwendung von Abfällen als potentielle Sekundärmaterialien in verschiedenen industriellen Anwendungen.

[02] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Trennung von Nichteisen-Metallen aus Rostaschen, sogenannte Schlacke, von Müllverbrennungsanlagen, welches als Teilsystem eines umfassenden Schlacken-Aufbereitungsverfahrens fungiert.

[03] Die Abtrennung der Nichteisen-Metalle mittels einer Wirbelstromtrennvorrichtung ist aus dem Stand der Technik bekannt. Ein solches Verfahren wird auch bei der Verarbeitung von Schlacke eingesetzt, die aus einer Müllverbrennungsanlage stammt. Nachdem die Schlacke aus dem Verbrennungssofen ausgetragen wird, besteht die Schlacke im Wesentlichen aus mineralischen Schlackenpartikeln und verschiedenen Metallen. Nach dem Austrag wird die Schlacke normalerweise gelagert, um ihre Feuchtigkeit zu reduzieren. Danach wird sie einer Schlackenbehandlungsanlage zugeführt. Bis heute gibt es noch kein weltweit einheitliches Verfahren, welches die mineralische Schlackenfraktion und die Metalle mit einer ausreichenden Qualität aufbereiten kann, sodass diese Produkte die gesetzlichen Vorschriften verschiedener Länder für eine Wiederverwendung beider Materialien erfüllen.

Bestätigungskopie

[04] Bei typischen Schlacken-Aufbereitungsverfahren werden normalerweise in einem ersten Schritt größere Partikel der Größenordnung > 300 mm und große Eisenschrottpartikel abgetrennt. Danach wird die Schlacke in einer Trennvorrichtung in verschiedene Fraktionen aufgeteilt, beispielsweise unter Verwendung eines Siebes. Nach dieser Verarbeitung zur Gewinnung von Fraktionen werden die eisenhaltigen Fraktionen abgetrennt, sowie auch Schlackenpartikel mit magnetischen Eigenschaften. Diese Verfahrensschritte können je nach Anlage auch mit einer unterschiedlichen Anordnung erfolgen. Jedoch müssen diese Verfahrensschritte, unabhängig der Reihenfolge, ausgeführt werden, bevor es zum Verfahrensschritt der Abtrennung der Nichteisen-Metalle von der mineralischen Schlacken-Fraktion kommt. Die Trennung der Nichteisen-Metalle erfolgen üblicherweise mittels einer Wirbelstromtrennvorrichtung. Die Trennung der Nichteisen-Metalle ist ein entscheidender Faktor für die wirtschaftlichen Erträge des Betreibers der Schlackenaufbereitungsanlage und hat einen wesentlichen Einfluss auf die Rentabilität der Anlage. In der Trenntechnik für Müllverbrennungsschlacke ist es das Ziel, möglichst viele Nichteisen-Metalle mit hoher Reinheit zu gewinnen. 70 – 90 % aller Nichteisen-Metalle können meistens mit einem oder zwei in Serie geschalteten Wirbelstromtrennvorrichtungen pro Fraktion getrennt werden. Ein wichtiger Nachteil des bekannten Verfahrens ist, dass nur ein gewisser Anteil der in der Schlacke vorhandenen Nichteisen-Metalle ökonomisch tragfähig getrennt werden kann, sofern eine gewisse Nichteisen-Metall Qualität gewährleistet werden soll. Um die Trennung weiter zu erhöhen, werden zusätzliche Wirbelstromtrennvorrichtung oder ähnliche Verfahren benötigt. Da die absolute Menge der abgetrennten Nichteisen-Metalle nach der Trennung jeder weiteren Wirbelstromtrennvorrichtung kleiner wird, verzichtet man bis heute auf weitere Wirbelstromtrennvorrichtungen. Die Wirtschaftlichkeit der zusätzlichen Wirbelstromtrennvorrichtungen ist nicht gewährleistet.

[05] Jedoch limitieren die nicht abgetrennten Nichteisen-Metalle die Wiederverwendung der mineralischen Schlacken-Fraktion in verschiedenen Industrieapplikation wie z.B. als Basisschicht im Straßenbau, in der Zementproduktion oder in der Keramikproduktion. Vor allem die Schwermetalle und das Aluminium in der verbleibenden minera-

lischen Schlacken-Fraktion bringen noch Hürden bei der vollständigen Integration als Sekundärmaterial auf globaler Ebene mit sich. Aufgrund des Herauslösen von Schwermetallen oder Oxidation der Aluminiumpartikel kann es zu Umweltverschmutzung oder Materialqualitätsminderung führen.

[06] Mit den ständig kleiner werdenden Deponievolumen für nicht-recyclbaren Materialien und die Bestrebungen für die Wiederverwendung von Sekundärressourcen im Kampf gegen den Klimawandel, gewinnt die Verwendung der mineralischen Schlacken-Fraktion nach der Trennung von eisenhaltigen, sowie nicht-eisenhaltigen Metall-Fractionen an Bedeutung.

[07] Die Eliminierung der mineralischen Schlacken-Fraktion auf den Deponien kann für Betreiber auch ein ökonomisches Potential besitzen, da je nach Land und spezifischer Deponiesituation durch die Wiederverwendung der mineralischen Schlacken-Fraktion hohe Deponiekosten eingespart werden können. Somit kann durch die zusätzliche Erhöhung und Verbesserung der Trennung von Nichteisen-Metallen für den Betreiber auch zusätzliches ökonomisches Potential entstehen.

[08] Der beschriebenen Erfindung liegt daher die Aufgabe zu Grunde eine Materialbehandlungsanlage und ein Verfahren vorzuschlagen, die es ermöglichen, aus Rostasche einer Müllverbrennungsanlage die Trenneffizienz der enthaltenen Nichteisen-Metalle verschiedener Schlacken-Fractionen weiter zu erhöhen. Dadurch sollen die Nichteisen-Metalle sowie die verbleibende mineralische Schlacken-Fraktion so getrennt werden, dass eine nachhaltige Wiederverwendung beider Endprodukte als Sekundärmaterial gewährleistet werden kann.

[09] Die Erfindung betrifft ein Teilsystem einer Schlackenbehandlungsanlage mit einer Wirbelstromtrennvorrichtung, welche einen Eingang für eine Schlacken-Fraktion, einen Ausgang für eine mineralische Schlacken-Fraktion und einen Ausgang für eine Nichteisen-Metall-Fraktion aufweist und ein Verfahren zum Behandeln von Schlacken aus Müllverbrennungsanlagen mit einer Wirbelstromtrennvorrichtung integriert in ein

kreislaufähnliches Verfahren, in dem die Schlacke durch mehrere Zyklen in eine mineralische Schlacken-Fraktion und einer Nichteisen-Metall-Fraktion getrennt wird.

[10] Bei derartigen Vorrichtungen und Verfahren geht es darum, eine besonders hohe Trenneffizienz der Nichteisen-Metall-Fraktion von der mineralischen Schlacken-Fraktion in besonders hoher Reinheit zu erzeugen.

[11] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zu Grunde eine Materialbehandlungsanlage und ein Verfahren vorzuschlagen, um aus bereits von eisenhaltigen Partikeln befreiter Schlacke besonders reine Materialprodukte bereitzustellen; eine mineralische Schlacken-Fraktion und Nichteisen-Metalle. Dies erfolgt mit einem kreislaufähnlichen Verfahren, welches die Trenneffizienz erhöht, ohne weitere Wirbelstromtrennvorrichtungen in den Prozess integrieren zu müssen.

[12] Die der Erfindung zu Grunde liegende Aufgabe wird mit einer Materialbehandlungsanlage mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst.

[13] Vorteilhafte Weiterbildungen sind Gegenstand der Unteransprüche.

[14] Das erfindungsgemäße Verfahren könnte bei guter Einstellung kontinuierlich durchgeführt werden. Bevorzugt wird es als Batchverfahren durchgeführt, wobei der Batch vorzugsweise mindestens zwei Mal der Wirbelstromtrennvorrichtung zugeführt wird. Dabei besitzt die Materialbehandlungsanlage zwei Speicherbehälter. Ein erster Speicherbehälter dient der Speicherung von einströmender Schlacke und ist vor der Wirbelstromtrennvorrichtung angeordnet. Der zweite Speicherbehälter ist in der Rückföhrleitung für die mineralische Schlacken-Fraktion angeordnet. Das aufzutrennende Material wird das erste Mal als unbehandelte Schlacke der Wirbelstromtrennvorrichtung zugeführt und das zweite Mal als mineralische Schlacken-Fraktion des in der Wirbelstromtrennvorrichtung nicht abgetrennten Materials. Dieser Kreislauf kann beliebig wiederholt werden, bevor das Material dem Kreislauf entnommen wird.

[15] Die zwei Speicherbehälter sind notwendig, um ein einwandfreies Batchprinzip zu garantieren. Ohne Speicher müsste man berechnen, wieviel Material im Kreislauf effektiv Platz hat. Wenn man unbehandelte Schlacke in den Kreislauf fördert, könnte es passieren, dass irgendwann die mineralische Schlacken-Fraktion bereits ein erstes Mal mit der Wirbelstromtrennvorrichtung aufbereitet wurde und wieder Richtung Wirbelstromtrennvorrichtung gefördert wird. Wenn nun immer noch unbehandelte Schlacke vom ersten Speicherbehälter in den Kreislauf gefördert wird, steigt die zu verarbeitende Menge, bis das kreislauffähliche System irgendwann die maximale Auftrennkapazität erreicht und die Wirbelstromtrennvorrichtung überlastet wird. Wenn vorzugsweise zwei gleich große Speicherbehälter installiert werden, ist sichergestellt, dass das Material im Kreislauf Platz hat. Die Wirbelstromtrennvorrichtung hat in der Regel den tiefsten Durchsatz der einzelnen Komponenten im Kreislauf, wodurch sie zum Engpass wird.

[16] Die Rückführleitung besteht normalerweise aus verschiedenen Transportsystemen, welche die mineralische Schlacken-Fraktion in den zweiten Speicherbehälter fördern. Dabei wird normalerweise eine Kombination aus Vibrationsfördersystemen, Förderbändern oder Becherwerken benutzt.

[17] Im Kreislauf der mineralischen Schlacken-Fraktion befindet sich ein Materialentnahmeausgang. Über diesen Materialentnahmeausgang kann das Material bei jedem Zyklus aus dem System gefördert werden. Es ist vorteilhaft, wenn sich der Materialentnahmeausgang in der Rückführleitung der mineralischen Schlacken-Fraktion befindet. Dadurch kann ein Materialbatch nach der Auftrennung durch die Wirbelstromtrennvorrichtung dem System entnommen werden. Der Materialentnahmeausgang kann z.B. mit einer Reversierrinne, einem Umschaltventil oder einem Klappkasten mit zwei Ausgängen erfolgen.

[18] Um die Trenneffizienz der Nichteisen-Metalle zu verbessern, können zwischen dem Ausgang für die mineralische Schlacken-Fraktion und der Rückführleitung ein weiteres oder auch mehrere weitere Wirbelstromtrennvorrichtungen angeordnet sein. Dabei

werden die abgetrennten Nichteisen-Metalle der jeweiligen Wirbelstromtrennvorrichtungen im Anschluss zusammengeführt.

[19] Die Wirbelstromtrennvorrichtung und mindestens eine weitere Wirbelstromtrennvorrichtung weisen bevorzugt einen Wirbelstromabscheider auf. Es gibt verschiedene Wirbelstromabscheider-Typen. Die Grundvarianten beziehen sich vor allem auf die exzentrische oder konzentrische Magnettrommel, die Anzahl der Magnete innerhalb der Magnettrommel, die Arbeitsbreite und ob der Trennscheitel, der die Nichteisen-Metalle von der mineralischen Schlacken-Fraktion trennt, verstellbar ist. Zusätzlich hat auch die Einstellung des Wirbelstromabscheiders einen Einfluss auf die Abscheideeffizienz der Nichteisen-Metalle. Dabei können die Durchsatzmenge der einströmenden Schlacke, die Geschwindigkeit des Förderbandes im Wirbelstromabscheider, die Trennscheitelposition und die Drehzahl der rotierenden Magnettrommel eingestellt werden. Beim Wirbelstromabscheider mit einer exzentrischen Magnettrommel kann auch die Position der Magnete innerhalb der Trommel variiert werden.

[20] Das Wirbelstromabscheider-Verfahren beruht auf der Abstoßungseigenschaft durch die elektrische Leitfähigkeit einzelner Partikel, die durch ein sich veränderndes Magnetfeld des Wirbelstromabscheiders induziert wird. Die elektrische Leitfähigkeit der Partikel ist dabei ausschlaggebend für die Stärke der Abstoßung der Partikel. Jedoch ist das erfolgreiche Trennen von Nichteisen-Metallen in der Schlackenindustrie von einer komplexen Wechselwirkung zwischen elektrischer Leitfähigkeit, Dichte des Materials, Partikelgröße und Geometrie der einzelnen Partikeln abhängig.

[21] Beispielsweise werden Aluminiumpartikel, welche eine niedrige Dichte und eine hohe elektrische Leitfähigkeit aufweisen, stark abgestoßen und haben eine ausgeprägte Flugbahn, was eine einfache Separierung ermöglicht. Im Gegensatz dazu hat Blei eine hohe Dichte und eine tiefe elektrische Leitfähigkeit, was die Flugbahn schwächt, und die Trennung erschwert.

[22] Weitere Faktoren spielen ebenfalls eine Rolle: Flache Partikel können während der Flugbahn einen größeren Luftwiderstand erfahren, wodurch die Flugbahn abgeschwächt und die Trennung erschwert wird. Kleine Partikel haben aufgrund ihrer Größe eine geringere Abstoßung, was ebenfalls zu einer abgeschwächten Flugkurve und somit einer Erschwerung der erfolgreichen Auftrennung führen kann. Sogar die Orientierung der Partikel im Raum beeinflusst die Separierung, wenn sie in das Magnetfeld eintreten.

[23] Darum erfolgt die Einstellung eines Wirbelstromabscheiders nicht durch eine Berechnungsformel, sondern basiert auf Erfahrungswerten. Auch die Wahl des Partikelgrößenbereiches, welcher gemeinsam über den gleichen Wirbelstromabscheider geführt wird, entscheidet über die Separierungseffizienz mit.

[24] Das Ziel besteht bei einem Wirbelstromabscheider in der Regel darin, alle Nichteisen-Metalle von einer mineralischen Schlacken-Fraktion zu separieren. Dabei entsteht ein Kompromiss: Mehr Nichteisen-Metalle zu separieren, führt zu einer erhöhten Anwesenheit von mineralischen Schlackenpartikeln in der Nichteisen-Metall-Fraktion. Andererseits bedeutet weniger Nichteisen-Metalle zu separieren, dass weniger mineralische Partikel in der Nichteisen-Metall-Fraktion vorhanden sind, jedoch mehr Nichteisen-Metalle in der mineralischen Schlacken-Fraktion verbleiben. Es sollte beachtet werden, dass aufgrund der stark heterogenen Eigenschaften der zu trennenden Nichteisen-Metalle ein einzelner Wirbelstromabscheider nicht ausreicht, um sämtliche Nichteisen-Metallpartikel mit hoher Reinheit abzutrennen. Um eine hohe Trenneffizienz der Nichteisen-Metalle zu erreichen, ist es somit vorteilhaft, die Schlacke mit mehreren Wirbelstromabscheidern in Serie aufzubereiten. Dies liegt daran, dass Nichteisen-Metallpartikel, die bei der ersten Trennvorrichtung eine ungünstige Anordnung haben und nicht abgetrennt werden, in einer zweiten oder nachfolgenden Trennvorrichtung eine günstigere Anordnung haben können und somit erfolgreich getrennt werden können. Durch die Erhöhung der Anzahl der Trennvorrichtungen wird somit die Wahrscheinlichkeit erhöht, dass die Nichteisen-Metalle günstig positioniert sind, um in einer der Trennvorrichtungen abgetrennt zu werden.

[25] Die Anzahl an Kreisläufen, bevor das Material mithilfe des Materialentnahmeausganges aus dem Kreislauf herausgefördert wird, kann mittels zwei Prinzipien gelöst werden. Entweder durch eine vordefinierte Anzahl an Kreisläufen oder durch einen Füllstandsensor im ersten Speicherbehälter. Vorteilhaft ist das Prinzip mithilfe eines Füllstandssensors im ersten Speicherbehälter. Somit kann ein Materialbatch so lange im Kreislauf aufbereitet werden, bis der Sensor signalisiert, dass der erste Speicherbehälter mit neuer Schlacke seine Maximalkapazität erreicht hat. Der Sensor signalisiert dann, dass der Batch im Kreislauf aus dem System hinausgefördert werden muss, sodass ein neuer Batch von unbehandelter Schlacke in den Kreislauf gefördert werden kann. Dies führt zu einer optimierten Ausnutzung der Materialbehandlungsanlage. Bei fluktuierender Materialeinströmung an unbehandelter Schlacke, die in den ersten Speicherbehälter gefördert wird, kann das kreislaufähnliche Verfahren maximal ausgenutzt werden. Somit können verschiedene Batches mit einer unterschiedlichen Anzahl an Kreisläufen aufbereitet werden.

[26] Von Vorteil ist es, wenn vor der ersten Wirbelstromtrennvorrichtung ein Aufgabesilo und ein Vibrationsförderer in das kreislaufähnliche Verfahren integriert werden. Das Aufgabesilo und der anschließende Vibrationsförderer ermöglichen eine dosierte und konstante Förderung des Materials zur Wirbelstromtrennvorrichtung. Vor jeder weiteren in Serie geschalteten Wirbelstromtrennvorrichtung wird nur noch ein Vibrationsförderer integriert, um eine konstante Förderung zu garantieren.

[27] Um die Abtrennung der Nichteisen-Metalle weiter zu optimieren, ist es von Vorteil, die Position des Trennscheitels des Wirbelstromabscheider, welche die Nichteisen-Metalle von der mineralischen Schlacken-Fraktion trennt, je nach Zyklus zu ändern. Dies aus dem Grund, dass sich der Nichteisen-Metall-Gehalt in der mineralischen Schlacken-Fraktion nach jedem Zyklus verringert und sich somit der Trennprozess der Nichteisen-Metalle aus der mineralischen Schlacken-Fraktion anders verhält.

[28] Um eine hohe Qualität der beiden Hauptfraktionen zu garantieren, ist es vorteilhaft, nach dem Ausgang der Wirbelstromtrennvorrichtung für die Nichteisen-Metalle

ein System vorzusehen, wie z.B. ein Umschaltventil, welches die abgetrennten Nichteisen-Metalle in zwei verschiedene Leitungen fördern kann. Mit dem Umschaltventil kann im letzten Zyklus eine Trennscheitelposition eingestellt werden, welche möglichst alle verbleibenden Nichteisen-Metalle von den mineralischen Schlackenaggregaten separiert. Wenn eine komplette Trennung der Nichteisen-Metalle im letzten Zyklus erreicht werden will, muss in diesem Zyklus eine größere Menge an mineralischen Schlackenpartikeln in der abgeschiedenen Nichteisen-Metall-Fraktion als Verunreinigung akzeptiert werden. Damit diese separierte Menge die hohe Qualität der bisherigen separierten Nichteisen-Metalle nicht reduziert, kann mit dem Betätigen des Umschaltventils eine dritte Fraktion generiert werden. Diese dritte Fraktion beinhaltet die abgetrennten Nichteisen-Metalle aus dem letzten Zyklus, aufbereitet mit der Wirbelstromtrennvorrichtung. Diese dritte Fraktion kann neben der Nichteisen-Metall-Fraktion und der mineralischen Schlacken-Fraktion anschließend zusätzlich aufgetrennt werden. Bei mehreren in Serie geschalteten Wirbelstromtrennvorrichtungen besitzt jeweils nur die letzte in Serie geschaltete Wirbelstromtrennvorrichtung ein Umschaltventil für die abgetrennte Nichteisen-Metall-Fraktion. Das Umschaltventil wird vor der Zusammenführung der abgetrennten Nichteisen-Metalle der Wirbelstromtrennvorrichtungen ins System integriert.

[29] Vorteilhaft ist auch, wenn im vorherigen Aufbereitungssystem keine Separierung von eisenhaltigen und magnetischen Partikeln erfolgt ist, dass dieser Separierungsprozeß im beschriebenen Kreislaufsystem durchgeführt wird. Dabei muss die Separierung der eisenhaltigen und magnetischen Materialien vor der Wirbelstromtrennvorrichtung erfolgen. Eisenhaltige und magnetische Materialien können den Prozess der Separierung der Nichteisen-Metalle negativ beeinflussen und die Magnettrommel in der Wirbelstromtrennvorrichtung beschädigen. Falls die Abscheidung der eisenhaltigen Materialien für diese Materialfraktion noch nicht erfolgt ist, ist es vorteilhaft, einen Magnetabscheider in der Leitung zwischen dem Ausgang des ersten Speicherbehälters und vor dem Eingang des Aufgabesilos zu installieren. Dabei werden die eisenhaltigen und magnetische Partikel vor der Wirbelstromtrennvorrichtung abgetrennt.

[30] Die Leitungen zwischen den beiden Speicherbehältern und dem Aufgabesilo oder dem Magnetabscheider bestehen üblicherweise aus einer Kombination von Abführeinheiten, die unmittelbar nach den Speicherbehältern angeordnet sind, sowie Vibrationsfördersystemen, Förderbänder oder Rohrleitungen, die die Schlacke zum Aufgabesilo oder Magnetabscheider transportieren.

[31] Betrachtet auf das Gesamtsystem sind im Wesentlichen zwei Produkte zu behandeln: die mineralische Schlacken-Fraktion, die sich mehrheitlich im Kreislauf befindet und die Nichteisen-Metalle, wie z.B. Aluminium, Kupfer, Silber, Gold, Blei, Zink, Zinn und Palladium, die durch die Wirbelstromtrennvorrichtung von der mineralischen Schlacken-Fraktion abgetrennt werden. Dabei ist die mineralische Schlacken-Fraktion relativ zu ihrer Menge die überwiegende Fraktion.

[32] Vorteilhafte Ausführungsbeispiele sind in den Figuren dargestellt und werden im Weiteren näher beschrieben. Gleiche Elemente haben zum Teil gleiche Bezugsziffern. Es zeigt

- Figur 1 ein Flussdiagramm einer einfachen Vorrichtung mit einem Umschaltventil für die abgetrennte Nichteisen-Metall-Fraktion aus dem letzten Zyklus,
- Figur 2 ein Flussdiagramm mit einer Erweiterung einer zweiten Wirbelstromtrennvorrichtung,
- Figur 3 ein Flussdiagramm wie in der Figur 2, welches mit weiteren Wirbelstromtrennvorrichtungen erweitert ist,
- Figur 4 ein erweitertes Flussdiagramm basierend auf dem in der Figur 1 gezeigten Flussdiagramm für eine Materialbehandlungsanlage,
- Figur 5 ein Flussdiagramm wie in der Figur 1, welches mit einem Magnetabscheider erweitert ist.

[33] Bei der in der Figur 1 als Flussdiagramm gezeigten Materialbehandlungsanlage 1 wird Schlacke 2 in den ersten Speicherbehälter 3 befördert. Sobald der erste Speicherbehälter 3 mit Schlacke 2 seine Maximalkapazität erreicht hat, beginnt der erste Zyklus. Die unbehandelte Schlacke 4 wird über den Ausgang des ersten Speicherbehälters 5 mithilfe einer Leitung 6 vom ersten Speicherbehälter 3 zum Aufgabesilo 7 befördert. Die unbehandelte Schlacke 4 wird nach dem Aufgabesilo 7 mit einem Vibrationsförderer 8 in Richtung des Einganges 27 der Wirbelstromtrennvorrichtung 9 gefördert. In der Wirbelstromtrennvorrichtung 9 wird die unbehandelte Schlacke 4 zum ersten Mal aufgetrennt. Die Wirbelstromtrennvorrichtung 9 besitzt einen Ausgang 10 für die mineralische Schlacken-Fraktion 11 und einen Ausgang 12 für die Nichteisen-Metall-Fraktion 13. Wobei die mineralische Schlacken-Fraktion 11 mittels der primären Rückführleitung 14 in einen zweiten Speicherbehälter 15 gefördert wird. Während der Auftrennung der unbehandelten Schlacke 4 mit der Wirbelstromtrennvorrichtung 9 wird aus dem zweiten Speicherbehälters 15 keine mineralische Schlacke-Fraktion 11 mittels der Leitung 16 in Richtung des Aufgabesilo 7 gefördert. Sobald der komplette Materialbatch an unbehandelter Schlacke 4 aus dem ersten Speicherbehälter 3 gefördert ist, wird die Förderung von zusätzlicher unbehandelter Schlacke 4 in Richtung des Aufgabesilos 7 gestoppt. Sobald der komplette Batch an unbehandelter Schlacke 4 vom ersten Speicherbehälter 3 mit der Wirbelstromtrennvorrichtung 9 aufgetrennt wurde, beginnt ein neuer Zyklus. Die mineralische Schlacken-Fraktion 11 wird mittels Ausgang 29 aus dem zweiten Speicherbehälter 15 über die Leitung 16 in Richtung Aufgabesilo 7 gefördert. Je nach Größe an einströmender Schlacke 2 in den ersten Speicherbehälter 3 können eine gewisse Anzahl an Zyklen über die Wirbelstromtrennvorrichtung 9 gefahren werden. Sobald der erste Speicherbehälter 3 mit neuer Schlacke 2 sein Maximum erreicht, wird die mineralische Schlacken-Fraktion 11, welche sich im Kreislauf befindet, mittels dem Materialentnahmeausgangs 17 aus dem System gefördert. Sobald die komplette aufbereitete mineralische Schlacken-Fraktion 11 mittels Materialentnahmeausgangs 17 aus dem Kreislauf entnommen wurde, wird neue unbehandelte Schlacke 4 aus dem ersten Speicherbehälter 3 in Richtung Aufgabesilo 7 gefördert. Nun beginnt ein neuer Batch mit neuer unbehandelter Schlacke 4, welche mithilfe der Wirbelstrom-

trennvorrichtung 9 aufgetrennt wird. Die Förderung aus den beiden Speicherbehälter 3, 15, sowie das Entladen der mineralischen Schlacken-Fraktion 11 aus dem System werden während des Betriebs aufeinander abgestimmt. Zusätzlich zeigt dieses Flussdiagramm ein Umschaltventil 18 nach dem Ausgang 12 für die Nichteisen-Metall-Fraktion 13 der Wirbelstromtrennvorrichtung 9. Bevor der letzte Zyklus eines Batches startet, kann das Umschaltventil 18 für die abgetrennten Nichteisen-Metalle-Fraktion 13 der Wirbelstromtrennvorrichtung 9 umgeschaltet werden, um diese abgetrennten Nichteisen-Metall-Fraktion 19 aus dem letzten Zyklus separat abzuführen.

[34] Die in der Figur 2 als Flussdiagramm gezeigte Materialbehandlungsanlage zeigt eine Erweiterung durch einen zusätzlichen Vibrationsförderer 31 und eine zusätzliche Wirbelstromtrennvorrichtung 20 nach dem Ausgang 10, welches die mineralische Schlacken-Fraktion 11 nochmals mit einer Wirbelstromtrennvorrichtung 20 von zusätzlichen Nichteisen-Metalle 13 trennt, bevor die mineralische Schlacken-Fraktion 11 danach mittels der primären Rückföhrleitung 14 in den zweiten Speicherbehälter 15 gefördert wird. Die abgetrennten Nichteisen-Metall-Fractionen 13 der beiden Wirbelstromtrennvorrichtungen 9, 20 werden nach der Abtrennung zusammengeführt. Zusätzlich zeigt dieses Flussdiagramm ein Umschaltventil 18 nach dem Ausgang 12 für die Nichteisen-Metall-Fraktion 13 der Wirbelstromtrennvorrichtung 20. Bevor der letzte Zyklus eines Batches startet, kann das Umschaltventil 18 für die abgetrennten Nichteisen-Metalle 13 der Wirbelstromtrennvorrichtung 20 umgeschaltet werden, um diese abgetrennten Nichteisen-Metall-Fraktion 19 aus dem letzten Zyklus separat abzuführen.

[35] Bei dem in der Figur 3 gezeigten Flussdiagramm ist die in der Figur 2 gezeigte Anlage mit weiteren Vibrationsförderer 32, 33 und Wirbelstromtrennrichtungen 21, 22 erweitert. Dafür hat die Anlage nach dem Ausgang 10 für die mineralische Schlacken-Fraktion 11 mehrere weitere Vibrationsförderer 32, 33 und weitere Wirbelstromtrennvorrichtungen 21, 22, welche die mineralische Schlacken-Fraktion 11 nochmals von Nichteisen-Metallen 13 auftrennt, bevor die mineralische Schlacken-Fraktion 11 danach mittels der primären Rückföhrleitung 14 in den zweiten Speicherbehälter 15 gefördert

wird. Die abgetrennten Nichteisen-Metall-Fractionen 13 aller Wirbelstromtrennvorrichtungen 9, 20, 21, 22 werden nach der Abtrennung zusammengeführt. Dabei besitzt in diesem gezeigten Flussdiagramm der letzte in Serie geschaltete Wirbelstromabscheider 22 nach dem Ausgang 12 für die Nichteisen-Metall-Fraktion 13 das Umschaltventil 18.

[36] In einem Fall, in dem die gewünschte Anzahl an Kreisläufen für die Auftrennung der Nichteisen-Metalle 13 aus der unbehandelten Schlacke 4 oder der mineralischen Schlacken-Fraktion 11 nicht erreicht wird, kann die Materialbehandlungsanlage 1, wie in der Figur 4 gezeigt, erweitert werden. Durch die Erweiterung der in der Figur 1 gezeigten Anlage durch ein identisches paralleles System kann die Anzahl an Kreisläufen für die einkommende Schlacke 2 verdoppelt werden. Dabei wird die Schlacke 2, bevor es den ersten Speicherbehälter 3 erreicht, aufgeteilt respektive halbiert. Ein Teil der Schlacke 2 wird in den ersten Speicherbehälter 3 des linken Systems 23 gefördert, der andere Teil wird in den ersten Speicherbehälter 3 des rechten Systems 24 gefördert. Danach wird die Schlacke 2, wie in der Figur 1 erläutert, aufgetrennt.

[37] In einem Fall, in dem das eisenhaltige und magnetische Schlacke 25 vor dem Materialbehandlungsanlage 1 noch nicht abgetrennt wurde, kann die Materialbehandlungsanlage 1 mit einem Magnetabscheider 26 erweitert werden. Bei dem in der Figur 5 gezeigten Flussdiagramm ist die in der Figur 1 gezeigte Anlage mit einem Magnetabscheider 26 erweitert. Dabei wird der Magnetabscheider 26 in die Leitung 6 zwischen dem Ausgang des ersten Speicherbehälters 5 und dem Aufgabesilo 7 integriert. Dabei entstehen die unbehandelte Schlacke 4, die Richtung Aufgabesilo 7 gefördert wird, und eine eisenhaltige und magnetische Schlacken-Fraktion 25, welche dem System abgeführt wird.

[38] Allgemein hat die Materialbehandlungsanlage 1 für die Erhöhung der Abtrenneffizienz der Nichteisen-Metalle zwei Strategien. Entweder erweitert man die Materialbehandlungsanlage wie in Figur 2, 3 gezeigt mit einer oder mehreren zusätzlichen in Serie geschalteten Wirbelstromtrennvorrichtungen 20, 21, 22. Oder die Menge an Schlacke 2

wird, wie in Figur 4 gezeigt, durch ein zusätzliches paralleles System halbiert, um die Auffüllgeschwindigkeit des ersten Speicherbehälters 3 zu halbieren. Somit besitzt ein Schlackenbatch im Kreislauf doppelt so viel Zeit und kann dadurch die Anzahl Zyklen verdoppeln. Diese zwei Strategien können auch kombiniert werden.

Bezugszeichenliste:

1	Materialbehandlungsanlage
2	Schlacke
3	erster Speicherbehälter
4	unbehandelte Schlacke
5	Ausgang des ersten Speicherbehälters
6	Leitung vom ersten Speicherbehälter zum Aufgabesilo
7	Aufgabesilo
8	Vibrationsförderer
9	Wirbelstromtrennvorrichtung
10	Ausgang für eine mineralische Schlacken-Fraktion
11	mineralische Schlacken-Fraktion
12	Ausgang für eine abgetrennte Nichteisen-Metall-Fraktion
13	Nichteisen-Metall-Fraktion
14	primären Rückführleitung
15	zweiter Speicherbehälter
16	Leitung vom zweiten Speicherbehälter zum Aufgabesilo
17	Materialentnahmeausgang

18	Umschaltventil
19	Nichteisen-Metall-Fraktion aus dem letzten Zyklus
20	weitere Wirbelstromtrennvorrichtung
21	weitere Wirbelstromtrennvorrichtungen
22	weitere Wirbelstromtrennvorrichtungen
23	linkes System
24	rechtes System
25	eisenhaltige und magnetische Schlacke
26	Magnetabscheider
27	Eingang der Wirbelstromtrennvorrichtung
28	Eingang in Vibrationsförderer
29	Ausgang des zweiten Speicherbehälters
30	Aus dem System abgeführte mineralische Schlacke
31	weiterer Vibrationsförderer
32	weitere Vibrationsförderer
33	weitere Vibrationsförderer

Patentansprüche:

1. Materialbehandlungsanlage (1) zum Trennen von Nichteisen-Metallen (13) von Schlacke (2)
mit einer Wirbelstromtrennvorrichtung (9),
 - die einen Eingang (27) für unbehandelte Schlacke (4) oder eine mineralische Schlacken-Fraktion (11),
 - einen Ausgang (10) für eine mineralische Schlacken-Fraktion (11) und
 - einen Ausgang (12) für eine abgetrennte Nichteisen-Metall-Fraktion (13) aufweist,

dadurch gekennzeichnet, dass

 - vor dem Eingang (27) für unbehandelte Schlacke (4) ein erster Speicherbehälter (3) angeordnet ist
 - mit einem Ausgang (5) für unbehandelte Schlacke (4) des ersten Speicherbehälters (3),
 - einer Leitung (6) vom Ausgang (5) zum Eingang (27) der Wirbelstromtrennvorrichtung (9) und
 - einer primären Rückführleitung (14) vom Ausgang (10) für die mineralische Schlacken-Fraktion (11) zu einem zweiten Speicherbehälter (15),
 - der einen Ausgang (29) und eine Leitung (16) vom Ausgang (29) zum Eingang (27) der Wirbelstromtrennvorrichtung (9) besitzt.
2. Materialbehandlungsanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass in der primären Rückführleitung (14) vor dem

zweiten Speicherbehälter (15) ein Materialentnahmeausgang (17) für die mineralische Schlacken-Fraktion (11) angeordnet ist.

3. Materialbehandlungsanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, ***dadurch gekennzeichnet, dass*** vor dem Eingang (27) der Wirbelstromtrennvorrichtung (9) ein Vibrationsförderer (8) angeordnet ist.
4. Materialbehandlungsanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, ***dadurch gekennzeichnet, dass*** vor einem Eingang (28) des Vibrationsförderer (8) ein Aufgabesilo (7) angeordnet ist.
5. Materialbehandlungsanlage nach einem der Ansprüche 2 bis 4, ***dadurch gekennzeichnet, dass*** zwischen dem Ausgang (10) für die mineralische Schlacken-Fraktion (11) und dem Materialentnahmeausgang (17) einen weiteren Vibrationsförderer (31) und anschließend eine weitere Wirbelstromtrennvorrichtung (20) angeordnet ist.
6. Materialbehandlungsanlage nach einem der Ansprüche 2 bis 4, ***dadurch gekennzeichnet, dass*** zwischen dem Ausgang (10) für die mineralische Schlacken-Fraktion (11) und dem Materialentnahmeausgang (17) mehrere weitere Vibrationsförderer (32, 33) und weitere Wirbelstromtrennvorrichtungen (21, 22) angeordnet sind.
7. Materialbehandlungsanlage nach einem der Ansprüche 4 bis 6, ***dadurch gekennzeichnet, dass*** zwischen dem Ausgang (5) für die unbehandelte Schlacke (4) und dem Eingang des Aufgabesilos (7) ein Magnetabscheider (26) angeordnet ist.
8. Materialbehandlungsanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, ***dadurch gekennzeichnet, dass*** nach dem Ausgang (12) für die abgetrennte Nichteisen-Metall-Fraktion (13) ein Umschaltventil (18) angeordnet ist.

9. Verfahren zur Verwendung einer Materialbehandlungsanlage (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, ***dadurch gekennzeichnet, dass*** das Material in einem Batchverfahren behandelt wird und die Schlacke (2) mindestens zwei Mal der Wirbelstromtrennvorrichtung (9) zugeführt wird.
10. Verfahren nach Anspruch 9, ***dadurch gekennzeichnet, dass*** während der Behandlung der unbehandelten Schlacke (4) die Schlacke (2), von der noch keine Nichteisen-Metalle (13) abgetrennt wurden, im ersten Speicherbehälter (3) gespeichert wird.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 oder 10, ***dadurch gekennzeichnet, dass*** ein Batch an unbehandelter Schlacke (4) nach einer bestimmten Anzahl von Zyklen in der Materialbehandlungsanlage (1) aus dem Kreislauf abgeführt wird und dann ein neuer Batch an Schlacke (2) aus dem ersten Speicherbehälter (3) über den Ausgang (5) dem Aufgabesilo (7) zugeführt wird.
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 11, ***dadurch gekennzeichnet, dass*** ein Materialbatch so lange im Kreislaufsystem gefördert wird bis die einströmende Schlacke (2) eine vordefinierte Füllhöhe des ersten Speicherbehälters (3) erreicht hat.
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 11, ***dadurch gekennzeichnet, dass*** je nach Menge an pro Zeit einströmender Schlacke (2) in den ersten Speicherbehälter (3) die Anzahl an Zyklen des jeweiligen Schlackenbatch in der Materialbehandlungsanlage (1) variiert werden kann.
14. Verfahren nach den Ansprüchen 9 bis 13, ***dadurch gekennzeichnet, dass*** die Scheitelposition der Wirbelstromtrennvorrichtung (9) für die Separierung von der Nichteisen-Metall-Fraktion (13) nach mindestens einem und vorzugsweise nach jedem Zyklus geändert wird.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 14, *dadurch gekennzeichnet, dass* die Schlacke aus einer Müllverbrennungsanlage stammt und einen Feuchteitsanteil von weniger als 5 wt.-% Gewichtsprozent aufweist.
16. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 18, *dadurch gekennzeichnet, dass* die aufzubereitenden Schlacken-Fractionen Partikelgrößen kleiner 100 mm aufweisen.
17. Verwendung der Materialbehandlungsanlage (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 8 zum Behandeln von Rostasche aus einer Müllverbrennung.