

# Schlackeaufbereitung mit trockener Dichtesortierung

Elmira Turdubekova

|    |  |     |
|----|--|-----|
| 1. | Funktionsprinzip des trockenen Dichtesortierers Typ AKA-FLOW....   | 447 |
| 2. | Verfahrenstechnische Grundlagen der Dichtesortierung .....         | 450 |
| 3. | Dichtesortierung von Stahlschlacken.....                           | 451 |
| 4. | Ergebnisse der Schlackeaufbereitung .....                          | 452 |
| 5. | Ergebnisse der Aufbereitung eines Hochofenschlacke-Materials ..... | 453 |
| 6. | Zusammenfassung .....  | 455 |
| 7. | Literatur.....   | 456 |

Wasser ist nicht in allen Regionen, in denen Rohstoffe gewonnen und aufbereitet werden, in ausreichender Menge vorhanden. Dazu kommt, dass Abwasser- bzw. Prozesswasserbehandlung hohe Kosten verursachen oder die Aufbereitung mit nass-mechanischen Verfahren nicht möglich ist. Deshalb bekommen trockene Aufbereitungsverfahren eine immer größere Bedeutung.

Einer der wichtigsten Aufbereitungsschritte ist hierbei die Dichtesortierung, welche sich auf Grund einer hohen Selektivität und gleichzeitig hohen erreichbaren Durchsätzen in flüssigen Medien weltweit etabliert hat.

Um trockene Aufbereitungsverfahren von verschiedenen Rohstoffen zu ermöglichen, hat sich die AKW Apparate + Verfahren GmbH in den letzten fünf bis sechs Jahren mit der Einführung des trockenen Dichtesortierers AKA-FLOW beschäftigt. Dieses Gerät wurde an der TH Aachen am Lehrstuhl für Aufbereitung mineralischer Rohstoffe von Prof. Wotruba entwickelt.

## 1. Funktionsprinzip des trockenen Dichtesortierers Typ AKA-FLOW

Der AKA-FLOW ermöglicht die trockene Dichtentrennung mittels einer fluidisierten Wirbelschicht.

Die Bilder 1, 2 und 3 zeigen den Aufbau, die Prinzipskizze sowie ein Foto eines Sortierers.

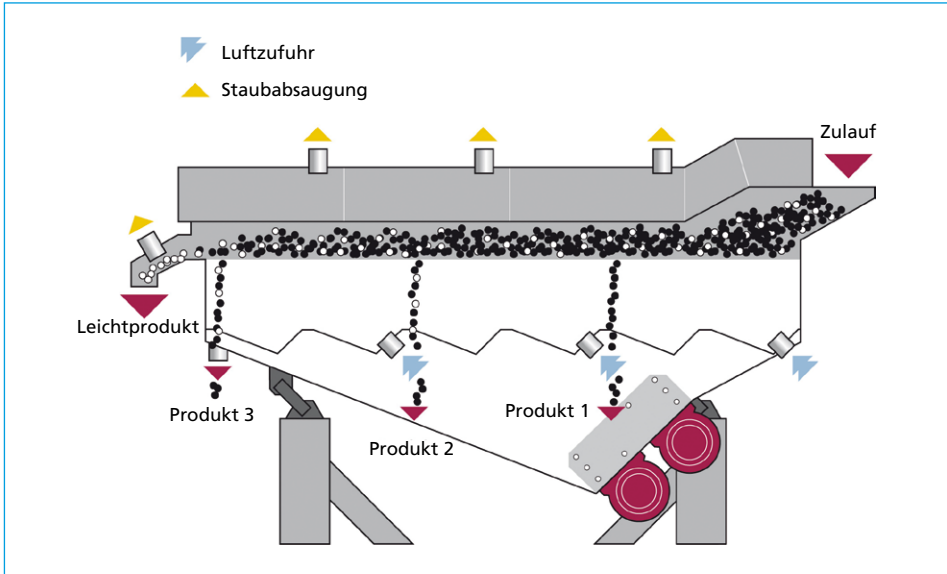


Bild 1: Prinzipskizze des trockenen Dichtesortierers

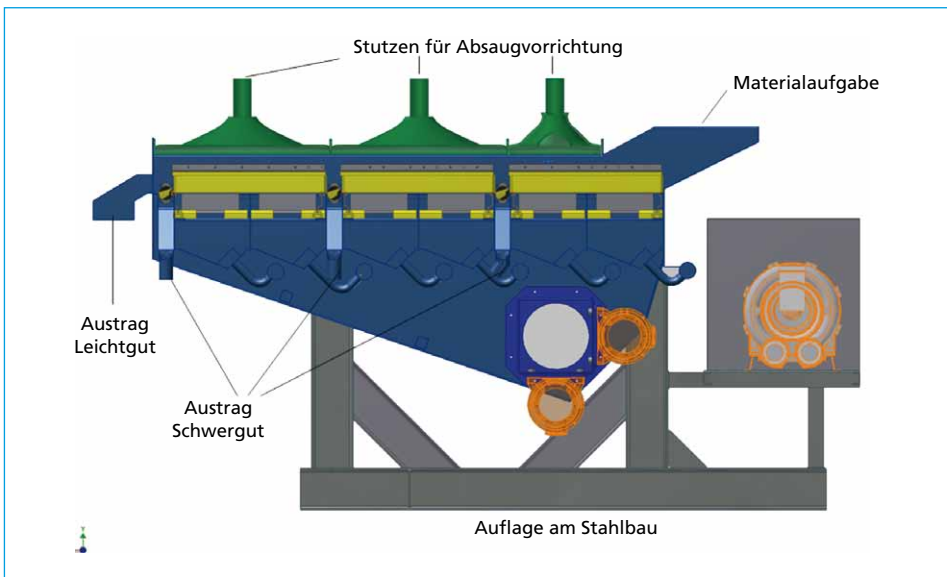


Bild 2: Aufbau des trockenen Dichtesortierers

Die Wirbelschicht bzw. das Fließbett wird durch einen Luftstrom erzeugt, der von unten den Siebelag durchströmt und in der sich die Partikel nach ihrer Dichte schichten. Dabei wird die Sortierung durch die Vibration des Setzkörpers mit Hilfe von zwei Unwuchtmotoren unterstützt. Dadurch konzentrieren sich die spezifisch schweren Partikel im unteren Bereich des Fließbettes. Durch die Linear-Schwingung des

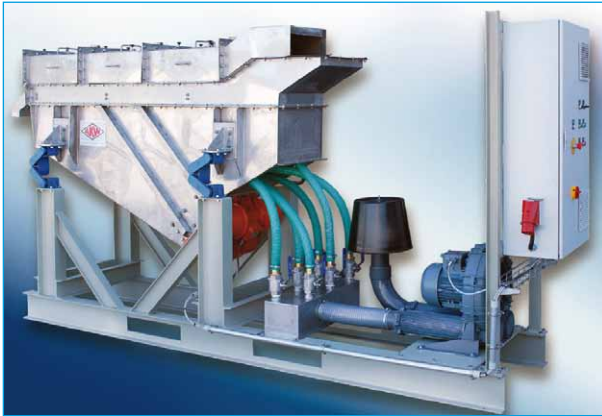


Bild 3:

AKA-FLOW 04/25 – Liefer-  
einheit

Setzkörpers wird das Material in Längsrichtung der Maschine transportiert. In Förderrichtung befinden sich drei Austräge im Setzkörper, über die das schwere Material über einstellbare Splitter abgetrennt werden kann.

Mit dem Sortierer können, abhängig von den Eigenschaften des Aufgabematerials, spezifische Durchsätze von 5 bis 20 t/(h\*m Maschinenbreite) erreicht werden.

Der Trennprozess, sowohl die Reinheit als auch das Ausbringen des Produktes betreffend, kann durch fünf einstellbare Parameter beeinflusst werden:

- Der Aufgabemassenstrom, welcher über eine Vibrorinne gesteuert wird; hierbei wird durch die Vibrorinne eine gleichmäßige Verteilung des Aufgabematerials über die Breite des Siebbelages ermöglicht.
- Die Splitterstellung, welche durch ihre jeweilige Position einen Einfluss auf die Menge der Zwischenprodukte hat.
- Die Hubzahl, welche über die Drehzahl der Unwuchtantriebe gesteuert wird (Anzahl der Hübe pro Sekunde). Je höher die Frequenz, umso schneller ist der Materialtransport über dem Siebbelag.
- Die Amplitude, welche durch Verstellen der Gewichte verändert werden kann (Beeinflussung der Schichtung).
- Der Luftstrom: Der mit Hilfe eines Gebläses erzeugte Luftstrom strömt von unten durch den Siebbelag und erzeugt das fluidisierte Fließbett.

Bei Versuchen wurde festgestellt, dass der Aufgabenmassenstrom und die Betthöhe auf das Wertstoffausbringen einen hohen Einfluss haben: durch ein relativ niedriges Massenausbringen mit zwei bis drei Zentimeter Betthöhe ergibt sich ein hohes Wertstoffausbringen. Bei Betthöhen ab sechs Zentimeter und/oder einem relativ hohen Aufgabenmassenstrom sinkt das Wertstoffausbringen jedoch wieder, da zu viel Wertstoff über die Berge abgeschieden wird.

Die Splittereinstellung ist abhängig von dem Anteil der Schwer- und Leichtgutprodukte im Aufgabematerial. Je höher der Anteil an Schwerpartikeln, desto länger braucht das aufgegebene Material für die Wertstoffanreicherung. Deshalb kann der erste Splitter unter diesen Bedingungen geschlossen bleiben. Dadurch hat das Material ausreichend Zeit, sich im Setzbett anzureichern.

Die Hubzahl bestimmt die Verweilzeit des Materials auf der Maschine. Bei großen Frequenzen (höhere Motordrehzahl) sind die Verweilzeiten gering, das Materialbett ist sehr unruhig und es findet kaum ein Schichtungsprozess statt.

Die Fließbetthöhe bestimmt neben der Hubzahl den möglichen Durchsatz der Maschine. Bei einem Bett ab etwa sechs Zentimeter ergibt sich ein relativ hoher Wertstoffverlust, da die Verweilzeit zu gering ist, um es den spezifisch schwereren Kornpartikeln zu ermöglichen, durch das gesamte Bett zu sickern und sich unten abzulagern.

Die Luftmenge ist wichtig für die Entstehung des entsprechenden Wirbelschichtbettes. Aus den verschiedenen Versuchsergebnissen konnte abgeleitet werden, dass der Volumenstrom für die einzelnen Setz- bzw. Siebbeläge durch separate Luftkammern gestuft werden muss. Am Anfang des Setzkörpers wird ein stärkerer Luftstrom benötigt, welcher dann vor den Splitterausträgen gedrosselt wird, damit sich das Bett setzen kann. D.h. anfangs wird ein inhomogenes Bett erzeugt und vor den Splitterausträgen in ein beruhigtes Bett überführt.

Um optimale Sortierergebnisse erzielen und gewährleisten zu können, muss jedes Material mittels verschiedener Kombinationen der oben genannten Prozess- und Maschinenparameter des Dichtesortierers getestet werden.

## 2. Verfahrenstechnische Grundlagen der Dichtesortierung

Das fluidisierte Fließbett verhält sich ähnlich einem nassen Medium, wodurch die Trennung der Partikel nach der Dichte und Kornform begünstigt wird. Deshalb wurde die Sortiermaschine für die Dichtentrennung sowohl primärer als auch sekundärer Rohstoffe getestet. Unter anderem wurden auch Vergleichsversuche mit mehreren nassen Verfahren durchgeführt [1, 4].

Im Unterschied zu den klassischen Luftsetzmaschinen ist der trockene Dichtesortierer in der Lage, eine Dichtentrennung für Materialien mit Feinpartikeln  $< 2$  mm (bis max. 4 mm, abhängig vom Material) zu ermöglichen.

Am Anfang der Verfahrensentwicklung wurde intensiv die trockene Aufbereitung von verschiedenen Erzen und Mineralien getestet. Da die trockene Schlackenaufbereitung größtenteils auf den Grundlagen der trockenen Erzaufbereitung basiert, soll ein kurzer Exkurs zu dem Themenbereich folgen.

Bei der Erzaufbereitung ist neben dem Dichteunterschied der Aufschlussgrad der Wertmineralien eine wichtige Voraussetzung für einen Sortiererfolg. Hierbei liegen die Kornpartikel meistens bei  $< 2$  mm.

Mittels eines Prototypen des AKA-FLOW (CDF-Separator) wurden unter anderem Versuche zur Aufbereitung von Schwermineralsand durchgeführt. Bei Interesse kann dies im Artikel [4] nachgelesen werden.

Basierend auf diesen Versuchsergebnissen wurde ein trockenes Aufbereitungsverfahren mit einem pegmatitischen Niob-Tantal-Erz entwickelt, in dem das Sortieraggregat zur Dichtentrennung integriert wurde. Es muss dabei betont werden, dass der Wertstoffgehalt des Erzes bei etwa 0,2 Ma.-Prozent lag.

Der Dichteunterschied zwischen dem Wertstoff und den Bergen lag hier bei etwa zwei (Wertstoff etwa  $5,2 \text{ g/cm}^3$  und Berge etwa  $2,65 \text{ g/cm}^3$ ). Der Sortierer ermöglichte eine Vorkonzentrierung des Materials von etwa 60 Ma.-Prozent direkt am Anfang des Aufbereitungsverfahrens. Dadurch wurde es möglich, alle nachfolgenden Sortieraggregate auf niedrigere Durchsätze hin auszuliegen. Dies kann je nach vorhandener Infrastruktur in der Lagerstätte nicht nur zu einer Reduzierung der Investitionskosten für das notwendige Equipment, sondern auch zu einer Senkung der Menge des aufzubereitenden Materials und somit zu niedrigeren Betriebskosten führen.

Unter anderem waren eine wichtige Voraussetzung für die effektive Dichtesortierung optimal aufgeschlossene Wertstoffpartikel, welche durch selektive Zerkleinerung mit bestimmten Mühlen ermöglicht wurde. Bemerkenswert ist, dass der Aufschlussgrad des Erzes bei einer Körnung  $< 100 \mu\text{m}$  lag. Dadurch lag der Bereich der Korngrößenfraktion des aufzubereitenden Aufgabematerials zwischen etwa 45 bis max.  $200 \mu\text{m}$ . Bis dahin war die trockene Dichtesortierung unterschiedlicher Materialien (wie z.B. Kohle, Schwermineralsande usw.) im Kornbereich  $< 100 \mu\text{m}$  nicht möglich oder nicht effektiv.

Dies zeigt auf, dass jedes Material ausführlich untersucht und in jedem Fall getestet werden sollte, um zu entscheiden, ob es zur trockenen Dichtesortierung in Frage kommt.

Hierbei ist zu beachten, dass die Restfeuchte des Aufgabematerials für die Sortierung max. 0,5 Prozent betragen darf, um eine erfolgreiche trockene Dichtesortierung zu ermöglichen.

Durch die Möglichkeit des Austrags der Zwischenprodukte können Mittelprodukte, je nach Aufschlussgrad des Aufgabematerials, entweder zurück zur Mühle oder wieder zum Aufgabebehälter des Sortierers geschickt werden, um das Wertstoffausbringen zusätzlich zu erhöhen. Eine weitere Möglichkeit ist eine mehrstufige Dichtesortierung der Schwer- und Zwischenprodukte, ggf. mit den Leichtgutprodukten.

All diese Erfahrungen wurden bei der trockenen Dichtesortierung von Schlacken benutzt, um das Verfahren weiter zu optimieren.

### 3. Dichtesortierung von Stahlschlacken

Die Bedeutung der Stahlschlackenaufbereitung wird deutlich, wenn betrachtet wird, dass in 2014 allein China 822,7 Millionen Tonnen Stahl produziert hat. In Deutschland hat die Stahlproduktion im gleichen Jahr 42,9 Millionen Tonnen erreicht. Weltweit werden jährlich über 400 Millionen Tonnen Schlacke aus der Stahlindustrie produziert.

Die durch die Stahlproduktion anfallenden Schlacken sind keine Abfallprodukte, sondern Sekundärrohstoffe und können für vielfältige Anwendung der Industrie zur Verfügung gestellt werden. Die Aufbereitung der Schlacke trägt somit zur nachhaltigen Ressourcenschonung und zum Umweltschutz bei.

Auch bei der Aufbereitung von Stahlschlacken hat die Dichtesortierung eine große Bedeutung. In vielen Schlackenaufbereitungsanlagen werden bereits trockene Verfahren für die Sortierung von Materialien von  $> 5$  mm eingesetzt. Die restliche Kornfraktion  $< 5$  mm wird nassmechanisch aufbereitet oder deponiert.

Um die aufwändige Abwasserbehandlung bei der Aufbereitung von Feinkornschlacken zu vermeiden und erst die Aufbereitung von Stahlschlacken mit dieser Kornfraktion  $< 5$  mm zu ermöglichen, wurden verschiedene Schlackeproben im Technikum der AKW Apparate + Verfahren GmbH getestet.

Im Allgemeinen werden folgende Arten von Schlacken unterschieden:

- Hochofenschlacken (HOS)
- Stahlwerksschlacken (SWS)
- Elektroofenschlacken (EOS)
- Edelstahlschlacken (EDS)
- Linz-Donawitz-Schlacken (LDS)
- Metallhüttenschlacken (MHS).

Bislang mit dem Sortiergerät erfolgreich getestete Schlackearten sind die Schlacken der Edeltahlerzeugung (EDS), Metallhüttenschlacken (MHS) und Hochofenschlacken (HOS). Zurzeit wird die Dichtesortierung von Schlacken bzw. Aschen aus Abfallverbrennungsanlagen mit diesem Sortieraggregat intensiv geprüft und optimiert.

## 4. Ergebnisse der Schlackeaufbereitung

Gemeinsam mit der Loesche GmbH und der CALA Aufbereitungstechnik GmbH & Co. KG wurde eine trockene Schlackenaufbereitungsanlage für die bvba RECOVAL sprl und deren Anlage Charleroi Steel Slag in Belgien entwickelt und 2014 erfolgreich in Betrieb genommen.

Das durch eine Loesche-Mühle zerkleinerte und aufgeschlossene Edelstahlschlackeaufgabematerial mit einer Kornfraktion 0 bis 1 (max. 2 mm) und mit einem Metallgehalt von etwa fünf Prozent wird auf eine Sortiermaschine Typ 04/25 (Maschinenbreite von 400 mm) aufgegeben (Bild 3) und sortiert.

Der Durchsatz des Sortierers kann je nach Bedarf von etwa 2 t/h bis 4 t/h eingestellt werden. Dabei werden etwa zehn Prozent als Metallprodukt mit einer Reinheit von  $> 90$  Prozent und mit einem Wertstoff-(Metall)-Ausbringen in diese Fraktion von über  $> 95$  Prozent erzeugt.

Dieses im Vergleich hervorragende Aufbereitungsergebnis von Edelstahlschlacke in der Anlage Charleroi Steel Slag wird durch das mit der Mühle nahezu vollständig aufgeschlossene Material und eines optimal angepassten Dichtesortierers erzielt.

Durch intensive Versuche mit verschiedenen Stahlschlacken im Technikum konnte nachgewiesen werden, dass ein optimaler Aufschlussgrad das Wertstoffausbringen von etwa 30 Prozent auf über 90 Prozent erhöhen kann. Dabei ist zu beachten, dass der Anteil der Kornfraktion  $< 45 \mu\text{m}$  vor der Dichtesortierung abgeschieden wird.

Ein zu hoher Anteil an Kornpartikeln mit der Größe  $< 45 \mu\text{m}$  im Aufgabematerial des AKA-FLOW beeinträchtigt den Dichtesortierungsprozess durch die hohe Verwirbelung des Fließbetts. Hierbei liegt die sinnvolle Grenze bei etwa 10 Prozent Feinfraktion (Kornpartikel  $< 45 \mu\text{m}$ ), welche durch den Sortierer entstaubt wird.

Die teilweise durch die Zerkleinerung abgerundeten Körner der metallhaltigen Fraktion und die im Gegensatz unregelmäßige Form der Leichtgutfraktionen scheint die Dichtesortierung zusätzlich zu begünstigen. In diesem Fall verhält sich das trockene fluidisierte Fließbett tatsächlich wie Wasser (ähnlich einer Setzmaschine).

Die hohe Qualität des erzeugten Metallkonzentrates bzw. des Schwergutproduktes ist in den Bildern 4 und 5 ist zu sehen. Die Bilder 5 und 6 zeigen dagegen die Leichtprodukte der Anlage (90 Prozent des Aufgabematerials), welche als Füller der Zementindustrie zur Verfügung gestellt werden.

Diese Anlage ist ein Beispiel dafür, dass die trockene Aufbereitung von Feinkornschlacken mit der Fraktion  $< 2 \text{ mm}$  sowohl verfahrenstechnisch als auch wirtschaftlich betrieben werden kann.



Bild 4: Metallkonzentrat – Schwergut



Bild 5: Leichtgut

## 5. Ergebnisse der Aufbereitung eines Hochofenschlacke-Materials

2014 wurde ein Dichtesortierer AKA-FLOW Typ 12/25 mit der Maschinenbreite von 1.200 mm für das Unternehmen Agglotech GmbH Linz in Österreich gebaut, welches im Bereich der Aufbereitung von Rückständen aus der Eisen- und Stahlindustrie tätig ist. Hierbei wird das Aggregat zur Dichtesortierung von Feineisenschlacken nach der Entschwefelung im Hochofenprozess eingesetzt.

Um den Sortierer entsprechend den Anforderungen auszulegen, wurden zunächst Dichtesortierungsversuche durchgeführt und anschließend die entsprechende Maschine geliefert.

In diesem Betrieb stellen die Schlacken mit der Korngrößenfraktion  $< 2$  mm einen Anteil an der Gesamtschlacke von etwa 25 Prozent dar. Diese Fraktion wurde vor dem Einsatz des Dichtesortierers nicht weiterverarbeitet.

Der Anteil an FE-Metallen in diesem Material beträgt etwa 0,8 bis 1 Prozent, welcher etwa 30 Prozent des gesamten FE-Metallgehaltes der Schlacke im Betrieb entspricht.

Das Aufgabematerial besteht aus der Korngrößenfraktion von 0 bis 2 mm, welche etwa 60 Prozent des Gesamtmaterials beträgt. Der restliche Anteil des Aufgabematerials besteht aus 15 Prozent Überkornfraktion mit der Korngröße  $> 2$  mm und aus 25 Prozent Unterkornfraktion mit der Korngröße  $< 0,045$  mm.

Das Hauptziel bestand darin, den FE-Metallgehalt auf etwa 60 Prozent durch die Dichtesortierung anzureichern.

Bild 6 zeigt den gelieferten Dichtesortierer, womit ein Durchsatz von etwa 18 bis 20 t/h erreicht werden konnte.



Bild 6:

AKA-FLOW 12/25

Bei der Inbetriebnahme dieses Sortierers kam es aufgrund einer erhöhten Restfeuchte und eines hohen Feinstkornanteils (Staub)  $< 25$   $\mu\text{m}$  des Aufgabematerials am Anfang zu Problemen. Die Restfeuchte des Aufgabematerials lag bei etwa 1 bis 2 Prozent und der Anteil an Feinkorn (Staub) über 30 Prozent.

Durch die hohe Feuchte und den hohen Staubanteil im Aufgabematerial haben sich die Siebböden zugesetzt. Dies führte zur Beeinträchtigung des Dichtesortierprozesses. Um eine niedrige Restfeuchte und einen Feinstkornanteil des Aufgabematerials zu gewährleisten, kann, z.B. eine vorherige Entstaubung und gleichzeitige Trocknung des Materials vor der Luftdichtesortierung erfolgen.

Die Bilder 7 und 8 zeigen das Metallkonzentrat und die Berge der Dichtesortierung der Hochofenschlacke.



Die erzeugten Metallkonzentrate und die Berge unterscheiden sich voneinander nicht nur durch die Dichte, sondern auch durch die Form der Körnungen (Bilder 7 und 8). Die



Bild 7: Metallkonzentrat – Schwergut



Bild 8: Leichtgutprodukt – Berge

Metallkonzentrate bzw. die Schwergutprodukte bestehen aus kugelförmigen Kornpartikeln und die Berge bzw. die Leichtgutprodukte aus unregelmäßig geformten Körnern.

Durch die trockene Dichtesortierung konnte in diesem Fall ein Wertstoffausbringen (Fe-Gehalt) von etwa 60 Prozent erreicht werden.

## 6. Zusammenfassung

Neueste Erfahrungen bei der Verfahrensentwicklung im Bereich der trockenen Sortierung zeigen, dass auch trockene Aufbereitung von Schlacken im Feinkornbereich < 5 mm aus wirtschaftlicher Sicht möglich ist.

Jede Art von Schlacke weist eine unterschiedliche Material- und Korngrößenzusammensetzung auf. Dadurch muss jedes Material ausführlich im Pilotmaßstab getestet werden, um sowohl eine möglicherweise nötige Vorbehandlung des Schlackematerials vornehmen zu können als auch die erforderlichen Einstellungen der Maschine anzupassen bzw. zu optimieren.

Wichtige Parameter für eine effektive Sortierung sind eine Restfeuchte von maximal erlaubten 0,5 Prozent und ein nicht zu hoher Feinstkornanteil. Diese Parameter müssen unbedingt bei einer Auslegung einer Schlackenaufbereitungsanlage berücksichtigt werden.

Trotz eines anfänglich erhöhten Aufwandes ist die trockene Dichtesortierung in vielen Fällen das einzige Aufbereitungsverfahren, bei dem keine Prozesswasserbehandlung und eine damit verbundene Entsorgung der dabei entstandenen Schlämme notwendig sind. Dadurch ist dieses trockene Aufbereitungsverfahren kostengünstiger und konkurrenzfähig zur klassischen Nassaufbereitung.

Bei der Abfallverbrennungsschlackenaufbereitung wird die Trockenaufbereitung im Korngrößenbereich  $< 6$  mm eingesetzt, um eine Anreicherung der NE-Metalle zu erreichen. Die bestehenden Verfahren sind derzeit noch nicht ausreichend und mögliche Verbesserungen durch den Einsatz eines Dichtesortierers werden derzeit erprobt.

Die trockene Dichtesortierung wird derzeit für weitere Schlackenarten eingeführt. Die Versuche können sowohl im kleinen als auch im Pilotmaßstab im Technikum des Unternehmens durchgeführt werden.

## 7. Literatur

- [1] Birner, U.: Erprobung eines neuartigen trockenen Dichtesortierers für den Feinkornbereich. Bachelorarbeit – Hochschule Amberg-Weiden
- [2] Jungmann, A.; Schiffers, A.: Dry Processing and High Quality Applications for Steel Slag
- [3] Rekersdrees, T.; Schliephake, H.; Schulbert, K.: Aufbau und Prozessführung des Lichtbogenofens unter besonderer Berücksichtigung des Schlackenmanagements. [www.gmh.de](http://www.gmh.de)
- [4] Schiffers, A.; Jungmann, A.; Wotruba, H.; Steinberg, M.: Trockene Dichtesortierung im Feinkornbereich mit dem CDF-Separator – Dry gravity separation in the Fines Range with the CDF Separator. *Aufbereitungs Technik* 49 (2008) Nr. 5
- [5] World Steel Association: Fact Sheet. Steel industry by-products

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.dnb.de> abrufbar

Thomé-Kozmiensky, K. J. (Hrsg.): **Mineralische Nebenprodukte und Abfälle 2**  
– Aschen, Schlacken, Stäube und Baurestmassen –  
ISBN 978-3-944310-21-3 TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky

Copyright: Professor Dr.-Ing. habil. Dr. h. c. Karl J. Thomé-Kozmiensky  
Alle Rechte vorbehalten

Verlag: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky • Neuruppin 2015  
Redaktion und Lektorat: Professor Dr.-Ing. habil. Dr. h. c. Karl J. Thomé-Kozmiensky,  
Dr.-Ing. Stephanie Thiel, Elisabeth Thomé-Kozmiensky, M.Sc.  
Erfassung und Layout: Ginette Teske, Sandra Peters, Janin Burbott,  
Claudia Naumann-Deppe, Anne Kuhlo

Druck: Mediengruppe Universal Grafische Betriebe München GmbH, München

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funksendung, der Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung auf anderen Wegen und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland vom 9. September 1965 in der jeweils geltenden Fassung zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtsgesetzes.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürfen.

Sollte in diesem Werk direkt oder indirekt auf Gesetze, Vorschriften oder Richtlinien, z.B. DIN, VDI, VDE, VGB Bezug genommen oder aus ihnen zitiert worden sein, so kann der Verlag keine Gewähr für Richtigkeit, Vollständigkeit oder Aktualität übernehmen. Es empfiehlt sich, gegebenenfalls für die eigenen Arbeiten die vollständigen Vorschriften oder Richtlinien in der jeweils gültigen Fassung hinzuzuziehen.