Trockenmechanische Feinaufbereitung von MVA-Schlacke und Separation der Nichteisenmetall-Konzentrate in reine Leichtmetall- und Schwermetallfraktionen

Stefan Eberhard und Ivan Züst

1. Zusammensetzung der Feinschlacke 104

2. Gewinnung eines NE-Konzentrates aus der Feinschlacke 106

3. Sortierung des NE-Konzentrates in Leicht- und Schwermetalle 109

4. Zusammenfassung 111

5. Literatur 112

Bei der Aufbereitung von Schlacke aus Abfallverbrennungsanlagen (im Weiteren als MVA-Schlacke bezeichnet, in Österreich als Grobasche deklariert) gewinnt der Feinkornanteil immer mehr an Bedeutung. Der Feinkornanteil kleiner 5 mm der MVA-Schlacke – in diesem Artikel vereinfacht als Feinschlacke bezeichnet – wird vielfach nicht weiter aufbereitet und somit werden keine Metalle aus dieser Fraktion zurückgewonnen (zum Beispiel aufgrund der Gesetzeslage). In den letzten Jahren stieg das Bewusstsein, dass in der Feinfraktion ein wesentlicher Anteil an wertvollen Metallen vorhanden ist. Insbesondere Nichteisenmetalle (NE-Metalle) im Spezifischen die Schwermetalle mit Kupfer, Blei und Edelmetallen liegen in einem beträchtlichem Anteil in der Feinfraktion vor. Je nach Quelle schwankt der Anteil der NE-Metalle in dieser Feinfraktion zwischen 25 und 50 Prozent des gesamten NE-Metallgehaltes. Das bedeutet, dass bis zu 50 Prozent der wertvollen Metalle auf einer Deponie verloren gehen können. Die Feinschlacke stellt deshalb ein immenses Potential an Rohstoffen dar, welches heutzutage gar nicht oder nur ungenügend genutzt wird. Aufgrund des technischen Fortschritts und der Tendenz, dass Elektronikteile in immer kleineren Korngrößen vorkommen, wird der Anteil wertvoller Metalle in der Feinschlacke in den nächsten Jahren weiter steigen.

In der Schweiz dürfen keine Schlacken oder keine Schlackenrückstände aufgrund strenger Auflagen bezüglich Schwermetallen, Salzen und weiteren Parametern in der Bauwirtschaft verwendet werden. Sie müssen in Schlackendeponien abgelagert werden [2]. Das heißt, das wesentliche Ziel der Aufbereitung von MVA-Schlacken in der Schweiz ist die Rückgewinnung von Wertstoffen, insbesondere von Metallen und die daraus entstehende Minimierung der Schwermetallemissionen aus der Deponie. Der hohe Verlust an Metallen durch die direkte Deponierung der Feinfraktion, die unnötige Umweltbelastung und die gesetzliche Regulierung veranlasste die DHZ AG sich vertieft mit dem Thema der Feinaufbereitung der MVA-Schlacke und der Rückgewinnung der Metalle zu befassen.

Die komplexe Zusammensetzung der MVA-Schlacke, die Wirtschaftlichkeit und die Maximierung des umwelttechnischen Nutzens der Aufbereitung stellen dabei eine spezielle Herausforderung dar. So existieren heutzutage mehrere Verfahren, um Metalle aus der Feinfraktion zurückzugewinnen. Mit trockenen oder nass-physikalischen sowie auch mit chemischen oder biologischen Verfahren, lassen sich Metalle aus der Schlacke zurückgewinnen. Chemische und biologische Verfahren eignen sich vor allem für Korngrößen kleiner 0,5 mm, das heißt im Bereich großer, spezifischer Oberflächen. Bei gröberen Korngrößen qualifiziert sich die trockene als auch nasse Aufbereitung, wobei die trockene gegenüber der nassen Aufbereitung entscheidende Vorteile aufweist. Unter anderem ist keine zusätzliche und aufwändige Wasseraufbereitung notwendig, Arbeiten mit einer umweltschädigenden Schwerflüssigkeit sind hinfällig und die Metalle werden keiner weiteren Korrosion durch eine wässrige Flüssigkeit ausgesetzt.

In diesem Artikel wird unser trocken-physikalischer Weg der Aufbereitung von Feinschlacke aufgezeigt. In einem ersten Verfahrensschritt wird mit Hilfe von innovativen Aufbereitungsanlagen ein Nichteisenmetallgemisch aus der MVA-Schlacke gewonnen. Anschließend werden die restlichen Störstoffe entfernt und das resultierende Metallprodukt in Metallfraktionen sortiert. Das Resultat sind eine trockene Leicht- und eine Schwermetallfraktion, welche frei von organischen oder mineralischen Rückständen sind. Aufgrund der geringen Feuchtigkeit und eines kleinen Fremdstoffanteils können diese Produkte ohne weiteren Aufbereitungsschritt direkt von Metallschmelzen verarbeitet werden, woraus tiefere Transportkosten resultieren und zudem die Umwelt geschont wird. Das trockene Aufbereitungsverfahren ermöglicht es Metalle bis zu einer Korngröße von 0,5 mm zurückzugewinnen.

1. Zusammensetzung der Feinschlacke

Die Zusammensetzung der MVA-Schlacken wurde auf der supersort Aufbereitungsanlage [3] in Lufingen untersucht. Die Aufbereitungsanlage bereitet MVA-Schlacken ab der Abfallverbrennungsanlage im gesamten Kornspektrum auf. Aktuell werden Schlacken aus über zehn Schweizer MVA's angeliefert und aufbereitet. Eine Beprobung und Analyse der an die Aufbereitungsanlage angelieferten Schlacken ergab im Mittel einen Gehalt von etwa 1,8 Prozent an Aluminium und etwa 0,8 Prozent an schweren Nichteisenmetallen. Die Resultate zeigten zudem, dass mit abnehmender Korngröße der Gehalt an Aluminium zwar leicht sinkt, dafür der Schwermetallgehalt zunimmt. Schwere Nichteisenmetalle in der MVA-Schlacke sind hauptsächlich Kupfer und Zink und in kleineren Mengen Edelstahl und Blei. Aber auch Edelmetalle sind in der MVA-Schlacke in kleinsten Mengen (wenige mg Edelmetalle pro kg MVA-Schlacke) enthalten.

Auf der Aufbereitungsanlage wird die Schlacke zuerst über eine Freisetzungsmaschine geleitet, um die wertvollen Metalle von möglichen Anhaftungen zu befreien. Die Fraktionen größer 5 mm werden über intelligent aneinander gereihte Verfahren aufbereitet um so die Wertstoffe zurückzugewinnen. Nebst der Freilegung der Metalle und einem Trocknungseffekt wird in der Freisetzungsmaschine auch die mineralische Schlacke zerkleinert, so dass eine Fraktion kleiner 5 mm anfällt, welche etwa 45 Prozent des

Inputs ausmacht. Diese Fraktion stellt den Input für die innovative Feinaufbereitung dar, welche im nächsten Kapitel beschrieben ist. Diese Fraktion kleiner 5 mm wurde nun kontinuierlich beprobt und auf ihren Metallgehalt getestet.

Analysiert wurden die Proben im eigenen Metall-Labor. Das Vorgehen der Analyse ist eine Erweiterung der BAFU-Methode [1] zur Bestimmung des partikulären Metallanteils in Schlacken. Mit der eigenen Methode werden partikuläre Metallanteile bis zu einer Korngröße von 0,5 mm untersucht. Die Proben werden dabei getrocknet und durch Siebung in mehrere Fraktionen aufgeteilt. Außer der Fraktion < 0,5 mm erhält jede Siebfraktion eine eigene Analyse des Metallgehalts. Für die Fraktion > 0,5 mm erfolgt eine Gehaltsanalyse für Aluminium und eine für schwere Nichteisenmetalle. Dabei werden bei den Fraktionen mit größeren Korndurchmessern die Partikel von Hand ausgelesen. Die Fraktionen mit der feineren Kornverteilung (0,5 bis 32 mm) werden zuerst gemahlen und dann gesiebt. Das Zermahlen hat zur Folge, dass die spröden, mineralischen Partikel zerkleinert werden und so bei der anschließenden Siebung das Sieb passieren. Die duktilen Metallpartikel werden hingegen nicht zerkleinert und bleiben auf den Sieben liegen. Die auf den Sieben zurückgehaltenen Partikel werden von Hand sortiert. Mit Hilfe eines schwachen Magnetes wird als Erstes das magnetische Eisen bestimmt. Anschließend lässt sich mit einem starken Magneten der schwach magnetische, rostfreie Stahl bestimmen. Eine Auslesung per Hand trennt schlussendlich die schweren von den leichten Nichteisenmetallen. Bei den feineren Partikeln kommt eine spezielle Flüssigkeit für die Separierung der leichten und schweren Metalle zur Anwendung.

Die Analyse der Feinschlacke zeigt, dass der mittlere Gehalt an leichten Nichteisenmetallen bei 1,3 % liegt. Der Anteil ist tiefer als bei der angelieferten Schlacke. Der Grund dafür liegt darin, dass mit der Freisetzungsmaschine nicht nur Metalle freigesetzt, sondern auch die mineralischen Anteile zerkleinert werden. Mit der Freisetzungsmaschine werden mineralische Partikel der angelieferten Schlacke > 5 mm zerkleinert und landen in der Feinschlacke < 5 mm. Im Vergleich zur Eingangsschlacke ist die Menge an mineralischen Bestandteilen im Bereich < 5 mm deshalb höher. Da gleichzeitig die Metalle in der Freisetzungsmaschine nicht zerkleinert werden und deren Menge dadurch in der Feinschlacke gleich bleibt, nimmt der Gehalt an Metallen in der Feinschlacke ab. Dies erklärt den Unterschied zwischen etwa 1,8 % an leichten Nichteisenmetallen in der Eingangsschlacke und 1,3 % in der Feinschlacke. Derselbe Effekt ist bei den Schwermetallen ersichtlich. Hier liegt der Gehalt im Mittel bei 0,69 % in der Feinschlacke und bei 0,8 % in der Eingangsschlacke. Die Resultate sind in Tabelle 1 zusammengefasst.

Die Analyse der Feinschlacke zeigt, dass in unserem Fall bezogen auf die Gesamtmenge an NE-Metallen ein Drittel der Nichteisenmetalle in der Fraktion < 5 mm vorliegen. Auch befinden sich vermehrt schwere Nichteisenmetalle in der Feinfraktion im Verglich zu den gröberen Fraktionen. Wird diese Feinschlacke nicht weiter aufbereitet, werden wertvolle Metalle deponiert und gehen so, zumindest vorübergehend, verloren. Eine Rückgewinnung der Metalle aus der Feinfraktion beinhaltet somit ein großes Potential zur Schonung der Umwelt und garantiert einen wirtschaftlicheren Aufbereitungsbetrieb. Es wird weniger Deponievolumen benötigt, der Austrag in die Umwelt wird

verringert und durch die gesteigerte Rückgewinnung der Wertstoffe Primärressourcen geschont und CO_2-Emissionen reduziert. Es sind deshalb intelligente Lösungen gefragt, um die Feinschlacke aufzubereiten und die darin enthaltenen Restmetalle zurückzugewinnen.

Fraktion 0-5 mm	**Anteil Trocken-substanz %**
Anteil an der gesamten Schlacke	~ 45
Anteil leichte NE-Metalle in 0-5 mm Fraktion	**1,3**
Anteil leichte NE-Metalle 0-5 mm bezogen auf Eingangsschlacke	0,58
Anteil schwere NE-Metalle in 0-5 mm Fraktion	**0,69**
Anteil schwere NE-Metalle 0-5 mm bezogen auf Eingangsschlacke	0,31
Anteil der NE-Metalle in Fraktion 0-5 mm bezogen auf die Gesamtmenge an NE in der Eingangsschlacke	33

Tabelle 1:

Zusammenfassung der NE-Metallgehalte in der Feinschlacke

2. Gewinnung eines NE-Konzentrates aus der Feinschlacke

Eine allgemeine Herausforderungen bei der Aufbereitung der Feinschlacke ist der hohe Massenstrom, welcher eine hohe Leistungsauslegung der Anlagenteile mit entsprechendem Investitionsvolumen voraussetzt. Eine weitere Herausforderung stellt der Feinstanteil (< 0,5 mm) und dessen Feuchtigkeit dar. Der Feuchtegehalt steigt erfahrungsgemäß bei der Schlacke mit abnehmender Korngröße. Diesem feuchten Feinstanteil muss beim Anlagenbetrieb entsprechend Beachtung geschenkt werden. Auch lassen sich durch herkömmliche Wirbelstromtechnik keine Nichteisenmetalle aus dem Anteil < 0,5 mm gewinnen. Der Feinstanteil behindert zudem die Abtrennung von Partikel > 0,5 mm mit Hilfe von Wirbelstromscheidern. Einerseits wird das Induktionsfeld des Wirbelstromscheiders durch den Feinstanteil gestört und andererseits sind die groben Partikel weiter vom Magnetfeld entfernt, da diese auf den feinen liegen bleiben können, was die zuverlässige Trennung der groben Partikel beeinträchtigt. Die Klassierung und das Entfernen dieses Feinstanteils aus dem Materialfluss sind daher essenziell für eine erfolgreiche trocken-mechanische Weiterverarbeitung der Feinschlacke.

Eine naheliegende Lösung für die Klassierung der Feinschlacke wäre eine trockene Siebung. Bei feuchter MVA-Schlacke im feinen Korngrößenbereich < 3 mm versagen jedoch selbst die für schwierige Materialien ausgelegten Flip-Flop Siebe. Feine und feuchte Schlacke verklebt die Siebbeläge und macht eine Klassierung < 3 mm beinahe unmöglich. Eine andere Möglichkeit wäre die zusätzliche Trocknung des Materials. Dies erfordert jedoch lange Lagerungszeiten der MVA-Schlacke, was zu zusätzlichen Abbindung der MVA-Schlacke und Klumpenbildung führt. Ebenso ist diese Technik sehr energie- und damit kostenintensiv. Die Trocknung erschwert zudem den Aufbereitungsaufwand für die MVA-Schlacke, da durch die trockene Feinschlacke spezielle Abdichtungen der Anlagenkomponenten und eine erweiterte Entstaubungsanlage nötig sind, um Mensch und Maschinen vor der erhöhten Staubentwicklung zu schützen. In der Variante *Trocknung* sind die Zusatzaufwände somit enorm, um eine reibungslose Siebung auch bei tieferen Siebschnitten zu ermöglichen.

Eine effiziente Methode zur Klassierung und Rückgewinnung der MVA-Schlacke entwickelte die DHZ AG. Die Zurückgewinnung der Metalle aus der Schlacke mit einem Korngrößendurchmesser < 5 mm basiert auf einer Dichte- und Korngrößensortierung, wie sie in Bild 1 skizziert ist. In der Beschleunigungsmaschine werden die Partikel 0 bis 5 mm stark beschleunigt. Da kleine Partikel eine größere spezifische Oberfläche besitzen, sind sie den Luftwiderständen stärker ausgesetzt und fliegen weniger weit als die größeren Partikel mit geringerer spezifischer Oberfläche. So entsteht eine Trennung nach der Korngröße. Der zweite genutzte Effekt ist, dass die schweren Metallpartikel mit einer höheren spezifischen Dichte weiter fliegen als die mineralischen, verhältnismäßig leichten Partikel. So wird eine Dichtesortierung erreicht. Die Kombination dieser beiden Effekte wird gezielt genutzt, um die Metalle im Bereich 0,5 bis 5 mm anzureichern. Mit Hilfe von NE-Abscheider wird aus der mit Metallen angereicherten Feinfraktion eine konzentrierte Nichteisenmetallfraktion im Bereich 0,5 bis 5 mm produziert, die einen höheren Anteil an schweren Bunt- und Edelmetallen als die ursprüngliche Fraktion < 5 mm aufweist.

Bild 1:

Oben: Gleichzeitige Klassierung und Dichtesortierung in einem Verfahren. Schwere und dichte Partikel fliegen weiter. Unten: seit 2015 installierte Anlage zur Feinaufbereitung von MVA-Schlacken in Lufingen

Seit 2015 ist in Lufingen die hier beschriebene Aufbereitungsanlage für Feinschlacke erfolgreich in Betrieb. Die Feinaufbereitung hat einen Durchsatz von etwa 35 t/h. Die Beschleunigungsmaschine erzeugt wie vorher beschrieben ein Grob-/Schwergut und ein Fein-/Leichtgut. Das Fein-/Leichtgut ist metallabgereichert und enthält hauptsächlich den Feinanteil < 0,5 mm. Vom gesamten Anteil < 0,5 mm im Input der Feinaufbereitung

können so zwischen 70 bis 80 Prozent über diese Fraktion abgetrennt werden. Diese metallabgereicherte Feinschlacke macht etwa ein Drittel des Inputs auf die Feinaufbereitung aus und wird nicht weiter behandelt und deponiert. Die konzentrierte Feinschlacke, welche zusätzlich vom Feinanteil befreit ist, wird auf Nichteisenmetallscheider geleitet. Der Nichteisenmetallscheider erzeugt ein Nichteisenmetall-Konzentrat, welches etwa 2 bis 3 Prozent des Inputs der Feinaufbereitung ausmacht.

Durch die Kombination von Innovation und High-Tech in der trockenmechanischen Aufbereitung von MVA-Schlacke bietet die Feinaufbereitungsanlage supersort^{fein} im zürcherischen Lufingen (Schweiz) eine sehr gute Lösung für eine möglichst vollständige Entfrachtung der Wertstoffe. Die trocken-mechanische Aufbereitung hat gegenüber anderen Technologien den Vorteil, dass die Investitions- und die Betriebskosten niedriger sind. Es wird keine zusätzliche Abwasseraufbereitung benötigt und es kommen auch keine Chemikalien zum Einsatz.

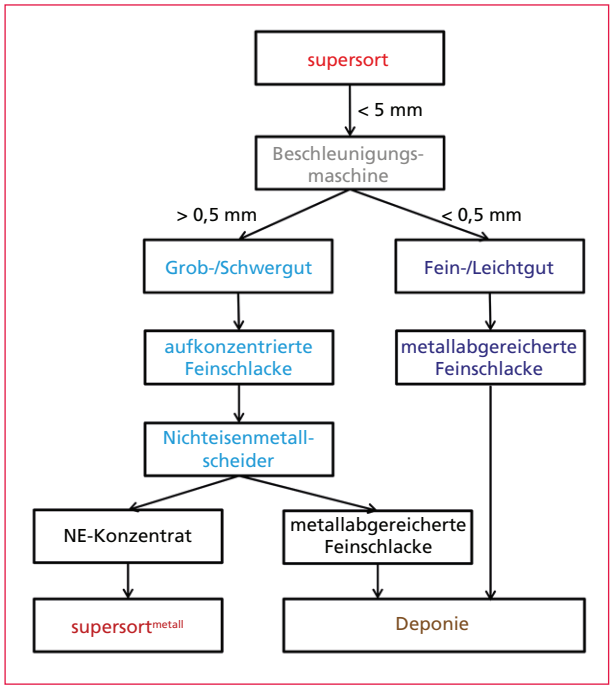

Bild 2:

Trockenmechanische Aufbereitung von Feinschlacke < 5 mm am Beispiel der Aufbereitungsanlage in Lufingen

Das hier beschriebene, patentierte supersort^{fine} pss Verfahren wird mit einem Schweizer Partner und Anlagenbauer am Markt angeboten und ermöglicht so jedem Aufbereiter die wirtschaftliche Rückgewinnung der Metalle aus der Feinfraktion von MVA-Schlacken < 5 mm. Die Feinaufbereitung ist so konzipiert, dass sie in bestehende Anlagen integriert werden kann. Zusammengefasst sind die Vorteile des trockenmechanischen Verfahrens:

- Zusätzlicher Erlös durch höhere Rückgewinnung der Metalle aus der Feinfraktion mit einem hohem Anteil Edelmetalle (Gold, Silber, usw.).
- Reduzierung der Umweltbelastung durch den geringeren Metallgehalt der aufbereiteten Schlacke in der Deponierung oder bei der Verwendung als Baustoff.
- Bei der Verwendung der Feinfraktion als Baustoff werden durch den geringen Metallrestgehalt bessere Produktqualitäten erreicht.

- Das zusätzliche Metallrecycling führt zu einer Schonung der Umwelt durch den verminderten Bedarf an Primärressourcen.
- Der Trennschnitt der Klassierung ist variabel zwischen 0,5 und 5 mm einstellbar.

3. Sortierung des NE-Konzentrates in Leicht- und Schwermetalle

Die neuste Erweiterung im Gesamtkonzept zur vollständigen Rückgewinnung der Metalle aus Schlacke ist eine trocken-physikalische Anlage zur weiteren Sortierung der Nichteisenmetallmischfraktion. Die Anlage supersort^{metall} trennt die restlichen mineralischen Anteile aus den Mischfraktionen ab und sortiert anschließend die reine Metallfraktion in ein Leicht- und ein Schwermetall-Produkt.

Die Aufbereitung der Nichteisenmetallgemische erfolgt auf der Anlage auf zwei unabhängigen Linien, welche größtenteils identisch aufgebaut sind. Die erste Linie verarbeitet Gemische im Feinbereich zwischen 0 bis 10 mm und die zweite Linie im gröberen Bereich zwischen 10 bis 100 mm. Der ganze Prozess arbeitet rein trockenphysikalisch und hat pro Linie einen Durchsatz von bis zu 10 t/h. Alle Förderbänder, Maschinen und Übergänge sind vollständig geschlossen, wodurch die gesamte Anlage komplett staubdicht ausgelegt ist. Dies garantiert angenehme Arbeitsbedingungen, hohe Arbeitssicherheit und geringe Staubausträge in die Umwelt. Das eine solche Anlage staubfrei betreiben werden kann, hat unser Betrieb der Anlage in den ersten Monaten bereits eindrücklich bewiesen.

Auf der Aufbereitungsanlage werden in einem ersten Schritt die mineralischen und organischen Verunreinigungen des NE-Konzentrates mittels ausgeklügelter Zerkleinerungs- und Abscheidetechnik aus dem Prozess entfernt. Gleichzeitig werden die Metalle stark beansprucht und in die für die nachfolgende Trenntechnik optimale Form gebracht. Anschließend an diese Prozessstufe erfolgt die Abscheidung allfälliger magnetischer Bestandteile, welche irrtümlicherweise den Weg in das NE-Konzentrat gefunden haben und für Nichteisenmetall-Schmelzen ein Störstoff darstellen. Intelligente Prozessauslegung und herausragende Prozesssteuerung erzeugen ein nun vorliegendes Nichteisenmetallgemisch, welches frei von jeglichen Verunreinigungen ist.

Bild 3: Bilder aus der Aufbereitungsanlage zur trocken-physikalischen Sortierung des NE-Konzentrates in eine Leicht- und Schwermetallfraktion

Nach der Klassierung folgt nebst der Zerkleinerungsstufe das zweite Kernstück der Anlage: die Sortiertechnik. Die Lufttrenntische sortieren die eng klassierten Fraktionen des reinen Nichteisenmetallgemisches jeweils in ein Leicht- und Schwermetall-Produkt. Die geringen Unterschiede zwischen dem kleinstem und dem größtem Korn, die optimale Kornform und die hohen Dichteunterschiede zwischen Leicht- und Schwermetallen führen zu ausgezeichneten Trennergebnissen (Bild 4). Insgesamt werden für die Schwer-/Leichtsortierung auf der Anlage 14 Lufttrenntische eingesetzt (Bild 3). Eine ausgereifte Verfahrenstechnik alleine genügt nicht, um die geforderte höchste Qualität zu erreichen. So werden die Trennergebnisse kontinuierlich von einer Fachperson kontrolliert und bei Bedarf werden zusätzlich Proben im betriebsinternen Labor analysiert.

Exemplarisch werden hier Mittelwerte der erzielten Produktqualitäten dargelegt. Bei den Leichtmetallen wird ein Produkt erreicht, das zu über 99 Prozent aus Aluminium und dessen Legierungen besteht. Somit werden die Kriterien des *End of Waste* Reglements erfüllt. Die erzielte Qualität ist der Tabelle 2 zu entnehmen.

Tabelle 2: Zusammensetzung der Leichtmetall-Fraktionen

Art	Gehalt %
Aluminium, Aluminiumlegierungen	> 99
Schwermetalle	< 1
Mineralische Stoffe	< 0,2

Auch bei den Schwermetall-Produkten liegen Fremdstoffe wie Leichtmetalle und mineralische Rückstände nur in geringsten Mengen vor. Diese Fraktion ist hauptsächlich ein Gemisch aus Kupfer und Zink und in geringeren Mengen von Blei, Zinn und Edelmetallen. Die Metallgehalte der einzelnen Schwermetalle variieren je nach Korngröße, aber auch je nach Herkunft und Zusammensetzung der verarbeiteten Nichteisenmetallgemische und liegen in folgenden Bereichen (Tabelle 3).

Tabelle 3: Zusammensetzung der Schwermetall-Fraktionen

Art	Gehalt %
Kupfer	62 – 86
Zink	8 – 32
Andere Schwermetalle und Edelmetalle	< 7
Leichtmetalle	< 0,4
Mineralische Stoffe	< 0,1

Aufgrund ihrer hohen Reinheit werden die Produkte der Anlage direkt von Metallschmelzen weiterverarbeitet. Durch den hohen Reinheitsgrad werden zusätzliche Aufbereitungsschritte eingespart und es werden keine Fremdstoffe unnötig mit der Metallschmelze erwärmt. Dies spart Energie und somit Kosten in den Metallschmelzen.

Neben den eigenen Nichteisenmetallgemischen verarbeitet die Sortieranlage auch Nichteisenmetalle aus Abfallverbrennungs- und anderen Aufbereitungsanlagen sowie metallhaltige Rückstände wie zum Beispiel RESH. Der Begriff RESH (Reststoffe Shredder) bezeichnet die bei der Verwertung von Autoschrott und Elektronikgeräten in Shredderanlagen anfallende Rückstände. Etwa 25 Prozent des Eingangsmaterials fallen nach den Shreddern als RESH an. Dieser RESH unterteilt sich im Verhältnis eins zu drei in eine schwere und eine leichte Fraktion. Die Shredder-Leicht-Fraktion besteht zu 60 Prozent aus organischen Anteilen (Polster, Armaturen, Türverkleidungen usw.)

und enthält etwa 5 bis 15 Prozent Restmetalle. Darin enthalten sind auch wertvolle Edelmetalle. In der Schweiz fallen pro Jahr etwa 70.000 Tonnen Shredder-Leicht-Fraktion an. Neben der Rückgewinnung der Metalle sind weitere Vorteile der Aufbereitung des RESH eine vereinfachte Entsorgungslogistik und eine qualifizierte Aufbereitung. Weitere Möglichkeiten der Anlage sind die Aufbereitung von metallhaltigen Verbundstoffen oder anderen metallhaltigen Rückständen. Aus diesen werden die Metalle freigesetzt und in hoher Reinheit zurückgewonnen.

Bild 4: Nichteisenmetall-Fraktion 0 bis 3 mm (oben) wird befreit von Fremdstoffen und anschließend gesiebt und sortiert; beispielhaft sind hier eine Leichtmetall- (links) und eine Schwermetall-Fraktion (rechts) dargestellt

4. Zusammenfassung

Die Feinfraktion der MVA-Schlacke (< 5 mm) enthält ein hohes Potential zur Rückgewinnung von Metallen. In dieser Fraktion liegen die wertvollen Schwermetalle, aber auch Edelmetalle wie Silber und Gold, im Vergleich zu den gröberen Fraktionen in erhöhter Konzentration vor. In konventionellen Schlackenaufbereitungsanlagen wird diese Feinfraktion meist nicht weiter aufbereitet, sondern direkt deponiert oder für Bauzwecke verwendet. So gehen, bezogen auf den Input, bis zu fünfzig Prozent der Nichteisenmetalle verloren. Die Herausforderung bei der Aufbereitung der Feinfraktion ist unter anderem die Klassierung der Feinanteile der feuchten Schlacke. Wo eine Siebung nicht mehr möglich ist, wird supersort^{fine} pss zur Klassierung und Aufbereitung des Feinanteils der Schlacke eingesetzt. Mit dieser Technik wird der Feinstanteil < 0,5 mm zuverlässig abgetrennt. Dies verbessert zum einen die Rückgewinnung der NE-Metalle und steigert zum anderen die Anlagenverfügbarkeit. Zudem werden durch den reduzierten Materialstrom die Investitionskosten der folgenden Aufbereitungstechnik signifikant reduziert.

Das aus der Feinaufbereitung gewonnene Nichteisenmetall-Konzentrat, aber auch gröbere Metall-Fraktionen bis zu einer Größe von 100 mm, werden mit Hilfe ausgeklügelter, trocken-physikalischer Verfahrenstechnik weiter aufbereitet. Dank innovativer

Zerkleinerungstechnik, Lufttrenntechnik und weiteren Verfahren wird das Nichteisengemisch sortiert. Es entsteht ein Leichtmetall-Produkt, welches hauptsächlich aus Aluminium und dessen Legierungen besteht und ein Schwermetall-Produkt, welches größtenteils Kupfer und Zink enthält. Beide Produkte sind frei von mineralischen und anderen Fremdstoffen.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die trocken-physikalische Aufbereitung der MVA-Schlacke gegenüber anderen Technologien gewichtige Vorteile hat:

- Die Investitionskosten sind gering.
- Es ist keine zusätzliche Wasseraufbereitung oder Rückgewinnung der Schwereflüssigkeit nötig.
- Es findet keine zusätzliche Oxidation der Metalle (insbesondere Aluminium) durch das Wasser statt.
- Die hier beschriebene Feinaufbereitung zur Gewinnung des NE-Konzentrates stellt eine einfache Erweiterung bestehender Anlagen dar.
- Die trocken-physikalische Aufbereitung und Rückgewinnung von Nichteisenmetallen ist bis zu einer minimalen Korngröße von 0,5 mm möglich.
- Die rezyklierten Metallprodukte sind nahezu frei von jeglicher Mineralik oder Organik.

Dank der möglichst vollständigen Rückgewinnung von Metallen aus den MVA-Schlacken über das gesamte Korngrößenspektrum werden die hochwertigen Metalle wieder den Metallkreisläufen zugeführt, anstatt mit der Schlacke deponiert oder als Problemstoff in den Baumaterialien verwendet zu werden. Wertvolle Primärressourcen werden geschont und erhebliche Mengen an CO_2-Ausstoß eingespart. So leisten die trocken-physikalischen Technologien und Verfahren einen entscheidenden Beitrag zum Schutz der Umwelt und zur Stärkung der eigenen Ressourcengewinnung in und für Europa.

5. Literatur

[1] Bundesamt für Umwelt: Analysenmethoden im Abfall- und Altlastenbereich. Stand 2013. Bern, Schweiz, 2013

[2] Bundesamt für Umwelt: Verordnung über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen (VVEA). Schweiz, 2015

[3] Eberhard, S.; Röcken, R.: Resource Mining – Rohstoff aus Schweizer Abfall. In: Thomé-Kozmiensky, K. J. (Hrsg.): Mineralische Nebenprodukte und Abfälle 2. Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2015, S. 137-148