

Innovative Aufbereitungsanlage für Kehrichtschlacke in der Schweiz

Lenka Muchova und Stefan Eberhard

1.	Einleitung.....	311
2.	Zusammensetzung der Kehrichtschlacke im Großraum Zürich.....	313
3.	Behandlung der Kehrichtschlacke in der Aufbereitungsanlage.....	314
4.	Produkte	318
5.	Umweltaspekte	319
6.	Schlussfolgerung und zukünftiger Fokus.....	321
7.	Referenzen.....	321

Unter der Bezeichnung supersort konnte im Sommer 2013 in Lufingen, Schweiz die erste Bauphase einer neuen Behandlungsanlage für KVA-Schlacke (Schlacke aus Kehrichtverbrennungsanlagen) abgeschlossen werden. Die Anlage besitzt eine Kapazität von 80 Tonnen pro Stunde (t/h) und kann diverse Schlackenarten aus verschiedenen Kehrichtverbrennungsanlagen in der Schweiz behandeln. Die Schlacke muss weder vorgängig getrocknet, noch muss sie zur Behandlung bewässert werden. Die Anlage ist eine Neuentwicklung eines einzigartigen Systems zur trocken-mechanischen Gewinnung von Metallen aus direkt angelieferter KVA-Schlacke. Sie erreicht eine maximale Ausstragungsrate und damit verbunden einen hohen Metallgehalt. Die erste Betriebsphase verfolgt das Ziel, groben und feinen Eisenschrott sowie Nichteisenmetalle bis zu einer Partikelgröße von > 3 mm zu gewinnen und gleichzeitig die Umweltverträglichkeit der Restschlacke zu verbessern. 2014 soll in einer nächsten Bauphase eine Anlagenerweiterung erstellt werden, welche Buntmetalle von 0,5 mm bis 3 mm Partikelgröße und Edelmetalle rückgewinnbar macht.

1. Einleitung

Die DHZ AG, eine Tochterfirma der Eberhard Unternehmungen aus der Schweiz, bietet einen innovativen Recyclingservice für die Abfallindustrie und setzt dabei auf fortschrittliche Wiederverwertungstechniken.

Das Unternehmen (Lufingen bei Zürich, Schweiz) hat die erste Bauphase der Schlackenaufbereitungsanlage abgeschlossen. Die Anlage behandelt verschiedene Schlackenarten und gewinnt wertvolle Metalle größer 3 mm. In einer zweiten Bauphase, welche 2014 abgeschlossen wird, soll die Anlage auch Nichteisenmetalle größer 0,5 mm absondern können.

Die Anlage ist hauptsächlich für die Behandlung von Kehrichtschlacke ausgelegt. Sie kann aber auch andere Abfallströme wie kontaminierte Materialien und Böden mit essentiellen Gehalten an Metallen, Batterien und organischen Bestandteilen behandeln.

Ein großer Vorteil ist die Lage. Die Anlage steht auf dem Areal der neu gebauten Deponie Häuli unmittelbar neben der Deponie und profitiert auch von der Anbindung an den Großraum Zürich.

Die Schlackenaufbereitungsanlage verarbeitet sowohl nasse als auch trockene Schlacken und separiert diese nach verschiedenen Durchmesser und Endprodukten. Diese Flexibilität bedeutet einen gewichtigen Vorteil gegenüber anderen Anlagen in Europa. Diese können in der Regel nur Schlacken mit gewissen Eigenschaften annehmen oder haben andere Anforderungen an das Endprodukt (Metallgehalt oder Auslaugbeschränkungen in der Restschlacke).

Für die Aufbereitung von Kehrichtschlacke sind in Europa vier verschiedene Verfahren bekannt:

- Trocken-mechanische Aufbereitung von nass aus der Kehrichtverbrennung ausgezogener Schlacke (Nassentschlacker)
- Trocken-mechanische Aufbereitung von trocken ausgezogener Schlacke aus der Kehrichtverbrennungsanlage [6]
- Nass-mechanische Aufbereitung von nass aus der Kehrichtverbrennung ausgezogener Schlacke (Nassentschlacker) [5]
- Eine Kombination von nass- und trocken-mechanischer Aufbereitung von nass aus der Kehrichtverbrennung ausgezogener Schlacke (Nassentschlacker) [4]

Die trocken-mechanische Aufbereitung hat den Vorteil, dass die Investitions- und die Betriebskosten niedriger sind. Andererseits sind aber in den meisten Fällen die Metallausbeute und der Metallanteil infolge der schlechteren Trennbarkeit geringer.

Die Anwendung des Trocken-Verfahrens kann bei trocken ausgezogener Schlacke zu einer maximalen Ausbeute und zu einem hohen Metallgehalt führen. Allerdings sind auch die Investitions- und Betriebskosten hoch. Zusätzlich müssen auch noch die Probleme mit der Staubbildung und der Staubbekämpfung berücksichtigt werden. Der logistische Effort rund um den Trockenaustrag hat einen großen Einfluss auf die Kosten und die Belange im Umweltschutz. Als Beispiel bereitet die aktuelle Anlage der KEZO (Hinwil, Schweiz) zurzeit nur Kehrichtschlacke mit einer Partikelgröße von < 5 mm mit diesem neuen Verfahren auf.

Nass-mechanische Verfahren eignen sich für Aufbereitungsanlagen mit großen Kapazitäten, weil sie eine ausgiebige Entfrachtung der Metalle ermöglichen und die Qualität der Restschlacke in Bezug auf Auslaugung verbessern. Allerdings machen hohe Investitionskosten und Komplikationen mit dem Restwasser diese Lösung zu einer technischen und finanziellen Herausforderung.

Die Kombination von trocken (primär) und nass (sekundär) Behandlung eignet sich speziell für Länder in denen die Qualität des Endprodukts vorgeschrieben ist

(Begrenzung der Auslaugung der Restschlacke). Den Großteil der Kehrichtschlacke im günstigeren Trocken-Verfahren zu behandeln und nur die Restfraktion im Nass-Verfahren, ist eine gute Lösung.

Die neuste Entwicklung in der Kehrichtschlackenbehandlung in der Schweiz ist ein innovatives Trocken-Verfahren mit nass ausgetragener Schlacke ab Kehrichtverbrennung (Hauptanteil), welches die modernsten verfügbaren mechanischen Trennverfahren und die neusten Entwicklungen im Bereich der Feinfraktion (< 3 mm) kombiniert. Gemäß den gesetzlichen Vorschriften in der Schweiz müssen Nichteisenmetalle aus der Kehrichtschlacke entfernt werden und der Anteil an Nichteisenmetallen mit einer Größe von 2 – 16 mm in der Restschlacke darf nicht mehr als 1,5 % betragen.

Da in der Schweiz keine Restschlacke in der Bauwirtschaft verwendet wird, gibt es keine Vorschriften in Bezug auf das Auslaugen der Restschlacke. Die Restschlacke gelangt in eine Schlackendeponie.

Gemäß den vorgängig erwähnten Gesetzesvorschriften wird in der Schweiz der Großteil der Kehrichtschlacke mit einem konventionellen trocken-mechanischen Verfahren getrennt. Wobei der Fokus hauptsächlich im Bereich > 6 mm liegt (unter 6 mm ist die traditionelle trockene Trennung nicht sehr effektiv und die Ausbeute und der Metallgehalt gering).

Die innovative Trocken-Aufbereitungsanlage fokussiert sich auf die Trennung von verschiedenen großen Fraktionen. Diese werden jeweils mit dem am besten geeigneten Verfahren zur Trennung von Eisen- und Nichteisenmetallen behandelt. Um die Qualität der Restschlacke zu verbessern, können auch organische Bestandteile wie Papier, Folien, Plastik und Textilien aussortiert werden.

Die Verfasser schrieben diesen Fachartikel bereits vor dem Abschluss der ersten Bau-phase. Deshalb präsentiert er nur die wichtigsten Ziele, zeigt Labor- und Schätzwerte und zählt die Vor- und Nachteile der Anlage auf. Die ersten Resultate der in Betrieb stehenden Anlage werden anlässlich des Kongresses am 24. September 2013 in Berlin präsentiert.

2. Zusammensetzung der Kehrichtschlacke im Großraum Zürich

Abhängig vom Anwendungszweck kann Kehrichtschlacke auf verschiedene Arten analysiert werden. Beispielsweise im Zusammenhang mit Umweltauswirkungen oder betreffend kommerzieller Zwecke, wo die Masse an gewinnbaren Metallen in der Kehrichtschlacke interessiert. Elementare Analysen geben generell keine Auskunft über den Gehalt an wiederverwertbaren Metallen in der Kehrichtschlacke [7]. Andererseits sagen Partikelanalysen nichts aus über die Umweltverträglichkeit des Materials (Auslaugungseigenschaften). Die beste Wahl der Analysemethode nach der Aufbereitung von Kehrichtschlacke ist eine Kombination dieser beiden Systeme. Damit wird einerseits der Metallgehalt der Produkte bestimmt und andererseits die chemischen Eigenschaften der Restschlacke gemessen. Ebenso kann zuverlässig die Qualität der Aufbereitung beurteilt werden.

Schweizer Kehrichtschlacke hat eine ähnliche Zusammensetzung wie die Kehrichtschlacke aus anderen westeuropäischen Ländern. Der Metallgehalt der in der Anlage aufbereiteten Schlacke schwankt zwischen 5 und 8,5 % beim Eisenschrott (Partikelgröße > 12 mm) und 2 bis 3 % für den Nichteisenschrott (Partikelgröße > 1 mm).

Zwei Kehrichtschlacken-Proben aus zwei verschiedenen Kehrichtverbrennungsanlagen in Zürich wurden analysiert. Die zusammengefassten Resultate dieser Kehrichtschlacken sind in der Tabelle 1 ersichtlich.

Tabelle 1: Eisen- und Nichteisenmetallgehalte in der Kehrichtschlacke aus dem Großraum Zürich

	Metallgehalt %
Schweres Nichteisenmetall (> 1 mm) ¹	0,6 ± 0,2
Leichtes Nichteisenmetall (> 1 mm) ²	2,2 ± 0,7
Eisenschrott (> 12 mm)	6 ± 2,5

¹ Mischung aus Kupfer, Messing, Zink, Blei

² Mischung hauptsächlich aus Aluminium und Aluminiumlegierungen

Das Schweizer Bundesamt für Umwelt BAFU [2] schlägt für die Analyse des Metallgehalts ein Messverfahren vor, welches sich auf den Bereich von 2 bis 16 mm Partikel bezieht.

Unsere analytische Strategie erweiterte die BAFU Analyse und fokussiert sich auf Partikel > 1 mm (alternativ > 0,5 mm) im Bereich Nichteisenmetalle und > 12 mm im Bereich Eisenschrott. Sie ist dadurch präziser und fokussiert sich auf

einen erweiterten Partikelbereich, welcher für den ökologischen und kommerziellen Standpunkt wichtig ist.

Eine Kurzfassung der Vorgehensweise für die Analyse der Zürcher Kehrichtschlacken und die generelle Anwendung kann folgendermaßen umschrieben werden:

Die Proben aus den Verbrennungsanlagen, welche große Stücke (> 500 mm) enthalten, werden vor der Analyse handverlesen. Die übrig gebliebene Kehrichtschlacke wird getrocknet und durch Siebung in mehrere Fraktionen aufgeteilt. Außer der Fraktion < 1 mm erhält jede Siebfraction eine eigene Analyse.

Für die Fraktion > 1 mm erfolgt eine Gehaltsanalyse für metallisches Aluminium und schwere Nichteisenmetalle. Bei den Fraktionen mit größeren Korndurchmessern werden die Partikel von Hand ausgelesen. Die Fraktionen mit der feineren Kornverteilung werden zuerst gemahlen und gesiebt. Die meisten der Partikel werden aufgebrochen und passieren das Sieb, wobei die Metallpartikel auf den Sieben liegen blieben. Die Fraktion, welche auf den Sieben liegen bleibt, wird zuerst mit einem Magneten analysiert der den Eisenschrott entfernt. Eine Handlesung trennt die schweren von den leichten Nichteisenmetallen. Bei den feinen Partikeln kommt eine Lösung mit einer großen Dichte für die Separierung der leichten und schweren Metalle zur Anwendung.

3. Behandlung der Kehrichtschlacke in der Aufbereitungsanlage

Die supersort-Anlage ist eine selbst entwickelte Anlage für die Behandlung von Kehrichtschlacke oder anderen Abfallprodukten. Die Anlage benutzt ein trockenmechanisches Verfahren für die Separierung von verschiedenen Produkten/Abfällen

(Eisenschrott, Nichteisenmetalle, rostfreier Stahl, organische Stoffe). Dank der hohen Flexibilität der Anlage und der verschiedenen Einsatzarten, kann die Anlage auch für andere Separierungen von Stoffströmen eingesetzt werden. Als Beispiel seien batteriehaltige Fraktionen, Kugelfangrückstände oder generell metallhaltiges Erdreich genannt.

Die zu verarbeitende Schlacke kann auf direktem Wege und mit normalen Lastwagen ab der Kehrichtverbrennungsanlage in die Aufbereitungsanlage transportiert werden. Dies spart Transport- und Umschlagkosten. Ebenso sind keine speziellen Verlade- und Austragsinstallationen seitens der KVA vorzunehmen. Die bewährten und stabilen Prozesse im nassen Austrag aus der Verbrennungsanlage können beibehalten werden. Durch die Feuchte der Schlacke ergeben sich keine Staubprobleme.

Fotos der Anlage und der unmittelbar daneben befindlichen Deponie, wo die Restschlacke direkt deponiert wird, sind in Bild 1 und Bild 2 zu sehen.



Bild 1:

Anlage im Bau, Frühjahr 2013

Foto: Urs Peyer



Bild 2:

Anlage im Bau; West-Ansicht der Entstaubungsanlage und des Transportbandes für die Restschlacke zur Deponie

Foto: Urs Peyer

Die Anlage bezweckt die Auftrennung von Kehrichtschlacke in diverse Korngrößen. Jede Fraktion kann weiter aufgetrennt werden, um eine maximale Austragsrate und damit verbunden einen hohen Metallgehalt zu erreichen. Gleichzeitig werden der Gehalt an Metallen und die organischen Materialien in der zu deponierenden Restschlacke

verringert. Diese Aufbereitungsanlage generiert verschiedene Metallprodukte, was eine sehr positive Umweltwirkung mit sich bringt. Die umweltrelevanten Vorteile liegen in der gründlichen Entfernung von Metallen, was zu einer Restschlacke mit geringem Metallrestgehalt führt (weniger Metalle gelangen auf die Deponie), in der Entfernung von organischen Störstoffen und dadurch einer Reduktion des organischen Restgehaltes in der Deponie und in der Schonung von Primärressourcen an Metallen und der damit verbundenen, konsequenten Einsparung von CO₂-Emissionen.

Ein zusätzlicher Vorteil der Anlage ist die Möglichkeit, dass die verschiedenen Fraktionen der Restschlacke direkt mit einem Förderband in die benachbarte Deponie transportieren werden können. Dies erleichtert die Deponierung der Restschlacke ohne weitere Transportkosten und den damit verbundenen Umweltbelastungen.

Die Entwicklung der Anlage ist in zwei Bauphasen aufgeteilt. Die erste Bauphase konnte im Sommer 2013 abgeschlossen werden. Der Abschluss der zweiten Bauphase ist für 2014 vorgesehen.

Erste Bauphase

Das Ziel der ersten Bauphase ist die Trennung von Eisen, Nichteisen und organischen Materialien bis zu einer Korngrößen-Verteilung von 3 mm (Bild 3).

Die Anlage verarbeitet jegliche Art von Kehrichtschlacke (feucht oder trocken ausge-tragen), weil die Eigenschaften des Ausgangsmaterials vor der Verarbeitung angepasst werden können und eine großzügig ausgelegte Entstaubungsanlage installiert ist.

Der erste Schritt in der Aufbereitung ist die Freisetzung der Partikel, anschließend entfernt ein Übergangsmagnet die großen Eisenschrott-Teile. Dieser Eisenschrott enthält Cu-Fe-Teile (z.B. Transformatoren, Elektromotoren), welche fortlaufend aus dem Materialstrom entfernt und separiert werden.

Durch eine konsequente Aussiebung mit konventionellen und Flip-Flow-Sieben entstehen drei Fraktionen: > 40 mm, 12 – 40 mm und 3 – 12 mm. Die > 40 mm Fraktion gelangt in die großzügig konzipierte Handlesestation, in welcher in einem ersten Schritt verwertbare Metalle, Störstoffe und Organik entfernt werden. Die Weiterverarbeitung der beiden feineren Fraktionen (12 – 40 mm und 3 – 12 mm) erfolgt mit Magnet- und NE-Abscheidern sowie Windsichtern.

In der ersten Bauphase können folgende Produkte generiert werden:

- Eisenschrott (> 12 mm)
- Nichteisenmetalle (Mischung) (3 – 12 mm)
- Nichteisenmetalle (Mischung) (12 – 40 mm)
- Aluminiumschrott (Aluminium-Legierungen)(> 40 mm)
- Schwerer Nichteisenschrott (> 40 mm)
- Rostfreier Stahl

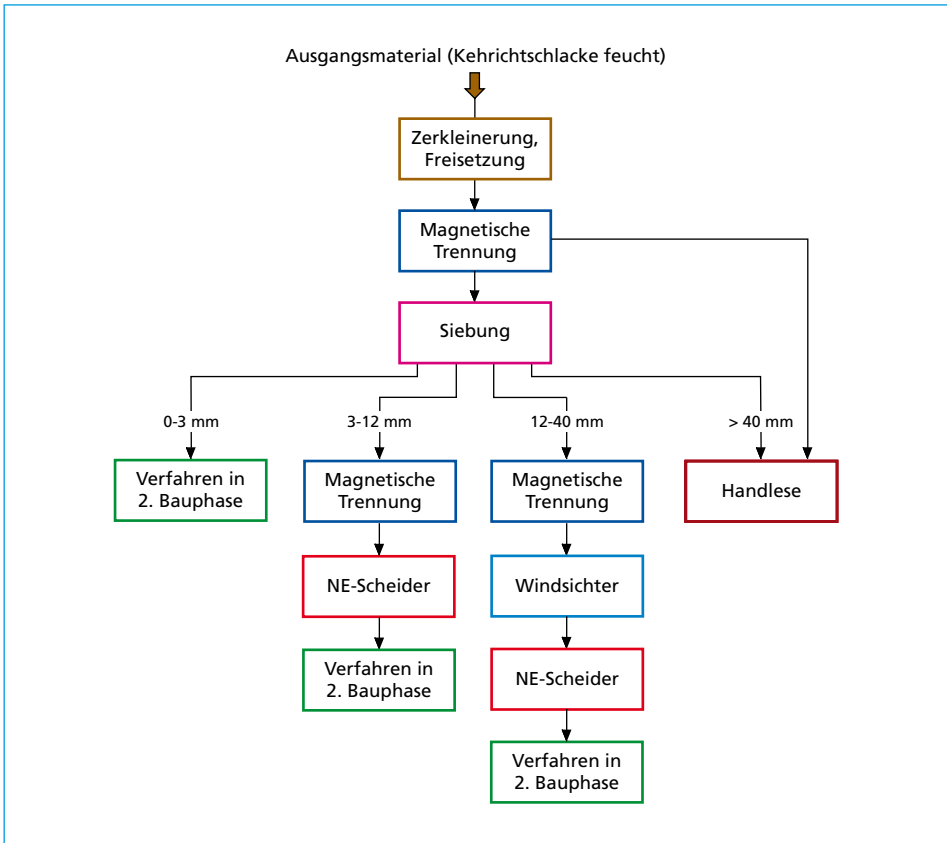


Bild 3: Flussdiagramm des Verfahrens

- Fe-Cu-Mischung (Transformatoren, Elektromotoren)
- Organische Fraktion zur thermischen Verwertung

Die Anlage ist soweit automatisiert, dass sämtliche Materialströme einzeln erfasst und verwogen werden. Ebenso sind sie im laufenden Prozess immer der entsprechenden Eingangscharge zugeteilt. Dies ermöglicht ab einer gewissen Chargengröße eine genaue Auswertung des Inputs und der daraus erreichten Resultate jeder einzelnen Fraktion.

Zweite Bauphase

Das Ziel der zweiten Bauphase ist die weitergehende Gewinnung von Nichteisenmetallen bis zu einer Größe von $\sim 0,5$ mm aus der < 3 mm Fraktion (siehe auch Bild 3). Die Aufbereitung der Kehrichtschlacken-Fraktion < 3 mm mit konventionellen, trockenmechanischen Verfahren (Siebe etc.) ist schwierig, weil die Metall- und Schlackenteilchen infolge der Restfeuchtigkeit zusammen kleben. Aktuelle Versuche sind erfolgreich abgeschlossen, die Resultate werden zum gegebenen Zeitpunkt publiziert.

Ein weiteres Ziel der zweiten Bauphase ist die weitergehende Trennung der schweren Nichteisenmetalle von den Leichtmetallen in der 3 – 12 mm Fraktion und in der 12 – 40 mm Fraktion. Ein weiterer Fokus liegt bei den Edelmetallen in der Fraktion der Nichteisenmetallen < 12 mm.

Die Technische Verordnung über Abfälle (TVA, Stand 1. Juli 2011) regelt in der Schweiz die Grenzwerte bei der Deponierung von Restschlacke. Gemäß TVA liegt der Grenzwert für den Gehalt an Nichteisenmetallen bei maximal 1,5 %. Die Erfahrungen aus der Vergangenheit und vorgängige Tests mit Zürcher Kehrrechtschlacke ergaben, dass der erforderliche Grenzwert für Nichteisenmetalle in der zu deponierenden Restschlacke gut eingehalten werden kann. Dank der fortschrittlichen Trennverfahren wird die Anlage den Grenzwert erfüllen.

4. Produkte

Die Qualität der Produkte hängt vom Feuchtigkeitsgehalt, der Durchsatzmenge, der Trennleistung, dem Betrieb und weiteren Komponenten ab. Weil die Anlage erst im Sommer 2013 in Betrieb ging, beruhen die in der Tabelle 2 präsentierten Zahlen auf Laborversuchen und vorgängigen Testdurchläufen.

Produkt	Prozentueller Anteil %	Geschätzter Metallgehalt %
Eisenschrott (grob)	~ 7	80 – 90
Cu-Fe-Schrott	~ 0,1	~ 95
> 40 mm Eisenschrott	~ 0,1	~ 95
> 40 mm Aluminiumschrott	~ 0,1	~ 95
> 40 mm schwere Nichteisenmetalle	~ 0,01	~ 95
> 40 mm rostfreier Stahl	~ 0,1	~ 95
12 – 40 mm Nichteisenschrott (Mix)	~ 1,0	70 – 80
12 – 40 mm Eisenschrott	~ 1,0	80 – 90
3 – 12 mm Nichteisenschrott (Mix)	~ 1,0	70 – 80

Tabelle 2:

Geschätzte durchschnittliche Produktmassen und Metallgehalte aus dem Betrieb

Die Anlage ist auf eine Kapazität von 80 t/h ausgelegt. Die Anlage soll in einer ersten Phase pro Jahr rund 140.000 Tonnen Rohmaterial verarbeiten. Wird die Arbeitszeit auf eineinhalb Schichten ausgedehnt, ergäbe sich die Möglichkeit, mehr als 200.000 Tonnen Material zu verarbeiten.

Die Rentabilität einer Anlage in dieser Größenordnung ist eng mit dem Durchsatz und der Qualität der Produkte verbunden. Ebenso entscheidend sind die Preise im weltweiten Rohstoffhandel und die jeweils aktuellen Tagespreise für Metalle. Um die Anlage rentabel zu betreiben, werden wir bereits 2014 die Aufbereitung von Metallen < 3 mm sowie die Auftrennung der Nichteisenmetallgemische in Einzelmetallfraktionen installieren und damit, durch die größeren Produktmengen mit höherer Qualität, Metallfraktion produzieren, welche einen besseren und hochwertigeren Absatz generieren.

5. Umweltaspekte

Bei der Aufbereitung von Kehrichtschlacke und den daraus generierten Produkten ergeben sich mehrere Umweltvorteile infolge der reduzierten CO₂-Emissionen: Einerseits durch die effiziente Metallgewinnung und andererseits durch die Qualitätsverbesserung der Restschlacke mittels gründlicher Entfrachtung von Metallen und organischen Bestandteilen etc.

Die Umweltvorteile sind hauptsächlich mit der Zusammensetzung der Kehrichtschlacke, deren Handling, Verwendung und Deponierung verbunden. Zusammenfassend sehen diese so aus:

- CO₂-Einsparnisse basierend auf der Metallgewinnung

Die Trennung von Eisen- und Nichteisenmetallen aus der Kehrichtschlacke hilft durch gezieltes Recycling den Bedarf an Eisenerz zu senken. Die Wiederverwendung von Metallen braucht signifikant weniger Energie und erzeugt weniger Emissionen als die Primär-Herstellung [3]. Tabelle 3 zeigt die geschätzte Metallausbeutung abhängig vom Metallgehalt.

Tabelle 3: Erwartete Metallrückgewinnung basierend auf dem Metallgehalt

	Metallschrott ¹ kg pro t Schlacke	Summe Gewinnung Metall- schrott pro Jahr ² t	CO ₂ -Reduktion kg CO ₂ pro t Schlacke	CO ₂ -Reduktion durch supersort pro Jahr kg
Cu und andere schwere Metalle	7	560	-35	-2.800.000
Al-Legierungen	11	880	-111	-8.880.000
Fe-Schrott	55	4,400	-133	-10.640.000
Summe			-279	-22.320.000

¹ basierend auf dem Metallgehalt

² in Bezug auf 80.000 t/a

Die CO₂-Reduktionen aus der Tabelle 4 wurden aufgrund der von van Berlo [9] veröffentlichten LCA-Parametern berechnet.

Tabelle 4: CO₂-Reduktion für verschiedene Metalle

CO ₂ -Reduktion für Eisen-Herstellung	-2,4 kg CO ₂ /kg Fe
CO ₂ -Reduktion für Aluminium-Herstellung	-10,06 kg CO ₂ /kg Al
CO ₂ -Reduktion für Kupfer-Herstellung	-5,53 kg CO ₂ /kg Cu
CO ₂ -Reduktion für Nichteisen-Herstellung	-5 kg CO ₂ /kg NE Metalle (geschätzter Durchschnitt für rostfreien Stahl, Zn, Pb, Sn, Ni, Cr, Mo, Ag, Au)

Quelle: Van Berlo, M. J. C.; De Waart, H.: Unleashing the power in waste. NAVTEC 16, Proceeding from Annual North American Waste-to-energy conference in Philadelphia, USA, 2008

In der Schweiz stand die Rohstahl-Herstellung 2010 bei 1.320.000 Tonnen [12] und die geschätzte Eisenschrottgewinnung durch die Anlage liegt bei rund 4.400 Tonnen pro Jahr. Dies ergibt einen Anteil von 0,3 % an der Schweizer Stahlproduktion.

Beim Aluminium lag die Primärproduktion in Westeuropa 2012 bei 4.205.000 Tonnen [11]. Die Anlage kann pro Jahr schätzungsweise 880 Tonnen Aluminium gewinnen, das sind ungefähr 0,02 % der Primäraluminium Produktion in Westeuropa. Im Weiteren entspricht dies ungefähr 0,4 % des mutmaßlichen Aluminiumverbrauchs 2010 in der Schweiz [1].

- Reduktion beim Transport zur Deponie (Treibstoffeinsparungen, Verhinderung von Umweltbelastungen)

Die praktische Lage der Anlage direkt neben der Deponie spart nicht-erneuerbare Energien wie Treibstoff, da der Transport zwischen der Anlage und der Deponie über ein Förderband abgewickelt wird. Dieses verhindert auch Staubemissionen und weitere Belastungen, die mit dem Transport von Restschlacke im Zusammenhang stehen.

- Verbesserung der Umweltverträglichkeit der Restschlacke

Die Anlage ermöglicht die hochgradige Gewinnung von Metallteilen bis zu einer Größe von 3 mm, in der zweiten Bauphase bis 0,5 mm. Diese tiefgründige Entfrachtung der Metalle verbessert die Umweltverträglichkeit der Restschlacke. Mit dem Windsichter und der Handlese erfolgt eine Aussonderung von organischen Materialien wie Papier, Textilien, Folien etc. und damit eine weitere Verbesserung der Restschlacke. Durch die Abnahme des Gehalts an Metallen und Organik in der Restschlacke verbessern sich die Auslaueigenschaften dieser Fraktion [10].

- Reduktion von Staubemissionen

Kehrichtschlacke kann vor, während und nach dem Aufbereitungsprozess einen hohen Prozentsatz an feinen Partikeln enthalten. Diese bestehen vorwiegend aus Chlorid- und Sulfatsalzen, enthalten aber auch Schwermetalle wie Blei, Kupfer und Zink. Diese Verunreinigungen können bei ungeschütztem Hantieren das Gesundheitsrisiko erhöhen oder führen zu Bodenverunreinigungen. Um Staubemissionen in der Anlage zu verhindern beziehungsweise zu minimieren, verfügt die Anlage über eine komplexe Einrichtung um Staubemissionen an der Quelle abzusaugen. Sämtliche Übergangsstellen sind mit Quellabsaugungsstutzen ausgerüstet, um die Staubbildung gar nicht erst aufkommen zu lassen. Im Weiteren führt im Außenbereich ein geschlossenes Förderband das Material zur Deponie.

- Schonung von anderen Ressourcen und Verhinderung von Emissionen

Es handelt sich um eine trocken-mechanische Aufbereitungsanlage, welche keine zusätzlichen Vorbehandlungsschritte benötigt, wie etwa eine vorgängige Trocknung um die Qualität der angelieferten Kehrichtschlacke (Kehrichtschlacke mit einem niedrigen Feuchtigkeitsgehalt) zu verbessern oder waschen bei nass mechanischer Aufbereitung.

Durch die gründliche Entfrachtung der Metalle, speziell des Aluminiums, werden Gasemissionen durch die metallische Aluminium-Hydratation (Wasserstoffproduktion, kann zu einer explosiven Verbrennung führen) verhindert.

6. Schlussfolgerung und zukünftiger Fokus

Das Aufbereitungssystem bringt viele Vorteile wie etwa die gründliche Trennung von Eisen- und Nichteisen-Metallen, verbesserte Qualität der Restschlacke, Minimierung der Umweltbelastung durch verminderte Transporte, Staubemissionen und Metallentfrachtung.

Der hohe Standard dieser Schlackenaufbereitungsanlage welche die neusten Aufbereitungsverfahren verwendet und eine relevante Umweltverbesserung und volle Automation bietet, ist mit großen Investitions- und Betriebskosten verbunden. Um die positiven finanziellen Interessen zu wahren, ist es nötig sich vermehrt auf die Menge und die Qualität der Nichteisenmetalle zu konzentrieren. Das nächste Ziel der Anlage ist neben der Trennung von Eisenschrott und Nichteisenmetallen bis zu einer Größe von 3 mm die zweite Bauphase, in der Nichteisenmetalle < 3 mm mit einem trockenmechanischen Verfahren aufbereitet werden, um eine maximale Austragungsrate und damit verbunden einen hohen Metallgehalt zu erreichen.

Ein weiteres Ziel ist die Verbesserung der Qualität des 3 – 12 mm und 12 – 40 mm Nichteisengemischs (Mischung von schweren Metallen wie Kupfer, Messing, Blei, Zink und leichten Nichteisenmetallen wie Aluminium). Diese Metalle könnten voneinander getrennt werden, resultierend in schwere und leichte Nichteisenmetalle bzw. deren Einzelprodukte. Jedes Metallprodukt kann dann separat verkauft werden.

7. Referenzen

- [1] European aluminium association: Aluminium use in Europe, country profiles 2007-2010, http://www.alueurope.eu/pdf/Aluminium_use__in_Europe_by_country.pdf
- [2] BAFU: Analysenmethoden im Abfall- und Altastebereich. 2010, www.bafu.admin.ch
- [3] Damgaard, A.; Larsen, A. W.; Christensen, T. H.: Recycling of metals: accounting of greenhouse gases and global warming contributions. Waste manag. res. 2009
- [4] Inashco: web site link <http://www.inashco.com/> (accessed May 2013)
- [5] Indaver: web site link <http://www.indaver.be/waste-treatment/waste-to-energy/ash-treatment-installation.html> (accessed May 2013)
- [6] KEZO: web site link <http://www.kezo.ch/technik/schlackenaustrag/> (accessed May 2013)
- [7] Muchova, L.: Wet physical separation of MSWI bottom ash. Ponsen & Looijen, ISBN 978-90-6464-440-5, 2008
- [8] TVA (Technische Verordnung über Abfälle), 2011, web site link <http://www.admin.ch/opc/de/classified-compilation/19900325/201107010000/814.600.pdf>
- [9] Van Berlo, M. J. C.; De Waart, H.: Unleashing the power in waste. NAVTEC 16, Proceeding from Annual North American Waste-to-energy conference in Philadelphia, USA, 2008
- [10] Van Zomeren, A.; Comans, R. N. J.: Contribution of natural organic matter to copper leaching from municipal solid waste incinerator bottom ash. Environ. Sci. Technology. 38 (14), 3927-3932, 2004
- [11] World aluminium: web access May 2013. <http://www.world-aluminium.org/statistics/#data>
- [12] World steel association: <http://www.worldsteel.org/dms/internetDocumentList/statistics-archive/production-archive/steel-archive/steel-annually/Annual-steel-2010-/document/Annual%20steel%202010-.pdf>, 2010

Die Deutsche Bibliothek – CIP-Einheitsaufnahme

Aschen • Schlacken • Stäube

– aus Abfallverbrennung und Metallurgie –

Karl J. Thomé-Kozmiensky.

– Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2013

ISBN 978-3-935317-99-3

ISBN 978-3-935317-99-3 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 2013

Redaktion und Lektorat: Professor Dr.-Ing. habil. Dr. h. c. Karl J. Thomé-Kozmiensky,
Dr.-Ing. Stephanie Thiel, M.Sc. Elisabeth Thomé-Kozmiensky

Erfassung und Layout: Ginette Teske, Ina Böhme, Petra Dittmann, Cordula Müller,
Fabian Thiel, Martin Schubert

Druck: Mediengruppe Universal Grafische Betriebe München GmbH, München

Foto auf dem Buchdeckel: Dipl.-Ing. Daniel Böni, KEZO Kehrrechtverwertung Zürcher
Oberland

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.