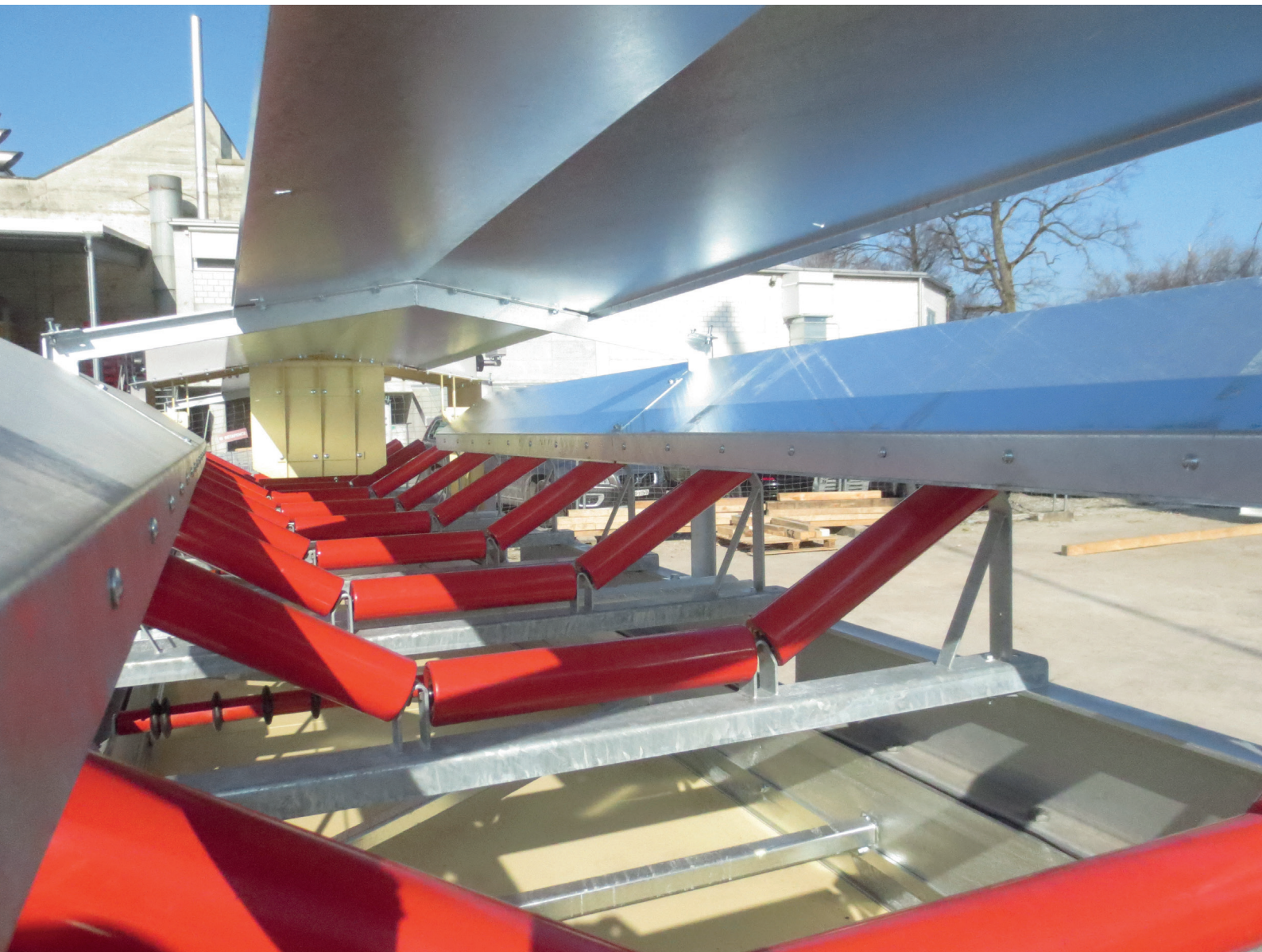




STIFTUNG ZENTRUM FÜR NACHHALTIGE
ABFALL- UND RESSOURCENNUTZUNG

Abfall- und Ressourcenmanagement
innovativ, konkret, wirtschaftlich

Geschäftsbericht / Tätigkeitsbericht 2014



Inhaltsverzeichnis

Vorwort des Präsidenten	3
Tätigkeitsbericht	4
1 Bau der Trockenschlackenaufbereitung	
2 Produkteentwicklung	
3 Entwicklung «ZAR-Doppelnasensieb»	
4 Analytik	
5 Mineralik	
6 Nasschemische Extraktion	
7 Öffentlichkeit	
Meilensteine	16
Organisation	18
Stifter/Donatoren	20
Finanzbericht	22
Aktivitäten 2015	24
Bildlegende	26
Impressum	27

Vorwort des Präsidenten

Bereits zum fünften Mal dürfen wir unseren Partnern, aber auch einer breiten Öffentlichkeit, unseren sogenannten «Geschäftsbericht» vorlegen. Doch wie lassen sich denn Tätigkeiten einer Stiftung zur Entwicklung neuer Aufbereitungsmethoden und -techniken im Sinne des «Urban Mining» mit einer «Geschäftstätigkeit» vereinbaren? Arbeiten wir wirklich an einem «Geschäft» oder gemäss den heutigen Gepflogenheiten an einem «Business», kombiniert mit einem «Business Case», einer «SWOT-Analyse» und einem «Risk-Management»? Wohl kaum. Die Begrifflichkeiten des Schweizerischen Obligationenrechts sollen uns deshalb nicht den Blick verstellen auf unsere zentrale Zielsetzung, nämlich einen ökologischen Fortschritt zu erreichen, oder – um in der englischen Sprache zu bleiben – einen «added value» für die Ökologie zu generieren. Nicht ein wirtschaftliches Jahresergebnis steht im Vordergrund, sondern ein gesamtheitliches Resultat, bestehend aus verschiedenen Erkenntnissen und Umsetzungsschritten. So erklärt sich, dass wir in unserer Jahresrechnung nicht von einem Gewinn oder einem Verlust, sondern von einem «Jahresergebnis» im Sinne einer «Veränderung der Projektreserve» sprechen.



Für uns ist also der – mehrjährige – Weg das Ziel und der Inhalt unserer Arbeiten. Und hier stehen wir vor der zentralen Herausforderung: wir können nicht zuwarten, bis «alles klar» ist. Unsere Erkenntnisse liegen zu einem wesentlichen Teil im Know-how unserer ZAR-Mitarbeitenden. So wäre es verlockend, die Stiftung ZAR zu einem Beratungsunternehmen auszubauen. Dies wäre aber definitiv als wirtschaftliche Tätigkeit aufzufassen und nicht mehr mit unseren Statuten vereinbar. Wir können also einzig mit industriellen und gewerblichen Unternehmen sowie Ingenieur- und Beratungsunternehmen eine unterstützende Zusammenarbeit etablieren. Diese soll einerseits einem Investor der Abfallverwertungsbranche den Weg zu einer erfolgreichen Umsetzung der Erkenntnisse der Stiftung ZAR ebnen. Andererseits sollen und wollen wir die Gewähr haben, dass unsere Partner mit unserem Know-how versiert umgehen – zum Wohle und im Interesse der gesamten Branche.

Allen – den Mitarbeitenden der Stiftung ZAR und der KEZO, den Donatoren, den Mitgliedern des Stiftungsrates und des Technischen Beirates und den uns unterstützenden Behörden – danke ich ganz herzlich, dass sie uns mit Rat und Tat in der Bewältigung der zahlreichen Herausforderungen so kräftig unterstützen.

Dr. Ueli Büchi
Präsident des Stiftungsrates

Tätigkeitsbericht 2014

1 Bau der Trockenschlackenaufbereitung



Die ambitionierten Zielsetzungen für das Grossprojekt, höchstmöglicher Wirkungsgrad der Metallrückgewinnung, beste Metallqualität, hohe Verfügbarkeit sowie staubfreier Betrieb der Anlage, haben auch im 2014 wieder substanzielle Ressourcen des ZAR -Teams gebunden.

Detail-Engineering

Obwohl das Detail-Engineering zu über 90 % bereits abgeschlossen war, erwiesen sich die letzten 10 % als sehr aufwendig und entscheidend für die Zielerreichung. Besondere Aufmerksamkeit wurde dem kontinuierlichen Schlackenfluss und der konstanten Schlackenverteilung über die gesamte Breite der Anlage gewidmet. Unzählige kleine Details wurden überarbeitet, immer wieder mussten Tests mit Schlacke durchgeführt werden, um neue Ansätze zu verifizieren. Im Team wurde dann jeweils entschieden, welcher Ansatz zur Umsetzung gelangt.



Das Design der Absauganlage stellte eine weitere Herausforderung dar. Die Tatsache, dass mit der Absauganlage nur ein Unterdruck im System erzeugt werden soll und kein Staub abgesaugt werden darf, verursachte bei vielen Lieferanten Kopfzerbrechen. Mussten sich diese doch verpflichten, luftdichte Anlagen zu bauen. Der für die Abnahme eingeführte Rauchttest, um die Dichtigkeit der Anlage zu prüfen, zeigte bei den meisten Lieferanten Schwachstellen auf, welche nachgearbeitet werden mussten.

Gebäude

Der Bau der Trockenschlackenaufbereitung der ZAV Recycling AG ist im 2014 sehr gut vorangekommen. Sämtliche Betonbauarbeiten an den Aussenanlagen waren Ende des Jahres abgeschlossen und der Stahlbau des Containerbahnhofs, wie auch Teile des Stahlbaus für die Verfahrenstechnik in der Triage, waren erstellt.



Innenaufbereitung

In der Innenaufbereitung wurde die erste Etappe des Stahlbaus kurz vor Jahresende fertiggestellt. Die gelieferten Maschinen, Geräte und Apparate wurden vor der Montage durch das ZAR-Team geprüft und Mängel sofort behoben. Danach wurden die Geräte Etage für Etage montiert.

2 Produkteentwicklung

Feinstaluminium

Seit der Inbetriebnahme der Aufbereitungslinie für Feinstschlacke im 2012 fällt ein Aluminiumpulver mit einer Korngrösse von 0.2–1.0 mm an. Da dieses Feinstaluminium nur mit sehr grossen Materialverlusten aufgeschmolzen werden kann, war die Rückführung des Aluminiumpulvers in den Stoffkreislauf über eine Schmelzanlage nie eine Option.

Im Rahmen der Produkteentwicklung im ZAR versuchte man wiederholt, das hochwertige Pulver einer direkten Anwendung zuzuführen. So wurde das Aluminiumpulver unter anderem als Oxidationszusatz oder im Blähton eingesetzt. Trotz ersten positiven Resultaten gelang es nicht, einen langfristigen ökologischen und ökonomischen Absatzpfad zu erschliessen.

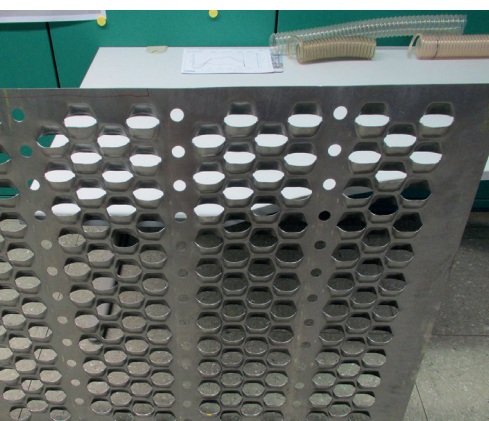
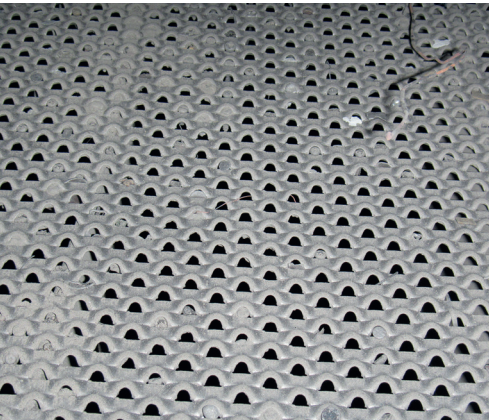
Neue Einsatzgebiete gefunden

Im 2014 gelang es uns schliesslich, in Zusammenarbeit mit einem Partner, eine vielversprechende Anwendung zu evaluieren. 85 % des Al-Pulvers werden nach einer weiteren mechanischen Reinigungsstufe direkt in Rezepturen für aluminisierte Bergbausprengstoffe und Dynamite sowie exotherme Aufheizmassen und Antilunkerpulver (Lunker-Verhütungsmittel) eingesetzt. Die grosse reaktive Oberfläche des Aluminiumpulvers, das aus dem Thermo-Recycling stammt, wirkt sich sehr positiv im Produkt aus.

Die 15 % Materialverluste sind vor allem mineralische Bestandteile (Schlacke), welche entsorgt werden müssen. In der Zwischenzeit ist es dem ZAR-Entwicklungsteam aber gelungen, die Anlage weiter zu optimieren. Der Anteil an mineralischen Bestandteilen im Feinstaluminium (0.2–1.0 mm) liegt neu unter 10 %, der hohe Wirkungsgrad für die Separation von Aluminium blieb konstant.



3 Entwicklung «ZAR-Doppelnasensieb»



Trockenschlacke ist ein frei fließendes Schüttgut. Sie kann mit geeigneten Sieben und minimalem Energieeinsatz bis in ihre kleinsten Teile fraktioniert werden. Damit wird die Fraktionierung der Schlacke zu einem wichtigen Prozessschritt, um einen hohen Wirkungsgrad bei der Metallseparation zu garantieren. Die Fraktionierung bis in den Bereich von 0.1 mm erfolgt durch mechanische Siebung. Diese mechanische Siebung von Kehrrechtsschlacke stellt Anlagenbetreiber jedoch vor grosse Herausforderungen. Für einen stabilen Betrieb einer Schlackenaufbereitungsanlage mit guter Aufbereitungsqualität sind folgende Voraussetzungen entscheidend:

- ▶ Keine Verstopfung der Siebe durch sich aufbauendes Material (Verklebungen, v. a. bei Nassschlacke)
- ▶ Keine Verstopfung der Siebe durch sich verhakende Drähte
- ▶ Geringe Abrasion und Korrosion (keine Änderung der Fraktionsgrösse)
- ▶ Definierte und enge Korngrößenverteilung

Für den Einsatz in der Anlage der ZAV Recycling AG sind ein genauer Siebschnitt bei enger Korngrößenverteilung und lange Standzeiten zwingend.

Entwicklungsprozess des Siebbelags

Bei der Suche nach einem geeigneten Nasensieb für den Einsatz in der Trockenschlackenaufbereitung der ZAV Recycling AG stellte man folgende Bedingungen an das Produkt:

- ▶ Frei wählbare Blechdicke im Bereich grösser als 3 mm
- ▶ Frei wählbares Material, bevorzugt wird Edelstahl
- ▶ Frei wählbare, bevorzugt runde Nasenlochform
- ▶ Maximale freie Siebfläche
- ▶ Maximale Steifigkeit des Siebbelages

Da die auf dem Markt verfügbaren Nasensiebe diese Anforderungen nicht erfüllten, entschied sich das ZAR-Entwicklungsteam, ein eigenes Nasensieb zu entwickeln.

Bei der Entwicklung spielten sowohl produktionstechnische wie ökonomische Aspekte eine massgebende Rolle. Zum einen mussten die Bedingungen erfüllt sein, gleichzeitig mussten die Kosten auf einem vertretbaren Niveau gehalten werden. Es wurde daher entschieden, den Siebbelag so zu entwickeln, dass er doppelseitig einsetzbar ist und damit eine doppelte Standzeit erreicht werden kann.

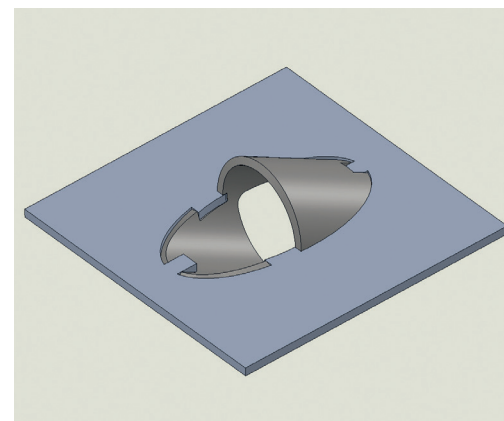
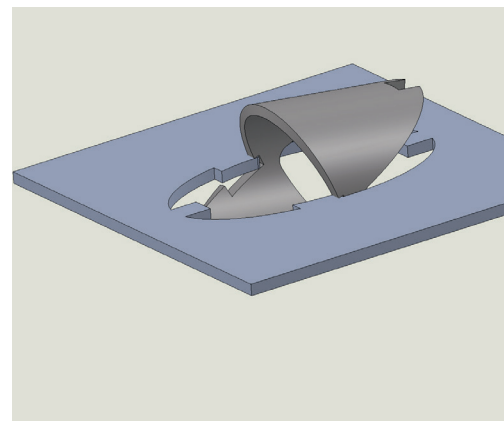
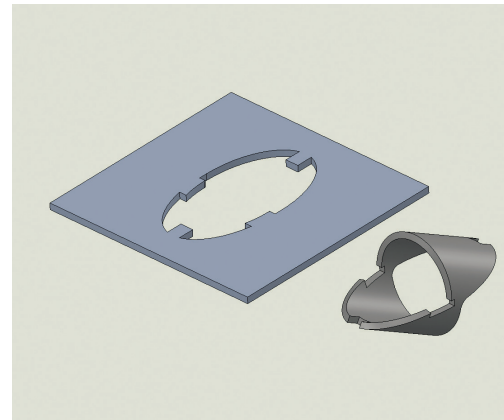
Man entschloss sich, den Nasensiebbelag nicht mehr aus einem Blech, sondern aus zwei Funktionsteilen zu fertigen. Damit wird die gewünschte Flexibilität von Bleckdicke, Material und Nasenform ermöglicht. Mit den speziellen Positionierungsnocken können die Funktionsteile passgenau zusammen gesetzt werden. Ausserdem besteht so ein Formschluss zwischen den beiden Funktionsteilen, welcher die Schläge von grösseren Schlackenagglomeraten aufnehmen kann.

Bei der Evaluation der Verbindungstechnik schieden von den gängigen Verfahren das Kleben und Schweiessen aus. Die Wahl fiel letztlich auf das Lötten. Mit einem ausgewiesenen Spezialisten konnte ein entsprechendes Lötverfahren entwickelt werden, welches ausgesprochen erfolgversprechend ist. Mithilfe von verschiedenen Prototypen wurde das am besten geeignete Lötverfahren evaluiert.

Zusammenfassung

Mit der Entwicklung des «ZAR-Doppelnasensiebes» verfügt das ZAR-Entwicklungsteam nun über die Technologie, spezielle Nasensiebe für Trockenschlacke herzustellen. Aber auch andere Siebbeläge, in jeder Dimension, in jeder Blechdicke und in jeder Materialart können massgeschneidert für die gewünschte Anwendung gefertigt werden. Aufgrund des Herstellungsverfahrens sind die Produktionskosten vertretbar. Die Siebbeläge müssen nicht zwingend in grossen Serien hergestellt werden, um die Kosten tief zu halten.

Das ZAR-Doppelnasensieb überzeugt durch seine hohe Flexibilität. In einem nächsten Schritt soll mit dieser Technologie der «Stangensizer» ersetzt werden, der einen unbefriedigenden Trennschnitt aufweist. Ziel ist es, auch im Grobkornbereich (200–500 mm) einen sauberen Trennschnitt zu erreichen und Langteile zu eliminieren, die den Verarbeitungsablauf stören und die Anlage gefährden.



4 Analytik

Induktionsfeld-Probenteiler zur Bestimmung des mineralischen Anteils in den NE-Metallen

Um die Wirbelstromabscheider optimal einstellen zu können bzw. diese zu überwachen, wurde eine Qualitätskontrolle entwickelt, die schnell und zuverlässig im Labor oder auf der Produktionsanlage eingesetzt werden kann.

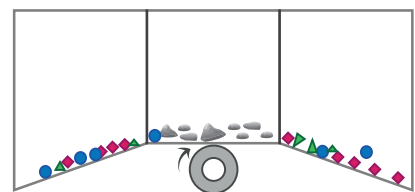
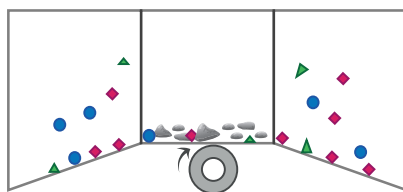
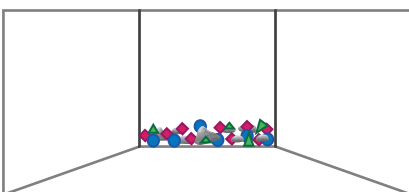
Mit dem neu entwickelten Induktionsfeld-Probenteiler kann der mineralische Anteil in NE-Metallen sehr effizient und zuverlässig bis zu einer Grösse von 30 mm bestimmt werden.

Bei der Aufbereitung von Nassschlacke und auch sehr feiner Schlacke ist der Induktionsfeld-Probenteiler für die Produktkontrolle absolut nötig. Mit dem Induktionsfeld-Probenteiler kann weiter auch der Anteil der metallischen NE-Metalle in der Schlacke oder der metallische Restgehalt in der aufbereiteten Schlacke mit genügender Genauigkeit ermittelt werden. Das erlaubt Aussagen, wieviel NE-Metalle noch immer, unter Einbussen von Erlösen, deponiert werden.

Versuchsanordnung

Der gewählte Ansatz basiert analog zum Wirbelstromabscheider auf einer rotierenden Magnettrommel, welche das Wirbelstromfeld erzeugt. In einem Gefäss werden die NE-Metalle auf einer rotierenden Magnettrommel in den Einfluss eines Wirbelstromfelds gebracht.

Das Gefäss besteht aus drei offenen Kammern, die gegen oben mit einem Deckel abgeschlossen sind. Das Gefäss ist aus Plexiglas gefertigt. Zwischen den Kammern ist am Boden eine Barriere von 1–5 mm eingebaut. Das zu prüfende Material wird in der mittleren Kammer gleichmässig auf dem Boden verteilt.



Bewegt man das Gefäss langsam über den schnell drehenden Trommelmagnet, so wirkt das Induktionsfeld auf die einzelnen Teilchen im Gefäss. Je nach ihrer Leitfähigkeit, Masse und Form werden die einzelnen Teilchen abgestossen. Sie überwinden die Barriere fliegend und reichern sich in der linken oder rechten Gefässhälfte an oder bleiben in der Mitte liegen.

Bestimmung der Leitfähigkeit von Schüttgütern

Um die Wirkungsgrade verschiedener Wirbelstromabscheider qualitativ zu beurteilen, verglich man die Leitfähigkeit der Schüttgutfraktionen über die Temperatur. Tiefe Temperaturen in den NE-Metallen lassen auf einen hohen Wirkungsgrad schliessen.

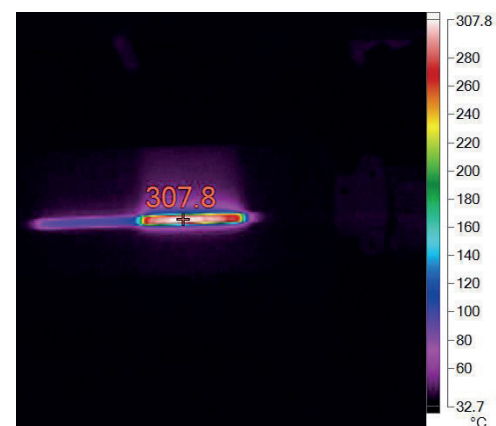
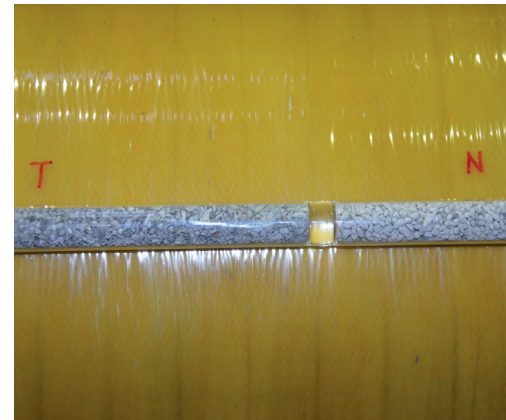
Versuchsanordnung

Das Schüttgut wird in einem Glasrohr auf die Magnettrommel eines Wirbelstromabscheiders gespannt. Sobald sich die Magnettrommel dreht, wird ein Induktionsfeld erzeugt. Da das Schüttgut durch das Glasrohr in Position gehalten wird, werden die Abstosskräfte in thermische Energie umgesetzt, und das Schüttgut erwärmt sich in Abhängigkeit seiner Leitfähigkeit. Die Höhe der gemessenen Temperatur lässt Rückschlüsse auf die Leitfähigkeit bzw. die Abstosskräfte zu, die das Induktionsfeld auf das Schüttgut ausübt. Die Erwärmung der Materialien wird mit einer Thermografie-Kamera aufgezeichnet.

Methodenband

Um die verlässliche Bewertung der Qualität von Rückständen aus der thermischen Abfallbehandlung zu gewährleisten und zu verbessern, aber auch um die ökonomisch und ökologisch interessanten Potentiale an Wertstoffen verlässlicher zu bestimmen, wurde am ZAR in Zusammenarbeit mit der BACHEMA AG, Schlieren, und unterstützt durch den Kanton Zürich intensiv an der Optimierung der entsprechenden Methoden gearbeitet.

Der im März 2014 veröffentlichte Bericht «Methodenband» stellt, nach intensiver Weiterentwicklung einzelner Verfahren in den letzten 5 Jahren, den heutigen Stand des Wissen über praxistaugliche Methoden über das gesamte Spektrum der Rückstandsfraktionen der thermischen Abfallbehandlung dar. Mit der Veröffentlichung dieses Dokuments wird dieses Wissen nun der Praxis zugänglich gemacht.



INSTITUT FÜR METALLURGIE UND UMFORMTECHNIK
Technologie der Eisen- und Stahlerzeugung
Prof. Dr.-Ing. Rüdiger Deike

Im Denken

Proben Id.: Elementkonzentration Qualität:

Material: Cu-01-M
Probenart: Cu- Orientation
Proben Nr.:
Probenart: Riefbeschwerer 4
Probenart:

	Zn	Pb	Mn	
	%	%	%	
	9.27	4.37	0.0053	
	9.28	4.41	0.0060	
	9.30	4.28	0.0062	
3)	9.28	4.35	0.0062	
	0.0154	0.063	0.0001	
	0.2	1.4	2.1	

	Cr	Te		Bi
	%	%	%	%
	0.0032	0.0085	0.0032	0.079
	0.0029	0.0091	0.0029	0.083
	0.0027	0.0090	0.0030	0.083
			0.0030	0.082

5 Mineralik

Die Verarbeitung der trockenen Schlacke ermöglicht eine effiziente Metallrückgewinnung. Die aufbereitete, metallabgereicherte Schlacke wurde im Jahr 2013 auf die chemische Zusammensetzung untersucht. Im 2014 wurden die Analysen und Versuche intensiviert. Die aufbereitete Schlacke verfügt über einen sehr geringen Restmetallgehalt. Die Arbeiten und Versuche am ZAR hatten das Ziel, die Einsatzmöglichkeiten als Baustoffe zu testen.

Sandersatz im Beton

Für diese Versuche wurde aufbereitete Schlacke verwendet, welche als Sandersatz für die Betonherstellung diene. Es wurde ungewaschene sowie unterschiedlich lang gewaschene Schlacke verwendet. Der Einsatz als Sandersatz ist nach diesen Versuchen nicht gegeben, da bei allen Proben eine Volumenerhöhung festgestellt wurde. Diese Erhöhung ist auf die Wasserstoffbildung bei der Reaktion von Aluminium und Zink zurückzuführen und führt zu einer Festigkeitsabnahme des Betons.

Porenbeton

Durch die Erkenntnisse der Volumenerhöhung bei den Versuchen zum Sandersatz wurde untersucht, ob diese Eigenschaft gezielt zur Herstellung von Porenbeton genutzt werden könnte. Dazu wurde Aluminiumpulver der aufbereiteten Schlacke zugegeben, um die Gasbildung zu untersuchen. In einer zweiten Phase wurde in der Aufbereitungsanlage abgetrenntes Aluminiumgranulat zu Aluminiumpulver gemahlen und verwendet. Die Resultate zeigen, dass die hohen Anforderungen eines Porenbetons nicht erfüllt wurden, da die Poren nicht gleichmässig ausgebildet waren.

Deponie

Aufgrund der Ergebnisse besteht momentan nur die Möglichkeit, die aufbereitete Trockenschlacke zu deponieren. Dazu wurde ein Trockenschlackenkompartiment erstellt, in welchem ab dem Sommer/Herbst 2015 die aufbereitete Trockenschlacke deponiert wird, um das Ablagerungsverhalten zu untersuchen. Das Deponiekompartiment ist so ausgestattet, dass die Gasemissionen, die Sickerwässer und der Temperaturverlauf des Deponiekörpers erfasst werden. Momentan laufen noch die Detailabklärungen für das Monitoring.

Gasbildungspotenzial

Das Gasbildungspotenzial der Schlacke wurde in Zusammenarbeit mit dem Institut für Umwelt- und Verfahrenstechnik (UMTEC) weitergehend untersucht. Es wurde eine detaillierte Untersuchung der verantwortlichen Elemente für die Gasbildung vorgenommen. Bei den Versuchen wurde festgestellt, dass Gasmessungen, wegen der verschiedenen Reaktionen der einzelnen Elemente mit Sauerstoff, in Argonatmosphäre stattfinden sollten. Mit dem Messverfahren lässt sich das Gasbildungspotenzial der aufbereiteten Schlacke gesamthaft bestimmen.

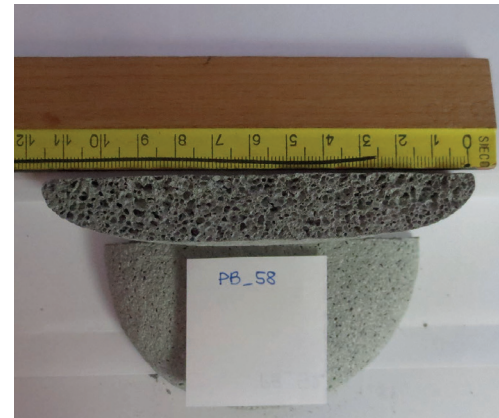
Schmelzofen

Die Qualitätskontrolle der abgetrennten Metalle ist relevant, um die Wirkungsweise der Aufbereitungsanlage zu überprüfen und die Zusammensetzung der Fraktionen und deren Marktwert zu ermitteln. Normalerweise werden für eine chemische Analyse der Fraktionen einige Gramm benötigt, welche meist nicht repräsentativ sind. Die Schwierigkeit besteht darin, die Probe repräsentativ zu teilen. Die Fraktionen sind jeweils in Big Bags von einer Tonne Inhalt abgepackt. Mittels eines neu konstruierten und gebauten Probenteilers kann aus einem Big Bag eine Probe von 1–50 kg entnommen werden.

Mit dem 2013 installierten Schmelzofen ist es möglich, Proben bis zu einem Gewicht von 50 kg einzuschmelzen. Der Induktionsschmelzofen verfügt über verschiedene Tongraphit-Tiegel, welche es möglich machen, neben NE-Edelmetallen auch Aluminium einzuschmelzen. So wurden im letzten Jahr über zwanzig verschiedene Schmelzversuche in Zusammenarbeit mit Dipl.-Ing. Stefan Skutan durchgeführt.

Die Versuche hatten zwei Ziele: Maximierung der Schmelzausbeute aus einer homogenen Metallschmelze und die Entnahme von repräsentativen Prüfkörpern mit einem Durchmesser von 40 mm und einer Höhe von 10 mm für Analysen. Die Prüfkörper, auch «Lollipop» genannt, weisen ein Gewicht von bis zu 100 g auf und können direkt zur Bestimmung der Zusammensetzung verwendet werden.

In weiteren Versuchen wurde die Homogenität der Schmelze und der Lollipops untersucht. Die ersten nasschemischen Analysen bestätigen die Homogenität der Lollipops. Es ist somit möglich, die Zusammensetzung der Fraktionen zu bestimmen, d. h. die 100 g schweren Prüfkörper sind repräsentativ für das Ausgangsmaterial im Big Bag. Ziel ist es, die Lollipops in Zukunft schneller zu analysieren, da die nasschemische Analyse sehr zeitaufwendig ist. Dies soll mit einem Funkenspektrometer geschehen.



6 Nasschemische Extraktion

Phosphorrückgewinnung aus Klärschlammasche

Phosphor ist ein lebenswichtiger Nährstoff für Mensch und Natur, der nicht durch einen anderen Stoff ersetzt werden kann. Die qualitativ hochwertigen, abbaubaren Vorkommen sind begrenzt und der weltweite Vorrat geht in absehbarer Zeit zu Ende. Für die Zukunft besteht nun einerseits die Herausforderung darin, eine Lösung zur effizienten und nachhaltigen Phosphorrückgewinnung zu entwickeln und diese andererseits auch grosstechnisch umzusetzen.

Klärschlamm besitzt viel Potenzial – darum sollten die vorhandenen Ressourcen möglichst effizient genutzt werden. Da im Schweizer Klärschlamm gleich viel Phosphor enthalten ist, wie jährlich als Mineraldünger importiert wird, bietet sich Klärschlammasche als sehr gute Ressource zur Phosphorrückgewinnung an.

Bisherige Arbeiten

In den Jahren 2011–2013 wurde der Fokus gemeinsam mit Partnern auf die Herstellung eines Phosphorproduktes zur direkten Integration in die Düngemittelproduktion gelegt. Da diese Rezyklate aber eine neue Produktklasse darstellen und in der Schweizer wie auch der europäischen Gesetzgebung unzureichend behandelt werden, ist die Vermarktung dieser Produkte bisher unsicher. Dies führt zu ökonomischen Risiken, die eine grosstechnische Umsetzung bisher erschwerten. Einzig der Ersatz des aus primären Lagerstätten abgebauten Rohphosphates durch ein Rezyklat stellt einen etablierten und gangbaren Weg dar. Die Verkaufserlöse liegen hierbei allerdings bei lediglich 100–120 Franken pro Tonne Phosphorprodukt (30 % P_2O_5 -Gehalt) und ermöglichen deshalb keinen wirtschaftlichen Betrieb der Rückgewinnung. Daher wird der Fokus seit 2014 auf eine höhere Phosphorproduktqualität gelegt, die einerseits einen höheren Verkaufserlös erzielt und andererseits eine grössere Marktakzeptanz bietet.

Laufende Arbeiten

Kalziumphosphate und Phosphorsäure stellen als handelsübliche Produkte zwei Vertreter dieser höherwertigen Phosphorprodukte dar. Die Machbarkeit der nasschemischen Herstellung höherwertiger Phosphorprodukte aus Klärschlammasche wird derzeit im Rahmen einer Machbarkeitsstudie untersucht. Wesentliche Rahmenbedingungen sind dabei, neben der Phosphorrückgewinnung, die Verwertung der Mineralik und die Nutzung der Eisenfracht als Fällmittlersatz in den Kläranlagen. Die im Aufbereitungsprozess abgetrennten Schwermetalle werden einer bestehenden Metallrückgewinnung zugeführt.

SwissZink – Zentrale Zinkrückgewinnung aus KVA-Hydroxidschlamm

In KVA-Filteraschen steckt ein grosses metallisches Wertstoffpotential. Besonders interessant für eine Rückgewinnung ist dabei der hohe Zinkgehalt. Neben dieser Wertschöpfung liefert die ebenfalls erfolgende Entfrachtung toxischer Schwermetalle einen positiven ökologischen Beitrag.

Derzeit werden circa 55 % der Schweizer Filteraschen mit dem FLUWA-Verfahren gewaschen und die Metalle in einen zinkhaltigen Hydroxidschlamm überführt, der bisher nur als teurer Rückstand im Ausland aufbereitet werden kann. Die steigenden Verwertungskosten des Hydroxidschlammes machen die Wirtschaftlichkeit der Metallrückgewinnung aus Filteraschen immer schwieriger, obwohl der Wertstoffgehalt im Bereich von 20 % Zink liegt. Vergleichbare konventionelle Erze werden dagegen bereits erfolgreich als Rohstoffe gehandelt.

Mit dem SwissZink-Projekt sollen diese Hürden überwunden und die technische und ökonomische Machbarkeit der direkten Wertstoffrückgewinnung innerhalb der Schweiz aufgezeigt werden.

Verfahrenstechnik

Die angelieferten, unterschiedlichen Hydroxidschlämme werden in drei Qualitätsklassen aufgeteilt und durch eine geeignete Mischung der schwefelsauren Laugung zugeführt. Dabei werden mind. 98 % der enthaltenen Zinkmenge in Lösung gebracht und der nachfolgenden Laugenreinigung und Aufbereitung zugeführt. Der Laugungsrückstand besteht primär aus Gips und Bleisulfat. Letzteres wird in einem nachgeschalteten Prozess abgetrennt, so dass der Gips zur Verwertung weiter genutzt werden kann. Das Bleisulfat wird gemeinsam mit dem Metallkonzentrat der Laugenreinigung an eine Metallhütte zur Verwertung verkauft.

Die gereinigte, zinkhaltige Lösung wird in der Solventextraktion weiter aufbereitet und angereichert. Neben störenden Schwermetallen werden hier hauptsächlich die Halogene Chlor und Fluor abgetrennt und die Zinkkonzentration auf den Sollwert angehoben. In der anschliessenden Zinkelektrolyse wird aus dem hochreinen Zinkkonzentrat SHG Zink als Kathodenzink produziert. Das erhaltene Kathodenzink kann zu marktüblichen Preisen verkauft werden.



7 Öffentlichkeit



Informationsveranstaltung 24. Oktober

Gut 130 Gäste aus dem In- und Ausland folgten am 24. Oktober der Einladung der Verantwortlichen des ZAR zur 3. Informationsveranstaltung nach Solothurn.

Mit der Ausweitung der Entwicklungsbemühungen im nasschemischen Bereich und der neuen engen Zusammenarbeit mit der Kehrichtbeseitigungs-AG in Zuchwil/Kt. Solothurn war der Veranstaltungsort bewusst gewählt. Nach einem informativen und vielfältigen Tagesprogramm hatten die Teilnehmer/-innen die Möglichkeit, die Anlagen zur Zinkrückgewinnung in der KEBAG AG, Zuchwil, vor Ort zu besuchen.

Besucher

Im 2014 war ein steigendes Interesse aus Asien spürbar. Die europäischen Anlagebetreiber, welche sich bereits mit der Trockenschlackenthematik auseinander gesetzt haben, interessierten sich v.a. für das Detailengineering der Aufbereitungsanlage. Neben den ökologischen Fragen standen vermehrt die wirtschaftlichen Fragen zur Diskussion. Man wartet gespannt auf erste Ergebnisse und Erfahrungen der Grossanlage.

Publikationen

METHODENBAND Probenahme, Probenaufbereitung und Analyse fester Rückstände der thermischen Abfallbehandlung und deren Aufbereitungsprodukten, Autoren: Stefan Skutan und Rolf Gloor, unterstützt durch Dr. Leo Morf, März 2014

ENTWICKLUNGSBERICHT Entwicklung eines Prüfverfahrens zur Ermittlung des mineralischen Anteils in der NE-Fraktion aus Schlacke. Entwicklung eines Verfahrens zur Beurteilung der elektrischen Leitfähigkeit von Schüttgütern (NE-Metalle). Durchführung: Peter Schellenberg, Daniel Böni, Autor: Daniel Böni, Oktober 2014

UNTERSUCHUNGSBERICHT Leachphos – Verfahrensoptimierung mittels Ionenaustausch, Durchführung: Dr. Stefan Schlumberger, Autor: Dr. Stefan Schlumberger, Februar 2015

ENTWICKLUNGSBERICHT Entwicklung des ZAR-Doppelnasensiebes zur Fraktionierung von Schlackenströmen, Durchführung: Peter Schellenberg, René Weber, Daniel Böni, Autor: Daniel Böni, Mai 2015





Meilensteine



- 2005** Erste Versuche mit dem Trockenschlackenaustrag in der KEZO an der Ofenlinie 2
- 2006** Langzeitversuche mit Trockenschlackenaustrag an der Ofenlinie 2 mit Stösselentschlacker und Siebmaschine
- 2007** Umbau der Ofenlinie 2 auf Trockenschlackenaustrag
- 2008** Studie der Firma GEO-Partner AG über das Schlackenmonitoring an der KVA Thurgau
Inbetriebnahme der Feinschlackensortieranlage
- 2009** Umbau des Trockenausstrags an der Ofenlinie 2
- 2010** Gründung der Stiftung «Zentrum für nachhaltige Abfall- und Ressourcennutzung ZAR»
Inbetriebnahme des Trockenschlackenausstrags der KEZO Ofenlinie 3
Inbetriebnahme der NE-Aufbereitung
Die Marke Thermo-Re® wird kreiert und geschützt
- 2011** Optimierung des Wirbelstromabscheiders
Spezifikation der Feinstschlackenaufbereitung
Optimierung der Siebung im Dauerbetrieb
Abschluss der Produkteentwicklung
- 2012** Inbetriebnahme der Feinstschlackenaufbereitung
Inbetriebnahme NE-Aufbereitung (0.2–1.0 mm)
Einsatz des neuen Hochleistungsabscheiders der Firma SGM Gantry SpA (1.0–5.0 mm)
Evaluation u. Beschreibung NE-Analysemethode
Abschluss des Basic-Engineerings für die Grossaufbereitungsanlage der ZAV Recycling AG
- 2013** Ermittlung des «Stand der Technik der Schlackenaufbereitung»
Beginn Detailengineering für die Grossaufbereitungsanlage der ZAV Recycling AG
Start der Entwicklung der Wirbelstromabscheider der 3. Generation für Fraktionen 0.1–8.0 mm mit der Firma SGM Gantry SpA
Nasschemische Aufbereitung: Vereinbarung mit der Firma KEBAG Kehrrichtbeseitigungs-AG, Zuchwil für die Kompetenzerweiterung im nasschemischen Bereich.

2014

März

Veröffentlichung des Methodenbands

Heutiger Stand des Wissens über die praxistauglichen Methoden zur Probenahme, Probenaufbereitung und Analyse über das gesamte Spektrum der Rückstandsfraktionen bei der thermischen Abfallbehandlung.

Mai

Veröffentlichung zweier Entwicklungsberichte

Neue Entwicklung eines Induktionsfeld-Probenteilers zur Bestimmung des mineralischen Anteils in NE-Metallen bis zu einer Grösse von 30 mm und des Anteils der metallischen NE-Metalle in der Schlacke.

Entwicklung eines Verfahrens zur Beurteilung der elektrischen Leitfähigkeit von Schüttgütern (NE-Metalle).

August

Abschluss Detail-Engineering der Trockenschlackeaufbereitungsanlage

Optimierung der einzelnen Verfahrensschritte bezüglich Materialablauf, Dauerbetrieb, Emissionen, Instandhaltung, Energie etc.

Intensiver Austausch mit potenziellen Lieferanten, Entwicklung, Tests und Optimierung von Prototypen.

Oktober

3. ZAR-Infoveranstaltung in Solothurn

Informative Referate über die Tätigkeiten und Entwicklungen am ZAR und anschliessender Besuch der Zinkrückgewinnung in der KEBAG AG.

November

Feinstaluminium

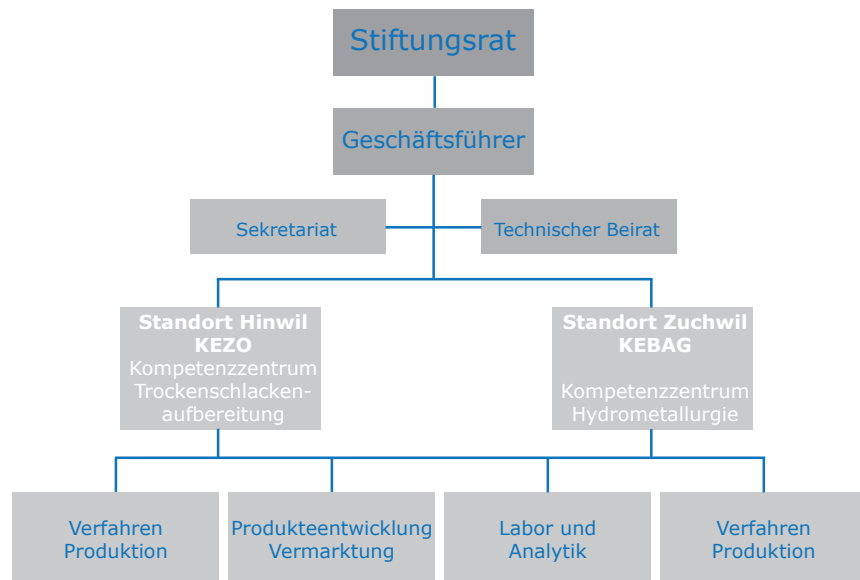
Evaluation einer vielversprechenden Anwendung. Das Al-Pulver wird in Rezepturen für aluminisierte Bergbausprengstoffe und Dynamite sowie exotherme Aufheizmassen und Antilunkerpulver (Lunkerverhütungsmittel) eingesetzt.

Dezember

Entwicklungsstart «ZAR-Doppelnasensieb»

Nachdem auf dem Markt kein Produkt gefunden werden konnte, das den hohen Anforderungen an die mechanische Siebung von Trockenschlacke erfüllt, wurde eine Eigenentwicklung in Angriff genommen.

Organisation



Stiftungsrat per 31.12.2014

Präsidium

Dr. Büchi, Ueli, Verwaltungsratspräsident KEZO

Vizepräsidium

Dr. Fahrni, Hans-Peter, Senior Consultant

Stiftungsräte

Adam, Franz

AWEL, Abteilungsleiter Abfallwirtschaft und Betriebe

Buttet, Yannick

Nationalrat, Präsident VBSA

Christen, Daniel

SARS Stiftung Auto Recycling Schweiz, Geschäftsführer

Dr. Hediger, Robert

Fair Recycling Foundation, Geschäftsführer

Kalunder, Werner

HOLINGER AG, Directeur Swiss Romande

Juchli, Markus

KEBAG AG, Direktor

Martin, Johannes J. E.

MARTIN GmbH, Geschäftsführer

Süsstrunk, René

Hitachi Zosen INOVA AG, Rauchgasreinigungssysteme

Technischer Beirat

[Dr. Morf, Leo \(Vorsitz\)](#)

Baudirektion Kanton Zürich

AWEL, Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft, Sektion Abfallwirtschaft

[Prof. Dr. Brunner, Paul](#)

TU Wien, Institut für Wassergüte

Ressourcenmanagement und Abfallwirtschaft, Wien

[Prof. Dr. Hellweg, Stefanie](#)

ETH Zürich, Institut für Umweltingenieurwissenschaften, Zürich

[Dr. Johnson, Annette](#)

Eawag, Wasserressourcen und Trinkwasser, Dübendorf

[Dr.-Ing. Koralewska, Rolf](#)

MARTIN GmbH, München

[Dr. Kündig, Rainer](#)

Schweizerische Geotechnische Kommission

[Dr. Liechi, Jürg](#)

Neosys AG, Gerlafingen

[Sigg, Alfred](#)

Hitachi Zosen INOVA AG, Zürich

[Streuli, Adrian](#)

Jura-Cement-AG, Wildegg

[Dr. Zeltner, Christoph](#)

Stahl Gerlafingen AG, Gerlafingen

ZAR-Team

Standort KEZO, Hinwil

[Böni, Daniel](#)

Geschäftsführer

[Di Lorenzo, Fabian](#)

Projektleiter metallische Rohstoffe

[Dr. Ardia, Paola](#)

Projektleiterin mineralische Rohstoffe

[Miràs, Albino](#)

Verfahrensentwicklung und Produktion

[Schellenberg, Peter](#)

Verfahrensentwicklung und Produktion

[Bruno, Francesca](#)

Sekretariat

Standort KEBAG, Zuchwil

[Dr. Schlumberger, Stefan](#) Leiter Kompetenzzentrum Hydrometallurgie

[Klink, Waldemar](#)

Projektleiter Hydrometallurgie

Stiftung

Auszug aus der Stiftungsurkunde

Art. 2 ZWECK

Die Stiftung bezweckt die Förderung einer nachhaltigen Stoffpolitik im Rahmen der Behandlung und Verwertung von Abfällen. Sie fördert die Weiterentwicklung des Standes der Technik und unterstützt die entsprechenden Entwicklungsaktivitäten, die in unmittelbarer Nähe zum Kehrichtheizkraftwerk des Zweckverbandes Kehrichtverwertung Zürcher Oberland KEZO in Hinwil/ZH oder deren Rechtsnachfolgerin erfolgen sollen. Die Stiftung kann auch die Verwertung der Erkenntnisse unterstützen.

Mit einer breiten schweizerischen Trägerschaft und Zusammenarbeit mit den interessierten Kreisen soll dafür gesorgt werden, dass die gewonnenen Erkenntnisse in die Anlagenentwicklung und in den Anlagenbau in der Schweiz oder im Ausland einfließen.

Der Stiftungszweck kann in einem späteren Zeitpunkt auf Tätigkeiten mit ähnlicher Zielrichtung ausgedehnt werden.

Eine Änderung des Stiftungszwecks gemäss Art. 86a ZGB bleibt vorbehalten. Die Stiftung verfolgt keine kommerziellen Zwecke und ist nicht gewinnorientiert.

Stifter

AWEL

Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft des Kantons Zürich

VBSA

Verband der Betreiber Schweizerischer Abfallverwertungsanlagen

KEZO

Zweckverband Kehrichtverwertung Zürcher Oberland, Hinwil

Donatoren 2014

In alphabetischer Reihenfolge

Acr–Azienda cantonale di rifiuti	Giubiasco
AFATEK A/S	Kopenhagen (DK)
BACHEMA AG	Schlieren
BSH Umweltservice AG	Sursee
Deponie Leigrueb AG	Lufingen
ERZ Entsorgung + Recycling Zürich	Zürich
EWB Energie Wasser Bern	Bern
Hitachi Zosen INOVA AG	Zürich
KEBAG AG	Zuchwil
KEZO Kehrlichtverwertung Zürcher Oberland	Hinwil
KVA Linth	Niederurnen
LIMECO	Dietikon
Magaldi Industrie s.r.l.	Salerno (I)
MARTIN AG für Umwelt- und Energietechnik	Wettingen
Pöyry Schweiz AG	Zürich
Renergia Zentralschweiz AG	Perlen
SAIDEF	Fribourg
SATOM AG	Monthey
SITA Deutschland GmbH	Mannheim (D)
STAG AG	Maienfeld
Stadtwerk Winterthur, Kehrlichtverwertungsanlage	Winterthur
SARS Stiftung Autorecycling Schweiz	Bern
TBF + Partner AG	Zürich
Toggenburger Unternehmungen	Winterthur
Trumag Aufbereitungsstechnik AG	Frutigen
Verband KVA Thurgau	Weinfelden
WIEDAG AG	Oetwil a.S.
Zweckverband für Abfallverwertung Bezirk Horgen	Horgen

Finanzbericht

Erfolgsrechnung

	Rechnung 2014 in CHF	Budget 2014 in CHF	Rechnung 2013 in CHF
Ertrag			
Donatoren	999 692	1 045 000	875 901
Sonstiger Ertrag	237 769	245 000	–
Zinsen	1 289	0	1 332
TOTAL ERTRAG	1 238 750	1 290 000	877 233
Aufwand			
Material	8 168	20 000	24 847
Analysen	108 690	123 500	73 072
Drittleistungen	371 772	280 000	79 689
Löhne	703 049	780 908	465 348
Sozialversicherung	163 127	183 200	106 834
Weiterbildung	1 032	2 000	565
Mieten	65 000	0	0
Unterhalt/Optimierungen	59 135	75 000	28 827
Verwaltung	2 343	4 000	7 970
EDV	2 806	1 000	1 909
Werbung	1 524	5 000	0
Repräsentationsspesen	19 084	15 000	1 928
Kosten Stiftungsrat	948	2 500	1 922
Kosten Technischer Beirat	626	2 500	1 294
Kosten ZAR (Betrieb)	15 540	5 000	4 884
Bankspesen	0	0	16
Diverses	0	10 000	0
Total Aufwand	1 522 845	1 509 608	799 105
Ergebnis	-284 094	-219 608	78 128

Bilanz

	31.12.2014 in CHF	31.12.2013 in CHF
Aktiven		
Umlaufvermögen		
Raiffeisen Uster	1 073 973	1 164 412
Debitoren	193 481	0
Debitor Vorsteuer	14 962	45 102
Debitor Verrechnungssteuer	451	333
Sachanlagen		
iCAP 7600 ICP-OES Duo (Analysegerät)	87 790	0
TOTAL AKTIVEN	1 370 659	1 209 847
Passiven		
Kreditoren	405 104	22 038
Kreditor Mehrwertsteuer	0	0
KEZO	604 269	545 892
Mehrwertsteuer	0	0
Transitorische Passiven	67 161	63 699
Eigenkapital (Stiftungskapital)	100 000	100 000
Projektreserve	478 218	400 090
TOTAL PASSIVEN	1 654 752	1 131 719
Ergebnis (Veränderung Projektreserve)	-284 094	78 128

Alle Beträge gerundet.

Revisionsstelle

PricewaterhouseCoopers AG | Neumarkt 4 | Bornhausstrasse 26 | CH-9001 St. Gallen

Aktivitäten 2015

ZAR Projekt

4	THERMORECYCLING
	RESH Mixed Plastic – Elektroschrott Belasteter Boden
5	PRODUKTENTWICKLUNG UND VERMARKTUNG
	Aluminium (0.2–1.0 mm) NE-Edelmetalle / Gewürzmetalle (0.1–0.7 mm)
8	GROBSCHLACKE
	Bau und Inbetriebnahme
9	ZENTRALE SCHLACKENAUFBEREITUNG
	Logistik Schlackenablad auf der Aufbereitungsanlage Optimierung der Anlage Stand der Technik Schlackenaufbereitung
10	ANALYTIK
	Evaluation Analytik (Unterschiede Metalle und Oxide) Schmelzversuche NE-Edelmetalle Schmelzen/Qualitätsbestimmung NE-edel Schmelzversuche Alu-Granulat
11	STAND DER TECHNIK
	Evaluation Stand der Technik Bestimmung des Stands der Technik
21	CHARAKTERISIERUNG DER MINERALISCHEN SCHLACKE
	Charakterisierung der gesamten aufbereiteten Schlacke der ZAV Recycling AG Weiterverwendung der aufbereiteten Schlacke
22	DEPONIE
	Gasbildung und Aluminiumoxidation Projektplanung «Deponiekompartiment Trockenschlacke» Vorversuche Technik/Analytik Deponieversuch «Deponiekompartiment Trockenschlacke»
30	NASSCHEMISCHE SCHLACKENBEHANDLUNG
	Basistests mit verschiedenen Fraktionen Anreicherung bzw. Fraktionierung Tests mit Realproben aus Grossanlage
30	PHOSPHORMINING
	Weitergehende Metallabreicherung im Phosphorprodukt Verwertungswege des mineralischen Rohstoffs Steigerung der Phosphor-Produktwertschöpfung
30	SWISSZINK – ZENTR. HYDROXIDSCHLAMMAUFBEREITUNG
	Machbarkeitsstudie Evaluation möglicher Standorte und Trägerschaften

[illegible]

Bildlegende

Titelbild	Förderband (Trumag AG, Frutigen)
4	Containerbahnhof Stahlbau Triage Betonbau Wirbelstromabscheider für die Aufbereitungsanlage
5	Feinstaluminiumfraktion unaufbereitet Feinstaluminiumfraktion aufbereitet
6	Herkömmliche Nasensiebe
7	CAD-Zeichnung ZAR-Doppelnasensieb Funktionsteile, Verbindungsnocken und Verbindungstechnik
8	Induktionsfeld-Probenteiler zur Bestimmung des mineralischen Anteils in den NE-Metallen im Einsatz Schematische Darstellung der Trennung
9	Glasrohr zur Bestimmung der Leitfähigkeit von NE-Metallen Thermografiebild Probekörper
11	Porenbeton Schmelzofen «Lollipop» (Probekörper)
13	Aufschluss von KVA Hydroxidschlämmen zur Metallanalytik Labor-Zinkelektrolyse zur Verfahrensoptimierung Zinkproduktion im Labormassstab
14	Nationalrat Yannick Buttet, Präsident VBSA Deckblatt Methodenband
15	Siebbelag ZAR-Doppelnasensieb

Impressum



STIFTUNG ZENTRUM FÜR NACHHALTIGE
ABFALL- UND RESSOURCENNUTZUNG

Wildbachstrasse 2
8340 Hinwil
Tel + 41 44 938 31 11
Fax + 41 44 938 31 08
E-mail info@zar-ch.ch
www.zar-ch.ch

Herausgeber	Stiftung Zentrum für nachhaltige Abfall- und Ressourcennutzung ZAR
Gestaltung /Redaktion	F. Böni
Text	Dr. P. Ardia, D. Böni, Dr. U. Büchi, F. Di Lorenzo, Dr. S. Schlumberger
Bilder	ZAR Team, sofern in der Legende nicht anders vermerkt
Zeichnungen	René Weber
Gedruckte Auflage	300 Exemplare in deutscher Sprache
Elektronische Version	In deutscher, englischer Sprache als PDF-Datei auf www.zar-ch.ch
Nachdruck oder elektronische Wiedergabe ausschliesslich mit Quellenangabe gestattet.	

© 2015 ZAR, Hinwil

