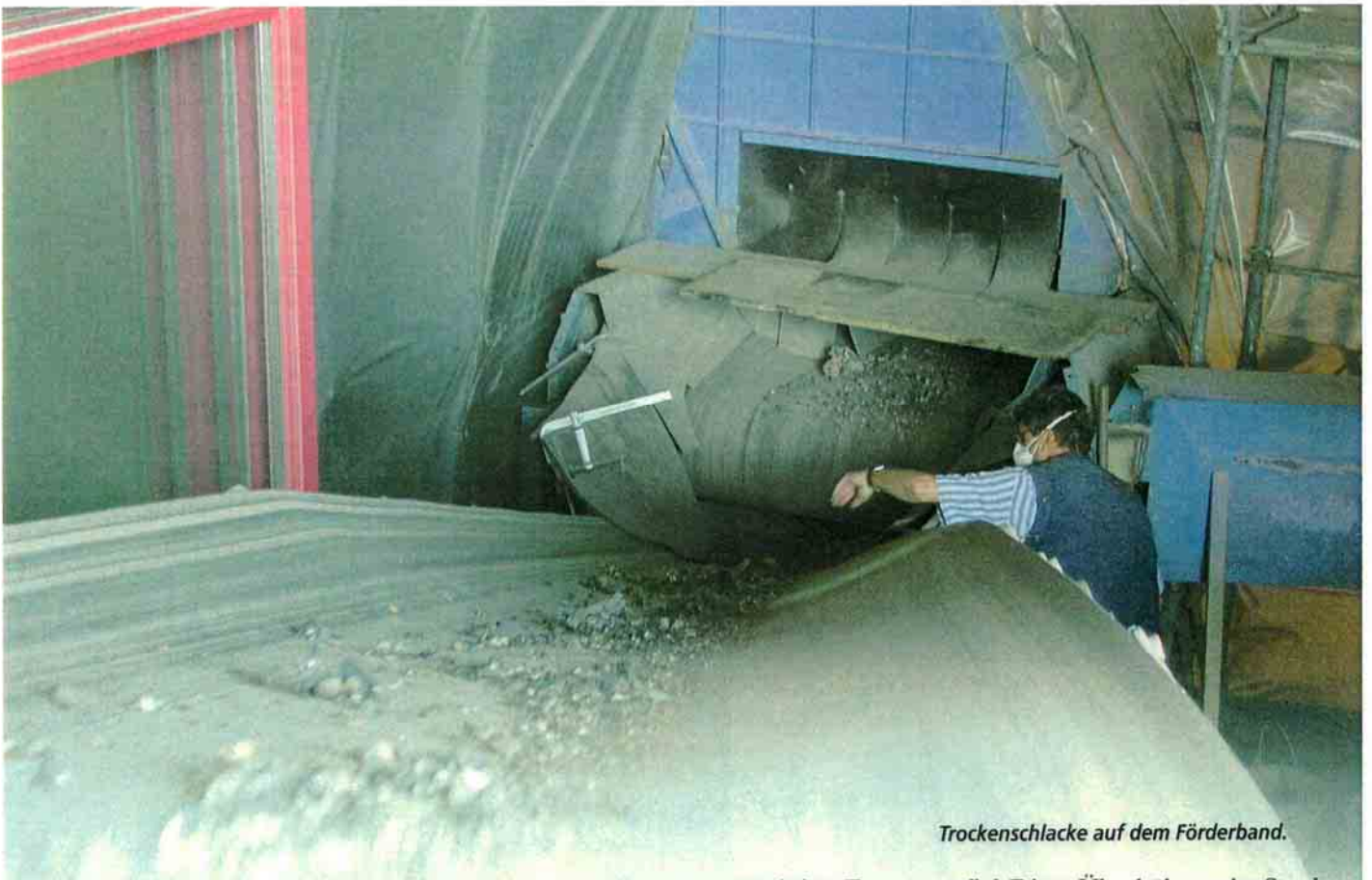


# Trockenaustrag von Kehrichtschlacke

Eine Ofenlinie der Kehrichtverwertung Zürcher Oberland (Kezo) wurde für einen mehrmonatigen Pilotversuch auf Trockenaustrag umgerüstet. Es wurde ein Sieb unter dem Austrag des Entschlackers installiert, welches die trocken ausgetragene Schlacke direkt am Austrag bei zwei Millimeter absiebt. Während dieser Versuchsphase wurde untersucht, ob der Trockenaustrag negative Auswirkungen auf den Ofenbetrieb hatte, und zwar sowohl bei der Feuerführung als auch schlacken- und rauchgasseitig.



Trockenschlacke auf dem Förderband.

VON FRANZ ADAM, DANIEL BÖNI  
UND RAINER BUNGE

**D**er über etwa sechs Monate durchgeführte Trockenaustrag mit anschliessender Aussiebung des Feinanteils kleiner als zwei Millimeter hat gezeigt, dass der trockene Betrieb des Entschlackers weder bei der Entschlackung selbst, noch bei der Feuerführung, noch rauchgasseitig zu Problemen führt. Durch den Entschlacker zog zwar etwa 10 Prozent Falschluff («Tertiärluft») in die Ofenkammer ein. Diese stellte jedoch für die Feuerführung kein Problem dar. Es war sogar zu beobachten, dass durch diese «Tertiärluft» die Schlacke

in der Ausglimmzone und im Entschlacker hervorragend ausglühte und abkühlte.

Die Absiebung der Schlacke bei zwei Millimeter erfolgte ebenfalls ohne grössere technische Schwierigkeiten. Brennende oder glühende Schlacke wurde auf dem Sieb äusserst selten beobachtet. Die Staubbildung am Austrag war signifikant, aber beherrschbar. Die in den Ofen einziehende «Tertiärluft» sorgte zudem dafür, dass ein grosser Teil des Feinstaubes bereits direkt zurück in den Ofen gezogen wurde. Dieser Feinstaub wurde im Elektrofilter abgeschieden. Dies hatte zur Folge, dass etwa 30 bis 50 Prozent mehr Filterasche als bei herkömmlichem Betrieb

anfiel. Diese Überhöhung des Staubanteils hatte aber keinen negativen Effekt auf die Rauchgasreinigung oder auf die Filteraschenwäsche.

## Franz Adam

Leiter Abteilung Abfallwirtschaft und Betriebe, Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft (Awel), Baudirektion des Kantons Zürich.

## Daniel Böni

Geschäftsführer der Kehrichtverwertung Zürcher Oberland (Kezo), Hinwil.

## Prof. Dr. Rainer Bunge

Leiter Institut für Umwelt- und Verfahrenstechnik (Umtec), Hochschule für Technik Rapperswil HSR, Rapperswil.



## **Metallrückgewinnung durch Aufbereitung**

Das trocken ausgetragene Material wurde für Aufbereitungsversuche im grosstechnischen Massstab verwendet. Hierzu wurde die Schlacke per LKW zu grossen Schlackenaufbereitungsanlagen in Holland und Deutschland transportiert, wo Versuche zur Rückgewinnung der in der Schlacke enthaltenen Metallanteile durchgeführt wurden. Die Produkte der Aufbereitung wurden in den Umtec-Labors hinsichtlich der relevanten chemisch/physikalischen Eigenschaften charakterisiert.

Der mit der trocken ausgetragenen Schlacke durchgeführte Pilotversuch «trockenmechanische Aufbereitung» hat gezeigt, dass die Aufbereitung insgesamt wesentlich einfacher ist, als mit nasser Schlacke. Da die trockene Schlacke nicht zusammenklebte und die enthaltenen Metallstücke wesentlich weniger Anbackungen aufwiesen, konnte auf eine Feinzerkleinerungsstufe zur Freilegung von Metallstücken verzichtet werden. So waren auch sehr kleine Metallstücke für die Rückgewinnung zugänglich. Die bei der Aufbereitung erzielte Abscheidung von Metallstücken deckte sich weitestgehend mit den unter Idealbedingungen im Labor ermittelten Anteilen. Das

bedeutet, dass die zurückgewinnbaren Wertstoffe fast vollständig aus der Schlacke entfernt wurden.

### **Qualität der Produkte**

Die Laborversuche haben ergeben, dass die Qualität der trocken ausgetragenen Schlacke durch die Abtrennung des Feinanteils signifikant verbessert wird. Relativ unerwartet hat sich gezeigt, dass die Grobfraction der trocken ausgetragenen Schlacke ein sehr deutlich verbessertes Elutionsverhalten aufweist, obwohl die Schwermetall-Gesamtgehalte nicht sehr viel niedriger sind, als bei einer entsprechend nass ausgetragenen Schlacke.

Die Umtec-Versuchsergebnisse legen die Folgerung nahe, dass in konventioneller nass ausgetragener Schlacke etwa drei Prozent sehr feinkörnige, flugaschenähnliche Anteile enthalten sind. Die Schwermetalle in dieser Fraktion liegen vermutlich vorwiegend als Chloride vor, welche sehr gut wasserlöslich sind. Gerät diese Schlacke in den Nassentschlacker, so lösen sich die Schwermetallchloride auf. Durch Adsorption an Eisenoxide sowie durch die anhaftende Feuchtigkeit geschieht eine Umlagerung der wasserlöslichen Schwermetalle von den ursprünglich sehr feinkörnigen Filteraschefractionen in der Schlacke auf die grobkörnigeren Fraktionen. Daher wird durch

eine nachträgliche Absiebung der nass ausgetragenen Schlacke das Eluat der Grobfraction kaum besser. Bei der trocken ausgetragenen Schlacke wird hingegen durch die Tertiärluft zunächst ein Teil des flugascheähnlichen Feinstkorns zurück in den Ofen gezogen und zusammen mit der Flugasche ausgebracht. Durch die Absiebung bei zwei Millimeter werden die restlichen mit Schwermetallchloriden kontaminierten Feinstkornfraktionen entfernt. Eine Umlagerung der Schwermetalle auf die Grobkornfraktionen wird unterbunden und eine ausserordentlich verbesserte Eluatqualität ist die Folge.

Die Grafik 1 zeigt diese deutlich verbesserten TVA-Eluate für das Element Zink. Der Zinkgehalt im Eluat einer konventionell nass ausgetragenen Schlacke 0 bis 16 Millimeter ist auf 100 Prozent normiert. Die Zinkgehalte der Eluate von drei Korngrößenfraktionen einer trocken ausgetragenen Schlacke liegen deutlich tiefer. Offenbar wird durch die einziehende Tertiärluft der sehr hoch eluierende Anteil an Filteraschenbestandteilen (< 0,1mm) aus der Schlacke entfernt und gerät damit gar nicht in die Fraktion 0 bis 2 Millimeter trocken ausgetragenen Schlacke. Die Fraktionen grösser zwei Millimeter der Trockenschlacke eluieren nur noch etwa ein Fünftel der



## Schlackenaufbereitung

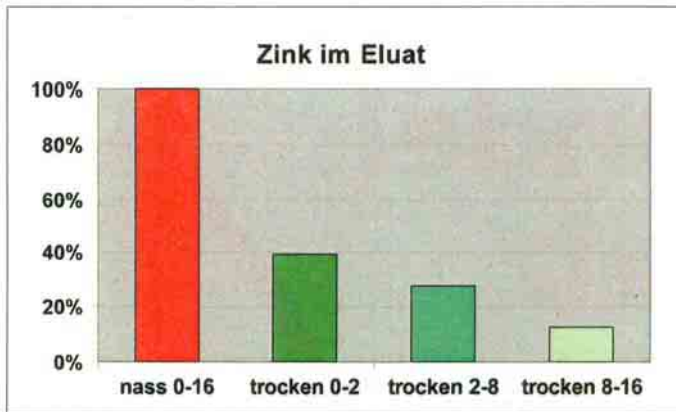
In konventionellen rostgefeuerten Kehrichtverbrennungsanlage (KVA) wird der Verbrennungsrückstand, die Kehrichtschlacke, über einen mit Wasser gefüllten «Nassentschlacker» aus dem Ofen ausgetragen. Der Nassentschlacker erfüllt zwei wichtige Funktionen. Erstens wird die heisse Schlacke abgekühlt. Zweitens wird der Ofenraum luftdicht abgeschlossen. Dies dient zur Vermeidung des Eintrittes von «Falschluff» durch den Entschlacker infolge von Unterdruck in der Brennkammer. Aus Sicht der Schlackenaufbereitung und -deponierung wäre es jedoch wünschenswert, eine Befuchtung der ausgetragenen Schlacke zu verhindern.

Ein Kernteam, bestehend aus der Kehrichtentsorgung Zürcher Oberland (Kezo), dem Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft (Awel) des Kantons Zürich und dem Institut für Umwelt- und Verfahrenstechnik (Umtec) der Hochschule Rapperswil, hat zusammen mit weiteren Partnern aus der Industrie und den Behörden die technische Machbarkeit einer trockenen Entschlackung untersucht. Das Projekt wurde auch durch die Technologieförderung des Bundesamtes für Umwelt finanziell unterstützt.

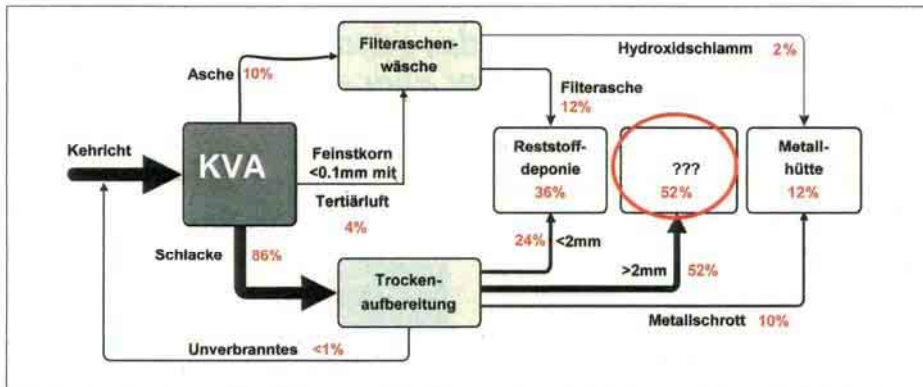
Die Zielsetzung des Projektes bestand darin zu zeigen, dass der trockene Austrag von KVA-Schlacke auch über längere Zeiträume möglich ist, ohne dass dabei Probleme für den Anlagenbetrieb entstehen. Weiterhin sollten die Qualität der Schlacke und deren Aufbereitbarkeit eingehend untersucht werden. Als Grundlage zur Bewertung möglicher Wege zur Ablagerung oder Wiederverwertung der Schlacke sollten die durch die Aufbereitung erhaltenen Produkte chemisch/physikalisch charakterisiert werden.

ren zurück gewonnen werden. Dabei haben die Metalle eine hervorragende Qualität und sind praktisch frei von «Anbackungen». Zurück bleibt ein Grobanteil von 52 Prozent, der punkto TVA-Eluaten eine erheblich bessere Qualität als konventionelle Schlacke aufweist. Unter Leitung des Awel hat sich eine Projektbegleitgruppe formiert, welche die Möglichkeiten zur separaten Ablagerung dieses Materials ausserhalb von Schlackendeponien untersucht. Erste Versuche zur Untersuchung der Qualität von Trocken- und Nassschlacke finden derzeit in einer Mulde statt, die unter freiem Himmel aufgestellt ist und deren Sickerwasser analysiert wird.

Auf Grund der positiven Resultate des Projektes hat sich die Kezo-Leitung entschieden, zunächst eine ihrer Ofenlinien permanent auf trockenen Austrag der Schlacke umzurüsten. Die Trockenschlacke, welche zukünftig bei Kezo produziert wird, soll mittelfristig vor Ort aufbereitet werden.



Grafik 1: Zinkgehalt im sauren TVA-Eluat (Normierung Nassschlacke auf 100%).



Grafik 2: Massenbilanz einer KVA mit Trockenaustrag.

Zinkmenge der Nassschlacke. Während Zink und Kupfer bei nass ausgetragener Schlacke zumeist deutlich oberhalb des Inertstoffgrenzwertes, oftmals sogar oberhalb des Reststoffgrenzwertes eluierten, lagen die Werte bei korrespondierenden trocken ausgetragenen Proben erzielten Eluate viel tiefer und zumeist unterhalb dem Inertstoffgrenzwert.

### Und weiter?

Die Resultate aus dem Projekt zeigen, dass der trockene Austrag von KVA-Schlacke Vorteile und keine gravierenden technischen Probleme mit sich bringt. Durch die in den Ofen einziehende Tertiärluft werden filteraschenähnliche Feinstanteile zurück

in den Ofen gesogen, die Schlacke wird gekühlt und sie brennt hervorragend aus. Die Bilanz einer KVA mit Trockenaustrag könnte gemäss Darstellung in Grafik 2 aussehen (basierend auf Prozessdaten aus Pilotversuchen bei Kezo).

Durch eine Absiebung bei zwei Millimeter in der Trockenaufbereitung wird ein Feinanteil von 24 Prozent erzeugt, der etwa die gleiche Qualität hat, wie konventionell nass ausgetragene Schlacke, und daher in einer Schlackendeponie abgelagert werden kann. Die in der Schlacke enthaltenen rund zehn Prozent Metallanteile können ohne vorgängige Zerkleinerung der Schlacke mit relativ einfachen mechanischen Aufbereitungsverfahren



Beurteilung der Sickerwasserqualität durch einen «Muldenversuch».