

# Metalle aus Müllverbrennungs-Schlacken recyceln

In Müllverbrennungs-Schlacken sind **Metalle** aus dem Prozess nahezu vollständig enthalten und aufkonzentriert. Sie können daraus schon heute mit hohen Raten zurückgewonnen werden. Ob das Ausschöpfen weiterer Recyclingpotenziale in Zukunft wirtschaftlich ist, hängt wesentlich von den internationalen Metallpreisen ab.

Rüdiger Deike, Dominik Ebert, Daniel Schubert, Reza Ulum, Ragnar Warnecke und Martin Vogell

Seit Anfang des Jahres 2011 sinken die Preise von Metallen aufgrund der Entwicklung der Weltwirtschaft mehr oder weniger kontinuierlich. Langfristig hingegen muss eher mit einem Preisanstieg gerechnet werden, da weiterhin ein wachsender Anteil der Weltbevölkerung am Konsum von Rohstoffen beteiligt sein wird. Für rohstoffarme Industrienationen ist es von existenzieller Bedeutung, Strategien [1] zu entwickeln, um zumindest in gewissen Grenzen auf diese Herausforderungen reagieren zu können.

Neben der Substitution bestimmter Rohstoffe kommt dem noch intensiveren Recycling zukünftig eine besondere Rolle zu. Jetzt und in Zukunft können Recyclingverfahren, die es in der Vergangenheit bislang nicht waren, wirtschaftlich sein oder werden.

## Interesse an Sekundärrohstoffen aus Schlacke

Bislang standen bei den Entwicklungen in der Müllverbrennung (MV) die Faktoren Umweltschutz, Energieerzeugung und Verwertung der mineralischen Fraktion in Form der Schlacke im Vordergrund. In jüngster Zeit wächst



So sauber und unversehrt findet sich feiner Kupferdraht in aufbereiteter Schlacke aus Müllverbrennungsanlagen wieder.

das Interesse, Metalle als Sekundärrohstoffe aus MV-Schlacken über das bisherige Maß hinaus zu gewinnen. Mit Metallen können heute schon in einigen industriellen Bereichen, wie zum Beispiel in Gießereien, Elektrostahlwerken oder NE-Metall-Sekundärhütten, nahezu geschlossene Rohstoffkreisläufe realisiert werden.

Die Analyse von Recyclingprozessen zeigt, dass in den Fällen, in denen der Dispersionsgrad der zu rezyklierenden Wertstoffe sehr groß ist, der technische und wirtschaftliche Aufwand zur Rückgewinnung hoch ist. In solchen Fällen ist es besonders wichtig, dass aus den Recyclingprozessen mehrere Produkte gewonnen werden können, um auf diese Weise die spezifischen Kosten reduzieren zu können.

## Verbrennung reinigt und konzentriert

Bei dem an den MV-Anlagen angelieferten Müll handelt es sich um ein Ge-

misch, in dem die metallischen Wertstoffe in unterschiedlichen Abmessungen und in einem relativ hohen Dispersionsgrad vorliegen. Durch den Verbrennungsprozess werden neben der Produktion von Strom und Wärme die Metalle in den Filteraschen und in deutlich größeren Mengen in den Schlacken gesammelt. Dabei reichern sich in der Schlacke größere metallische Gegenstände, wie zum Beispiel Dosen, aber auch sehr feine metallische Partikel, beispielsweise Drahtreste, an. Insbesondere für die kleineren Metallpartikel ist die Tatsache wichtig, dass sie der Verbrennungsprozess von anhaftenden kohlenstoffhaltigen Bestandteilen befreit.

Größere Partikel und Gegenstände aus Eisen und NE-Metallen aus MV-Schlacken abzutrennen, ist heute bereits Stand der Technik. Im Jahr 2009 fielen in Deutschland 4,76 Millionen Tonnen MV-Schlacken an, aus denen 346 000 Tonnen Eisen und 32 000 Tonnen NE-Metalle gewonnen wurden.

Ist-Metall aus Müllfraktion in Rosttasche 87,226 [kg/t,S]

Ist-Metall Recyclingquote 92,3 Prozent

(reine Metalle, um Anhaftung bereinigt)

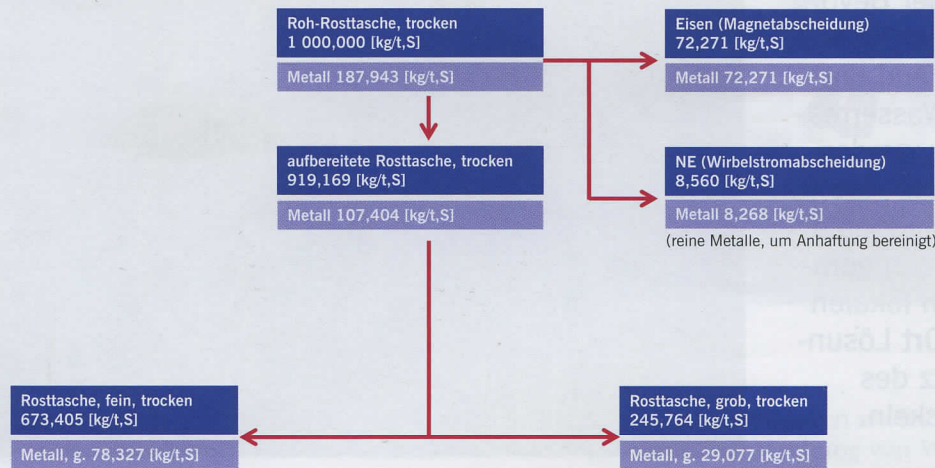


Bild und Grafik: Universität Duisburg-Essen

Metallgehalte von MV-Schlacke und Ist-Recycling-Quote nach dem Stand der Technik. Ausgewählt wurden die Metalle Aluminium, Kupfer, Eisen, Zinn und Zink. (Die Einheit kg/t,S steht für Kilogramm pro Tonne trockener Schlacke).

Um weitere Recyclingpotenziale für Metalle aus der mineralischen Fraktion der MV-Schlacke abschätzen zu können, hat das Institut für Metallurgie und Umformtechnik der Universität Duisburg-Essen in einer Studie die metallischen Komponenten einer frischen MV-Schlacke in den verschiedenen Korngrößenpektren analysiert und charakterisiert. Insbesondere wurden die Metalle in den Korngrößenklassen unter 2 Millimeter untersucht.

### Bilanzierungsmodell der Metallströme

Im Weiteren wurde zur Bewertung der Recyclingpotenziale ein Bilanzierungsmodell erstellt, mit dem die Metallströme in einer Müllverbrennungsanlage und im Verlauf der Aufbereitung der Schlacke erfasst werden können. Auf der Basis diverser Sortieruntersuchungen wurde für die Müllzusammensetzung im Einzugsbereich des Gemeinschaftskraftwerks Schweinfurt ein durchschnittlicher Metalleintrag von 2,34 Prozent ermittelt. Ausgehend von diesem Input, von dem noch rund zehn Prozent nichtmetallische Anhaftungen abgezogen werden

### Literatur

[1] Deike, R.; Ebert, D.; Warnecke, R.; Vogell, M.: Recyclingpotenziale bei Rückständen aus der Müllverbrennung, www.itad.de

müssen, ergibt sich ein theoretischer Metallinhalt von 87,3 Kilogramm pro Tonne trockener Schlacke. Die Metallgehalte in der Kessel- und Filterasche werden bei diesem Näherungswert vernachlässigt.

Im Verlauf einer konventionellen Schlackenaufbereitung gewinnen Magnet- und Wirbelstromtrennverfahren im Mittel aus einer Tonne trockener Schlacke 72,3 Kilogramm Eisen (Grob-, Fein- und Dosenschrott) und 8,3 Kilogramm NE-Mischfraktion, die dem Wertstoffkreislauf über den Schrotthandel wieder zugeführt werden. Setzt man diese recycelte Metallmenge aus Eisen und NE-Metallen in Relation zum durchschnittlichen Metallgehalt im Müll-Input, so ergibt sich bereits heute eine Metall-Recyclingquote von 92,3 Prozent. Wenn nur die im Beispiel in der Grafik ausgewählten fünf Elemente Aluminium, Kupfer, Eisen, Zinn und Zink betrachtet werden, kann auf der Basis von Röntgenfluoreszenzuntersuchungen für die restliche trockene Schlacke ein theoretischer Metallgehalt von 107,4 Kilogramm ermittelt werden.

Diese Angabe ist im ersten Ansatz rein theoretischer Natur, da nicht bekannt ist, wie die Metalle tatsächlich in der mineralischen Fraktion vorliegen. Insbesondere beim Aluminium kann angenommen werden, dass ein Teil in Form von Aluminiumoxid ( $Al_2O_3$ ) Bestandteil der mineralischen Phasen ist.

### Recyclingquote über 100 Prozent rechnerisch denkbar

Unabhängig vom Aluminium ist aus der Grafik zu entnehmen, dass es bei einer Ist-Recyclingquote von 92,3 Prozent in Zukunft durchaus möglich ist, mit einer noch weitergehenden Rückgewinnung von Metallen aus der MV-Schlacke eine Recyclingquote größer 100 Prozent, bezogen auf den durchschnittlichen Metall-Input von 2,34 Prozent (-10 Prozent Anhaftungen) zu erreichen. Dies ist darauf zurückzuführen, dass über die Schlacke, die das Ergebnis eines Aufkonzentrationsprozesses im Verlauf der Müllverbrennung ist, auch Metalle potenziell zurückgewonnen werden können, die in sehr fein verteilter Form vorliegen und sich durch Sortierungen des Mülls, wie sie im Rahmen von Untersuchungen zur Analyse des Metalleintrags durchgeführt werden, nur bedingt erfassen lassen.

Prof. Dr.-Ing. Rüdiger Deike, Dominik Ebert, Daniel Schubert, Reza Ulum, alle Universität Duisburg-Essen, Institut für Metallurgie und Umformtechnik, Duisburg, ruediger.deike@uni-due.de, Dr.-Ing. Ragnar Warnecke, Gemeinschaftskraftwerk Schweinfurt GmbH, Schweinfurt, Dipl.-Ing. Martin Vogell, C.C. Reststoff-Aufbereitung GmbH, Würzburg