

---

# > KVA-Rückstände in der Schweiz

---

*Der Rohstoff mit Mehrwert*

---



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Bundesamt für Umwelt BAFU

# > Sortierung und Ablagerung von KVA-Schlacke

## Stand der Technik aus der Sicht eines Deponiebetreibers

*Beat Walker*

*Deponie Teuftal AG, Salzweid 37, 3202 Frauenkappelen*

*Der Nassaustrag von Schlacke bleibt noch für viele Jahre die meistverwendete Technik in schweizerischen Kehrichtverbrennungsanlagen (KVA). Der Aufsatz beschreibt den heute angewendeten Stand der Technik bei der Aufbereitung und Ablagerung dieser Schlacken. Einführend werden auch die aktuellen gesetzlichen Grundlagen sowie deren Konsequenzen diskutiert. Neben der detaillierten Besprechung der eigentlichen Sortierung von KVA-Schlacken wird auch die notwendige Vorbehandlung der Rohschlacke erörtert. Es werden Hinweise auf andere, in der Deponie Teuftal nicht angewendete Techniken und Verfahren gegeben, die sich aber im Betriebsmassstab auch bewährt haben. Die Ablagerung der Schlacke mit Besprechung der Wasserstoffproblematik ergänzt den Bericht mit Betriebserfahrungen. Zum Abschluss folgt ein möglicher Ansatz zur Definition des Standes der Technik und einiger allgemeiner Betrachtungen.*

*Keywords: Kehrichtverbrennungsanlage, KVA-Schlacke, Sortieranlage, Nichteisen-Metalle, Metallrückgewinnung*

### 1. Einführung

Kehrichtschlacke ist heute in der Schweiz in der überwiegenden Anzahl von Anlagen nach wie vor ein Produkt aus dem Nassaustrag der Rostöfen. Dies trotz ermutigender Ansätze in Richtung Trockenausstrag der Schlacke, welcher in zwei KVA's bereits teilweise realisiert ist, und ganz besonders im Hinblick auf die Wiedergewinnung der Metalle, aber auch in Bezug auf eine zumindest teilweise Verwertung der mineralischen Fraktion, positive Ansätze zeigt.

Als Betreiber einer Sortieranlage für KVA-Schlacke, aber auch als Deponiebetreiber, wird man sich aber noch viele Jahre mit der Entsorgung – bei maximaler Verwertung der metallischen Inhaltstoffe – von Schlacke aus dem Nassaustrag konfrontiert sehen. Die gesamthafte Umstellung der schweizerischen KVA's auf Trockenausstrag wird nicht nur aus wirtschaftlichen, sondern auch wegen verschiedener anderer Probleme (Platzbedarf, existierende Deponielösung etc.) einen langen Zeitraum in Anspruch nehmen. Damit dürfte in der überwiegenden Anzahl der Deponien nass aus-

getragene Schlacke die gesamte noch zur Verfügung stehende Auffüllzeit bestimmen.

Im Folgenden wird Einblick gegeben, wie heute nach dem Stand der Technik KVA-Schlacke aus dem Nassaustrag optimal gelagert, vorbehandelt, sortiert und abgelagert wird.

Seit wenigen Jahren werden auch in KVA's teilweise Sortieranlagen eingesetzt, die neben einer groben Eisenabscheidung eine weitergehende Sortierung auf Nicht-Eisenmetalle beinhalten. Die Schlacken dieser Kehrichtverbrennungsanlagen werden direkt der Ablagerung zugeführt und sind nicht Thema dieser Betrachtung. Recht verbreitet ist in den KVA's aber eine grobe Eisenabscheidung. Diese, aber auch völlig unsortierte Rohschlacken, müssen vom Deponiebetreiber sortiert und anschliessend abgelagert werden.

## 2. Grundlage

Die Aussortierung von Metallen war in der Vergangenheit eine freiwillige Massnahme, welche je nach Betrachtungsweise vom Deponiebetreiber als notwendig, sinnvoll oder auch unnötig angesehen wurde. Bis ca. ins Jahr 2000 beschränkte sich die Sortierung auf eine Eisenabtrennung. Erst mit zur Verfügung stehender Technik können seither auch Nichteisen-Metalle technisch aus der Schlacke aussortiert werden, was bei verschiedenen Betreibern wegen der deutlich verbesserten Wirtschaftlichkeit zu einem Überdenken ihrer Stellungnahme zur Schlackensortierung führte.

### 2.1 Teilrevision TVA-Folgen

Mit der auf den 1. Januar 2010 hin revidierten Technischen Verordnung über Abfälle (TVA) änderte sich die Ausgangslage grundsätzlich, wird doch von Schlacke aus Verbrennungsanlagen verlangt, dass ab dem 1.1.2013 vorgängig einer Ablagerung auf einem Schlackekompartiment, partikuläre Nichteisen-Metalle mit einem Korndurchmesser grösser 2 mm nach dem Stand der Technik zurückgewonnen werden. Mindestens soll dabei der Restgehalt an Nicht-Eisenmetallen in der Schlacke 1,5 Gew.-% nicht überschreiten. Die Fokussierung ändert sich damit grundlegend, indem nicht mehr die Menge aussortierter Metalle im Zentrum des Interesses steht, sondern die Qualität der zur Ablagerung gelangenden Schlacke. Diese Betrachtungsweise ist grundsätzlich ganz im Interesse des Deponiebetreibers aber auch der verantwortlichen Aufsichtsbehörden, wird damit doch die Qualität der Schlackeablagerung nachhaltig verbessert und die Aufwendungen für die Nachsorge reduziert.

## 3. Zwischenlagerung und Behandlung

Rohschlacke, oder nur vom groben Eisen befreite Schlacke aus den Kehrichtverbrennungsanlagen, wird nach kurzer Zwischenlagerung in der KVA zur Deponie transportiert. Der Wassergehalt der angelieferten Schlacke variiert von KVA zu KVA recht gross, da nicht nur unterschiedliche Austragsysteme zum Einsatz kommen, sondern auch die Lagerung bis zum Abtransport unterschiedlich bewerkstelligt wird.

Tiefe Wassergehalte von unter 15% sind ebenso möglich wie hohe bis über 20% gehende Wassergehalte. Besonders negativ beeinflusst wird der Wassergehalt, wenn in der KVA sauer gewaschene Filterasche direkt mit der Rostasche (Schlacke) vermischt wird.

Die KVA-Schlacken werden bei der Anlieferung auf ein Zwischenlager geführt, wo die Schlacken der verschiedenen Lieferanten (KVA's) vermischt zu Längshaufen aufgeschichtet werden. Als praktisch haben sich dabei Haufen zu 1000 bis 1500 Tonnen, die in einer Woche aufgeschichtet werden, ergeben. Die hydraulischen Bindeeigenschaften der Schla-

cken bewirken, dass das Abbinden nach der in der KVA erfolgten «Wässerung» schnell einsetzt, wobei eine erhebliche Wärmebildung entsteht. Diese «interne» Wärmeproduktion führt zusammen mit einer rein statischen Entwässerung zu einer Trocknung der Schlacke. Ohne diese Vortrocknung wäre eine moderne, weitergehende Schlackensortierung nicht durchführbar. Damit die Schlacken bei dieser Trocknung im Zwischenlager nicht zu fest abbinden und sich keine grossen festen Brocken bilden, werden die Haufen regelmässig umgeschichtet. Mit dieser Störung des Abbindens erleichtert man die Sortierung ohne die Trocknung nachteilig zu beeinflussen. Die Zwischenlagerzeit hängt stark von den saisonalen Bedingungen ab. Sind im Sommerhalbjahr 6 Woche ohne weiteres ausreichend, bedarf es im Winterhalbjahr gerne 3 Monate. Daraus ist ersichtlich, dass ein genügend grosser Platz neben der Sortieranlage unabdingbar ist. Nach der Zwischenlagerung wird die vermischte Rohschlacke mit optimal unter 5% Wassergehalt der Sortierung zugeführt. Die Erkenntnis der Notwendigkeit eines Zwischenlagers zeigt gleichzeitig auch die Problematik der ursprünglich einleuchtenden Idee einer unmittelbaren, durchlaufenden Schlackensortierung in der KVA auf.

## 4. Sortierung der KVA-Schlacken

Zur Sortierung von KVA-Schlacken gelangen verschiedenste Verfahrenstechniken zum Einsatz. Die hier beschriebene, in der Deponie Teufal zum Einsatz gelangende Technik, ist absolut repräsentativ für eine moderne weitergehende Sortierung nach dem Stand der Technik, wobei die Anordnung und Verknüpfung der einzelnen Trenn- und Hilfsapparate natürlich ohne weiteres individuell gestaltet werden können. In verschiedenen Entwicklungs- bzw. Ausbaustufen wurden die jeweils technisch zur Verfügung stehenden neuen Trenn- und Sortiermethoden im Laufe der Zeit eingesetzt.

### 4.1 Dosierung/Zerkleinerung

Die Rohschlacke gelangt zuerst in einen Trichter mit Dosieraustrag. Damit wird eine gleichmässige Beschickung aller folgenden Stufen gewährleistet. Aufgrund des rauen Betriebsalltags mit Schlacke haben sich hier Plattenbänder bewährt.

Eine erste dynamische Siebung erfolgt auf einem Rollenrost der bei ca. 25 mm trennt. Das Überkorn wird einem Prallbrecher zugeführt. Alternativ zum horizontalen Prallbrecher können auch vertikale Prallmühlen zum Einsatz kommen.

Die Zerkleinerung im Prallbrecher öffnet nicht nur versinterte Schlackebrocken für die nachfolgende Sortierung, sondern reinigt auch die grossen Metallteile. Mehrheitlich handelt es sich dabei um Inox-Stahl oder auch massive Kupferteile. Grössere Aluteile sind seltener zu finden. All diese Nicht-Eisenmetalle können einfach mit einem Sieb ausge-

schleust werden. Gleichzeitig erfasst werden auch grössere unverbrannte Anteile in der Schlacke die, beispielsweise nach händischer Aussortierung, wieder der KVA zugeführt werden.

#### 4.2 Fe-Abtrennung

Die magnetische Abtrennung der Eisenmetalle geschieht mit Trommel- bzw. Überbandmagneten, die mit Elektromagneten ausgerüstet sind. Mehrfache Eisenabtrennungen im Grobkorn, Feinkorn, sowie im gebrochenen Grobkorn garantieren eine weitgehende sichere Eisenabtrennung und schützen gleichzeitig die nachfolgenden Sortierstufen. Da der Absatz zur Verwertung der Eisenfraktion je nach allgemeiner Wirtschaftslage recht problematisch sein kann, empfiehlt sich eine trockenmechanische Nachreinigung zur Verbesserung der Eisenfraktion.

Interessanterweise sortiert man mit der Fein-Eisenfraktion einen Grossteil der in der Schlacke befindlichen Batterien aus. In dieser Fraktion machen diese ca. 3% aus und repräsentieren die mit der Separatsammlung nicht erfassten Batterien.

#### 4.3 NE-Abtrennung

Vor Abtrennung der Nicht-Eisenmetalle (NE-Metalle) bewährt sich eine weitere Auftrennung d.h. Siebung der zerkleinerten, von Eisen befreiten Schlacke. Die Trennung erfolgt in einen Strom grösser ca. 10 mm der danach direkt einem Wirbelstromabscheider zugeführt wird, und einem Feinanteil kleiner 10 mm, der vor Beschickung eines weiteren Wirbelstromabscheiders unbedingt vom Feinstanteil Schlacke (Schlackemehl) kleiner 2 mm befreit werden sollte.

Zur Abtrennung des Feinanteils (< ca. 10 mm) haben sich so genannte Sternsiebe gut bewährt. Nachteilig bei diesen dynamischen Sieben, wie auch beim Rollenrost, ist der grosse Unterhalts- und Reparaturaufwand. Bei der Abtrennung der Feinstfraktion (< ca. 2 mm) gelangen verschiedene Konstruktionen zum Einsatz. Hauptaugenmerk muss bei der Auswahl auf die Resistenz gegen Verstopfung gelegt werden.

Zur Aussortierung der Nicht-Eisenmetalle gelangen marktübliche Wirbelstromabscheider zum Einsatz, wobei für den Einsatz im Feinkorn speziell dafür ausgelegte Konstruktionen angewendet werden sollten. Nicht-Eisenmetallfraktionen aus der Abtrennung mit Wirbelstromaggregaten weisen typischerweise eine Zusammensetzung wie folgt aus:

- > Anhaftende Schlacke: 20 bis 30%
- > Aluminium: 60 bis 70%
- > Schwermetalle wie Kupfer und seine Legierungen: 5 bis 10%

Obwohl der Wirbelstromabscheider physikalisch nicht in der Lage ist rostfreien Stahl (Inox) auszuscheiden, findet sich immer wieder Inox in dieser Fraktion (Abscheidung we-

gen Auftrieb geeigneter Teile, «Flieger»), welcher vom Abnehmer dieser Fraktion auch abgetrennt und verwertet wird.

#### Vollständige NE-Erfassung / Inox-Abtrennung

Speziell in der Grobfraction grösser 10 mm finden sich nach dem Aussortieren von Nicht-Eisenmetallen im Wirbelstromabscheider immer noch NE-Metalle, die nicht abgetrennt d.h. erfasst wurden.

Gründe dafür sind:

- > Schlackeanhaftungen die das Korn zu schwer für die Abtrennung machen (versinterte Körner)
- > verschmolzene Nichteisenteile mit Eisenanteilen
- > Nichteisen-Metalle die physikalisch vom Wirbelstromabscheider nicht erfasst werden (viele Bestecklegierungen, Edelmetalle, etc.)

Augenscheinlich wird dies z. B. mit einem grossen Aluminiumstück demonstriert, dem unglücklicherweise in der KVA eine Büroklammer eingeschmolzen wurde. So ein Teil kann vom Wirbelstrom trotz seiner Grösse nicht erfasst werden, es fällt in die Schlacke. Deshalb muss der aufbereitete Strom mit Schlacke grösser 10 mm nach der Wirbelstrom NE-Metall Aussortierung noch einmal auf die Gesamtheit aller NE-Metalle sortiert werden.

Seit einigen Jahren ist dies mit Hilfe sensorgestützter Sortieranlagen möglich. Dabei wird die Störung von Magnetresonanzfeldern als Detektionsmittel für Metalle gemessen.

Eine elektronische Auswertung erlaubt verschiedene Auswertungen. Wichtig für die Schlackesortierung ist dabei einzig die Unterscheidung in Eisen bzw. Nicht-Eisenmetalle. So eingestellt können alle im Massenstrom noch verbleibenden NE-Metalle mit grossem Wirkungsgrad aussortiert werden.

Alternativ kann diese Aussortierung der Rest-NE-Metalle bei kleinen Durchsätzen auch von Hand auf Lesebändern erfolgen. Die Personalkosten und der Wirkungsgrad werden aber bald die Automatisierung auch dieses Sortierschrittes rechtfertigen. Bei der automatischen Erfassung der restlichen NE-Metalle mit einer sensorgestützten Sortieranlage ergibt sich zwingend die Problematik, dass eine hohe Wirksamkeit in Bezug auf die Erfassung zwingend die Reinheit der ausgetragenen NE-Metall-Fraktion senkt und umgekehrt. Der Betreiber muss hier einen für ihn optimalen Mittelweg finden. Diese Tatsache wird leider oft vergessen. Sie erfordert deshalb bei einer normalerweise auf den Wirkungsgrad erfolgten Optimierung zwingend eine Nachbehandlung der ausgeschleusten NE-Metall-Fraktion.

Diese Nachbehandlung bzw. Nachreinigung und damit Aufkonzentrierung in verkaufsfähige Metall-Fractionen erfolgt sinnvollerweise in Chargen, die in einem zweiten, leicht modifizierten Durchgang, über die Sortieranlage geschickt werden. Ergänzend dazu können separate Ausbiegungen oder

andere Aggregate, speziell zur Gewinnung reiner Inox-Fraktionen, hilfreich sein. Die so dargestellte Schlackesortierung generiert neben den erläuterten Metallfraktionen eine aufbereitete Schlacke, die nun für eine optimale Ablagerung bereit steht.

## 5. Ablagerung der Schlacke

Gute 90% der angelieferten unsortierten Rohschlacke werden nach Sortierung mit einem deponieinternen Grossdumper zur Ablagerungsstelle auf der Schlackedeponie transportiert. Nicht eingerechnet in diese Gewichtsreduktion ist natürlich die Reduktion des Wassergehalts.

Auf der Deponie werden diese Schlacken nach den Regeln des Erdbaus eingebracht. Zuerst werden Schichten mit ca. 30 cm Stärke aufgezogen und danach mit einem Walzenzug verdichtet. Die Qualität der Verdichtung kann mittels Messung der Bodensteifigkeit während des Walzens erfasst werden und so laufend eine optimale Einbauleistung garantiert werden. Da die Schlacken bereits eine Zwischenlagerzeit von 6 bis 12 Wochen hinter sich haben verzögern sich die definitiven Abbindereaktionen der sortierten Schlacken. Unter der Voraussetzung, dass eine genügend grosse Einbaufläche zur Verfügung steht, stört dies aber nicht.

### 5.1 Dichte der Schlackeablagerung

Da die sortierten Schlackefraktionen der verschiedenen Korngrößen über den gemeinsamen Austrag aus der Sortieranlage vermischt werden, ergeben sich Ablagerungsdichten auf der Deponie von 1,8 bis 2,0 t/m<sup>3</sup>. Gleichzeitig verhindert die Sortierung der Schlacke, dass grosse Metallteile Hohlräume bilden. Mit der vollständigen Sortierung der Schlacken erhöht sich demnach die Ausnützung des Schlackedeponievolumens um ca. 15 bis 20% gegenüber der früher gebräuchlichen direkten Ablagerung von Rohschlacke.

### 5.2 Wasserstoffproblematik

Vor allem bei der bis in die Neunziger Jahre gebräuchlichen gemeinsamen Ablagerung von unbehandelten Filteraschen mit Schlacke, wurden nach einigen Wochen Ablagerung, als Folge der Hydrolyse von Aluminium im basischen Milieu der Schlackeablagerung, erhebliche Temperaturerhöhungen bis 70 Grad Celsius bei gleichzeitig deutlich feststellbarer Wasserstoffproduktion festgestellt. Diese Phänomene treten heute wegen der separaten Ablagerung behandelter Filteraschen in Reststoffdeponien als auch wegen der wirkungsvollen Aussortierung von Aluminium so gut wie nicht mehr auf. Die Temperaturen einer Schlackedeponie bewegen sich in den Jahren nach Ablagerung bei gemessenen 20 bis max. 25 Grad Celsius. Die Problematik der Wasserstoffemissionen hat sich massiv entschärft.

## 6. Qualität der abgelagerten Schlacke

Es gibt zwei Möglichkeiten die Qualität abgelagerter Schlacke zu beurteilen.

### 6.2 Sickerwasser

Im Hinblick auf die Nachsorge, bzw. die notwendigen Aufwendungen in der Nachsorgephase, ist die Zusammensetzung des Sickerwassers von Bedeutung.

Dazu muss festgehalten werden, dass die Belastung des Sickerwassers mit Schwermetallen bedeutungslos ist und dies unabhängig vom Grad der Sortierung. Das Sickerwasser einer Schlackedeponie erfüllt in Bezug auf die Schwermetallgehalte die Anforderungen der Gewässerschutzverordnung für die Einleitung in ein Fließgewässer problemlos. Nachdenklich stimmen dagegen die Gehalte an DOC und Ammonium-Stickstoff. DOC Gehalte in der Größenordnung von 300 mg C/l und Ammonium Stickstoff Gehalte von 80 mg N/l sind absolut repräsentativ für eine heutige Schlackedeponie, lassen sich aber mit einer Sortierung in keiner Art und Weise beeinflussen.

### 6.2 Eluat

Anders dagegen sieht eine Betrachtung der Eluat Werte nach TVA der eingebauten Schlacken aus.

Mit einer einfachen Aussortierung der Nicht-Eisenmetalle (z.B. ein Wirbelstromabscheider in der Grobfraktion) lassen sich die durchschnittlichen Eluat-Gehalte für Kupfer soweit absenken, dass normalerweise die Grenzwerte zur Ablagerung auf einer Reststoffdeponie erfüllt sind. Wenn allerdings auch auf die Zerkleinerungsstufe verzichtet wird, liegen die Werte doch eher über diesen Reststoffdeponie-Grenzwerten. Speziell der Eluat Wert für Kupfer zeigt deutlich an, wie weit die Sortierung fortgeschritten ist. So können mit einer vollständig ausgerüsteten, wie beschriebenen Anlage, Kupfer-Eluat-Werte im Bereich der Inertstoffe erzielt werden. Gerade die sensorgestützte Aussortierung verbackener Metallteile mit Anteilen verschiedener Kupferlegierungen, die separate Aussortierung der NE-Feinanteile grösser 2 mm, zusammen mit der öffnenden Wirkung einer Zerkleinerungsstufe (z. B. Prallbrecher) haben einen sehr positiven Einfluss auf das Eluatverhalten von Kupfer.

## 7. Stand der Technik 2010 und Definition von Mindestanforderungen

Wie unter Pkt. 2 dargelegt, sieht der Gesetzgeber zukünftig zur Beurteilung der Rechtmässigkeit einer Schlackeablagerung den Stand der Technik für die Sortierung vor.

Stand der Technik meint dabei einen fortschrittlichen Entwicklungsstand eines technologischen Verfahrens, das sich in der Praxis bewährt hat und dessen wirtschaftliche

Durchführung gleichzeitig gegeben ist. Letzteres will aber nicht heissen, dass auch eine Sortieranlage mit kleinen Durchsätzen betriebswirtschaftlich Sinn macht. Aus der Sicht eines Betreibers kann eine derartige Vorschrift nur auf minimalen Prozessanforderungen beruhen. Die Art und Weise der technischen Ausgestaltung muss dem Betreiber unbedingt frei gestellt sein. Ein Vorschlag zur Definition derartiger Mindestanforderungen beinhaltet die folgenden Elemente:

- > *Zerkleinerung*: gewährleistet den Aufschluss gesinterter resp. verfestigter Schlackestücke bei gleichzeitiger Offenlegung der Metalle.
- > *Fe-Abscheidung für Teile > 5 mm*: gewährleistet die sinnvolle Rückführung von Eisenteilen ins Recycling. Ermöglicht überhaupt eine NE-Sortierung
- > *NE-Aussortierung (Alu, Cu, Cu-Legierungen)*: gewährleistet die Aussortierung vermarktungsfähiger NE-Metallfraktionen mit guter Reinheit. Vorteilhaft in 2 Stufen (grob/fein) mit Wirbelstromabscheidern.
- > *NE-Aussortierung (Inox, restliche NE-Metalle)*: gewährleistet einen maximalen Wirkungsgrad der NE-Sortierung, bei gleichzeitiger Aussortierung von Inox Stahl. Umsetzung mit Handsortierung bei kleinen Durchsätzen oder sensorgestützter Sortiereinheit.

## 8. Abschliessende und allgemeine Betrachtungen

Erste Sortieranlagen für Nicht-Eisenmetalle waren zur Aussortierung von NE-Metallen grösser ca. 6 mm ausgelegt. Erst später setzte sich die Meinung durch, dass in der Feinfraktion kleiner 6 mm ganz wesentliche Anteile an NE-Metallen vorliegen.

Mit kleiner werdendem Durchmesser der aussortierten NE-Teile erhöht sich aber – ganz speziell beim Nassaustrag der Schlacke – der Anteil oxidierten Metalls. Dies hat zur Folge, dass sich beim Aufarbeiten der aussortierten NE-Metallfraktion, d. h. beim Erhitzen und Giessen von neuen Barren, mit kleinerem Durchmesser der Einzelteile immer kleinere Ausbeuten an reinem Metall einstellen.

Bei einem Korndurchmesser im Bereich 2 mm und kleiner ist in der Giesserei daher ein beinahe vollständiger «Feuerverlust» feststellbar. Die Aussortierung derartiger Teile macht deshalb nicht nur aus wirtschaftlicher Sicht keinen Sinn, sie führt auch nicht zu einer verbesserten Metallrückgewinnung. Für den Trockenausstrag liegen die Grenzen der Teilegrösse einer sinnvollen Aussortierung von NE-Metallen tiefer.

Kupfer liegt in der Kehrichtschlacke oft in Form von Spulen mit Eisenkernen vor. Diese werden in einer Sortieranlage wie beschrieben im Wesentlichen magnetisch abgetrennt d. h. dem Eisenschrott zugeführt. Im Eisenschrott ist Kupfer

ausserordentlich unerwünscht, wo hingegen das reine Kupfer sehr gesucht wäre.

Die Aussortierung derartiger Spulen aus dem Eisenschrott ist bis heute nur von Hand möglich. Die Auftrennung in Kupfer und Eisen ist aufwändig und nur bei grossen Mengen wirtschaftlich durchführbar. Auch bei Schlacke-Sortieranlagen mit Auslastungen um 50 000 t/Jahr ist diese zusätzlich Trennung wirtschaftlich nicht machbar. Wenn einmal eine Sortiertechnik für Spulen vorliegt, wäre eine zentrale Aufbereitung in Kupfer und Eisen z. B. bei einem Shredderwerk ein möglicher Ansatz.

Abschliessend noch einige Überlegungen zur Wirtschaftlichkeit. Verschiedentlich wurden schon Ansätze zur Berechnungen der Wirtschaftlichkeit einer Schlackesortierung vorgenommen.

Es ist fast unnötig zu erwähnen, dass die Marktwerte der Metalle dabei eine dominante Rolle spielen. Trotz allem ergibt eine auf vernünftigen Annahmen basierende Berechnung mit einer Sortieranlage genügender Grösse einen Gewinn je Tonne Schlacke. Grundsätzlich besteht in der Schweiz für die Entsorgung von Kehrichtschlacke ein freier Markt. Verschiedene KVA's nutzen diesen Umstand in dem sie diese Leistungen öffentlich ausschreiben und so ihre Unkosten minimieren. Andere haben bilaterale Lösungen mit Entsorgern die dann z. B. Gegenlieferung von Siedlungsabfällen beinhalten.

In jedem Fall ist der Betreiber einer Sortieranlage bzw. einer Deponie zwingend darauf angewiesen, nicht nur die Gesetzeskonformität seiner Tätigkeit sondern auch die Wirtschaftlichkeit nachweisen zu können. Bei genügender Kapazität verbilligen sich zwingend die Gesamtkosten Sortierung und Ablagerung. Mit immer höheren Anforderungen an die Sortierung, bzw. die Qualität der abzulagernden Schlacke, stellt sich zusehends bei kleinen Auslastungen die Frage, ob dies wirtschaftlich noch vertretbar sei. Grobe Vorsortierung in Kleinanlagen, oder bei der KVA, mit Aufarbeitung metallreicher Fraktionen auf grösseren Anlagen kann hier ein Lösungsansatz sein.

Eine überregionale Planung drängt sich auch bei der Schlackesortierung zur Optimierung der gesamten Wirtschaftlichkeit auf. Wer dem Denken in Kantonsgrenzen huldigt, wird aber zweifellos auch hier – unter Inkaufnahme von übersetzten Entsorgungskosten für Schlacke und damit für Siedlungsabfälle – um Marktgesetze und/oder interkantonale Kooperation herumkommen. Der vorliegende Artikel befasst sich aber «nur» mit dem Stand der Technik bei der Sortierung und Ablagerung von KVA-Schlacken und nicht mit dem weiten Feld des schweizerischen Deponiemarktes.