

Datengrundlagen und Bewertung von Schlackenanalysen

Michael Oberdörfer

1.	Datengrundlagen zur Qualität von Schlacken und Aschen	65
2.	Bewertung von Schlacken und Aschen	68
2.1.	Verwertung im Rahmen der Ersatzbaustoff-Verordnung	68
2.2.	Abfallrechtliche Bewertung der Gefährlichkeit	72
3.	Zusammenfassung	74
4.	Quellen	75

1. Datengrundlagen zur Qualität von Schlacken und Aschen

Im Zusammenhang mit der schon seit einigen Jahren andauernden Diskussion um die Mantel-Verordnung werden Ergebnisse der sehr umfangreichen wissenschaftlichen Untersuchungen an vielfältigen mineralischen Ersatzbaustoffen (MEB) thematisiert. Auf Basis der Analysendaten sowie den der Ersatzbaustoff-Verordnung zu Grunde liegenden Annahmen wurden für die einzelnen MEB Materialwerte abgeleitet. Diskutiert werden vor allem die befürchteten Auswirkungen der vorgeschlagenen Regelungen, meist nicht die diesen Regelungen zu Grunde liegenden Analysendaten. Das wäre auch nicht ganz einfach: denn Analysen zu Schlacken und Aschen, dem Thema dieser Konferenz, sind nicht so ohne weiteres verfügbar.

In einzelnen Fällen werden Schlacken aus bestimmten Produktionsprozessen von den Behörden als Produkt anerkannt. Schon für Abfälle zur Verwertung ist es für Behörden nicht einfach, Analysendaten zu erhalten, bei Produkten ist das noch einmal schwieriger. Wären die betreffenden Schlacken als gefährlicher Abfall eingestuft, so könnte eine wissenschaftlich arbeitende Landesbehörde wie das LANUV NRW über die Deklarationsanalyse Informationen zur Zusammensetzung erhalten. Hier reden wir jedoch über Schlacken und Aschen, die einer Verwertung zugeführt werden sollen. Analysen dieser Materialien liegen selbstverständlich den jeweiligen Erzeugern vor, diese geben meist jedoch Analysendaten zu Einzelproben nicht weiter. Wenn überhaupt Angaben zur Zusammensetzung dieser Materialien gemacht werden, sind das oft nur statistische Angaben zu mehreren Proben, d.h. Angaben von Minimum, Maximum, Mittelwert, Median, evtl. noch ein 80. oder 90. Perzentil.

Im Rahmen konkreter Bauprojekte mit einem Einsatz von Schlacken und Aschen sollten den jeweiligen Genehmigungsbehörden Analysen der Ersatzbaustoffe vorliegen. Diese Informationen werden jedoch nicht systematisch gesammelt und zentral verwaltet. Das LANUV NRW steht somit, wie viele vergleichbare Landesverwaltungen, vor dem

Problem, dass einerseits Fragen der Abfallbewertung sowie der Verwertung von MEB bearbeitet werden müssen, andererseits als wichtige Informationsquelle Analysen von Einzelproben nur begrenzt vorliegen. Denn nur mit Hilfe von Analysendaten zu Einzelproben können eigenständige Fragestellungen bearbeitet werden. Mit statistischen Kenndaten zu Probenkollektiven ist dies nur eingeschränkt möglich.

Im LANUV NRW wird immerhin seit vielen Jahren die Abfallanalysendatenbank ABANDA betrieben und fortentwickelt. In ABANDA liegen derzeit rund 50.000 Analysen zu Abfällen sowie weitere 2.000 Analysen zu Produkten vor. Die wichtigste Informationsquelle für in ABANDA gespeicherte Daten sind die für das Nachweisverfahren erstellten Deklarationsanalysen, die für NRW systematisch ausgewertet werden. Weitere wichtige Informationsquellen sind von anderen Behörden zur Verfügung gestellte Analysen, die im Rahmen der Anlagenüberwachung erstellt wurden, sowie Angaben in der Literatur. Bezogen auf MEB sind in ABANDA die wichtigsten Informationsquellen Landesbehörden anderer Bundesländer sowie einzelne Abfallerzeuger.

In ABANDA sind die Analysendaten in erster Linie anhand der Abfallschlüssel geordnet. Insbesondere bei MEB ist dies oft zu grob, daher muss eine feinere Differenzierung der einzelnen Abfallschlüssel vorgenommen werden. Beispielsweise reicht in der Abfallgruppe 10 02 (Abfälle aus der Eisen- und Stahlindustrie) die Zuordnung des Schlüssels 10 02 02 (unbearbeitete Schlacke) nicht aus, um Stahlwerkschlacke hinreichend zu charakterisieren. Hier ist es sinnvoll, zwischen Hochofenstückschlacke, Hüttensand, LD-Schlacke, Elektroofenschlacke und Edelstahlschlacke zu differenzieren. Diese Materialien resultieren aus jeweils unterschiedlichen Prozessen und weisen sehr verschiedene Eigenschaften auf.

Der große Vorteil der in ABANDA abgespeicherten Analysendaten ist deren öffentliche Verfügbarkeit über die Informationsplattform Abfallbewertung IPA (www.abfallbewertung.org). Auf der allgemein zugänglichen Internetseite ohne Benutzerkennung und Passwort können u.a. für einzelne Abfallschlüssel statistische Auswertungen aus dem Datenbestand abgerufen werden. Insbesondere Behörden können beim LANUV eine Benutzerkennung und Passwort erhalten und damit besteht die Möglichkeit, einzelne Datensätze der Datenbank auszuwählen.

Die oben dargestellten Sachverhalte sollen als Erklärung genügen, warum in ABANDA zu Schlacken und Aschen nicht mehr als die in Tabelle 1 angegebenen 881 Datensätze vorliegen. Zu weiteren MEB (Gießereirestsande, Gleisschotter, Recycling-Baustoffe, Bodenmaterialien) gibt es in ABANDA teilweise deutlich mehr Proben, diese Materialien sind jedoch nicht Gegenstand dieser Konferenz.

2008 veröffentlichte das Umweltbundesamt eine Studie des Öko-Instituts [1], in der für die zum damaligen Zeitpunkt diskutierten MEB der Ersatzbaustoff-Verordnung Informationen zusammen getragen wurden. Diese Studie stellt für die Öffentlichkeit eine wichtige Informationsquelle zur Qualität von MEB dar. Eine der in der Studie ausgewerteten Quellen zur Qualität der einzelnen MEB war dabei ABANDA. Daneben wurden durch die Gutachter aber noch zusätzliche Informationen bei den Erzeugern dieser Materialien eingeholt. Charakteristisch ist dabei, dass auf diesem Weg keine Datensätze einzelner Analysen zu erhalten waren, sondern ausschließlich statistische

Kenngrößen (Minimum, Maximum, usw.) größerer Datensätze. Für Hausmüllverbrennungsaschen, Hüttensande und RC-Baustoffe wurden eigene Analysen durchgeführt und die Daten veröffentlicht. Besonders interessant ist dabei, dass neben den Feststoffgehalten sowohl 2:1- als auch 10:1-Eluate analysiert wurden.

Kürzel	Bezeichnung	Anzahl Proben ABANDA
HOS	Hochofenstückschlacke	28
HS	Hüttensand	2
SWS	Stahlwerkschlacke, undifferenziert	30
- LDS	- LD-Schlacke	32
- EOS	- Elektroofenschlacke	10
EDS	Edelstahlschlacke	5
GKOS	Gießerei-Kupolofenschlacke	33
CUM	Kupferhüttenmaterial	11
SKG	Schmelzkammergranulat aus der Schmelzfeuerung von Steinkohle	28
SKA	Steinkohlenkesselasche	101
SFA	Steinkohlenflugasche	261
BFA	Braunkohlenflugasche	1
HMVA	Hausmüllverbrennungsasche	339
	Summe	881

Tabelle 1:

In ABANDA gespeicherte Probenanzahl für verschiedene Schlacken und Aschen

Im Rahmen der Arbeiten zur Vorbereitung der Mantel-Verordnung wurden umfangreiche Untersuchungen der zu regelnden MEB durchgeführt. Über 700 Proben wurden analysiert. Der größte Teil der Untersuchungen wurde durch die Industrie beauftragt, nur ein geringer Anteil vom BMU. Analysendaten wurden veröffentlicht [2], wenn auch keine Informationen zu einzelnen Proben, sondern nur statistische Daten. Mit solchen Angaben können natürlich eigene Fragestellungen nur sehr begrenzt bearbeitet werden. Sämtliche Bewertungsgrundlagen zur Festlegung der Materialwerte für die Ersatzbaustoffverordnung sind öffentlich zugänglich, auch wenn dies nur statistische Kennwerte betrifft. Einzelanalysendaten sind für die Festlegung von Materialwerten für die Ersatzbaustoffverordnung irrelevant.

Zusammenfassend ist somit festzustellen, dass einerseits seit mehreren Jahren viele Beteiligte über die Ersatzbaustoff-Verordnung diskutieren. Konkrete Kenntnisse zur Qualität der in der Verordnung geregelten MEB liegen jedoch nur wenigen Eingeweihten vor. Die Erzeuger kennen natürlich ihre eigenen Materialien, einen Überblick über die Qualität unterschiedlicher MEB haben jedoch nur einzelne Personen. Damit die Diskussion um die Ersatzbaustoff-Verordnung ein wenig transparenter wird ist es wünschenswert, dass möglichst viele Untersuchungsergebnisse allen Interessierten zur Verfügung gestellt werden. In ABANDA könnten Analysendaten zu Einzelproben, ggf. auch anonymisiert, eingestellt und veröffentlicht werden.

2. Bewertung von Schlacken und Aschen

Im Folgenden werde ich kurz auf zwei mögliche Ziele einer Bewertung von Schlacken und Aschen eingehen. Da ist zum Einen die Notwendigkeit, im Rahmen von Baumaßnahmen, die durch die Ersatzbaustoff-Verordnung geregelt werden, die jeweilige Verwertungsmaßnahme zu bewerten. Und als zweiten Punkt möchte ich die Bewertung von Schlacken und Aschen hinsichtlich möglicher gefährlicher Eigenschaften diskutieren.

2.1. Verwertung im Rahmen der Ersatzbaustoff-Verordnung

Sicherlich ein wichtiger Grund dafür, warum auch noch sechs Jahre nach dem ersten Entwurf eine Verabschiedung der Ersatzbaustoff-Verordnung in den Sternen steht, ist, dass als Grundlage der Bewertung ein neues Elutionsverfahren gewählt wurde. Im Abfallbereich hat sich über viele Jahre als Standard für die Bewertung einer möglichen Grundwassergefährdung durch feste Baustoffe das 10:1 Schüttelverfahren etabliert. Es wurden auf Basis der mit diesem Verfahren erzeugten Eluate Bewertungsmaßstäbe und Grenzwerte abgeleitet. Wissenschaftlich begründet war das Elutionsverfahren nicht, dafür aber einfach und weit verbreitet. Und dann wird im Rahmen eines groß angelegten Forschungsprojektes mit vielen Beteiligten die 10:1-Elution wissenschaftlich überprüft und festgestellt, dass eine Säulenelution mit einem Wasser-Feststoffverhältnis von 2:1 realitätsnähere Ergebnisse liefert. Bei der 10:1-Elution treten insbesondere häufig Fehlbefunde aufgrund der stärkeren Verdünnung auf. Die Basis für die Bewertung von in technischen Bauwerken eingesetzten Ersatzbaustoffen war damit erschüttert. Eine Revolution! Da es bei den MEB um sehr relevante Massenströme geht und damit vielfältige wirtschaftliche Interessen betroffen sind war es verständlich, dass sich der Beifall zunächst in Grenzen hielt. Aufgrund der starken Widerstände gegenüber dem Perkolationstest wurde untersucht, inwiefern sich mit einer 2:1-Schüttelelution vergleichbare Resultate ergeben. Die Ergebnisse waren anscheinend zufriedenstellend, so dass nun im letzten Entwurf der Ersatzbaustoff-Verordnung neben dem Perkolationsverfahren auch die 2:1-Schüttelelution rechtlich akzeptiert wird.

Doch auch mit der 2:1-Schüttelelution bleibt der grundsätzliche Knackpunkt, dass die mit dem neuen Verfahren erzeugten Analysenwerte nicht kompatibel zu dem bestehenden Zahlengebäude auf Basis der 10:1-Schüttelelution sind. Nun wurde versucht, das Unmögliche möglich zu machen, nämlich eine Umrechnung von 2:1 auf 10:1. Auf wissenschaftlicher Basis war dies nicht möglich. Man nahm die Ratsentscheidung 2003/33/EG zur Festlegung von Kriterien und Verfahren für die Annahme von Abfällen auf Abfallegebietern von 2002 zur Hilfe. In dieser Entscheidung sind mehrere Tabellen vorhanden, in denen Eluatgrenzwerte für unterschiedliche Deponietypen festgelegt werden. Dabei wurden Zahlenwerte für 2:1-Schütteleluate, 10:1-Schütteleluate und für ein Perkolat nebeneinander angegeben. Für jeden Parameter wurden nun die Zahlenwerte der beiden Spalten für die Schüttelelution mit einander dividiert und man erhielt, nach Einfügen eines Faktors 1,5, Umrechnungsfaktoren. Damit soll es nun möglich sein, Analysenergebnisse aus 2:1-Schütteleluaten mehr oder weniger

gut in Werte für 10:1-Schütteleluate umzurechnen. Betont werden muss an dieser Stelle, dass eine Verwendung der Umrechnungsfaktoren für die Umrechnung von 10:1-Werten auf 2:1-Werte nicht zulässig ist und zu falschen Ergebnissen führt. Mit Hilfe von in ABANDA gespeicherten Analysenergebnissen wurde überprüft, ob diese Umrechnungsfaktoren plausible Ergebnisse liefern. Und obwohl die wissenschaftliche Basis dieser Umrechnungsfaktoren dünn ist, scheinen die umgerechneten Werte doch plausibel zu sein (nur für den Fall der Umrechnung von 2:1 auf 10:1).

Ziel der Einführung der Umrechnungsfaktoren im letzten Entwurf der Mantelverordnung war, die Durchführung von doppelten Analysen zu vermeiden: Ein Material soll als Ersatzbaustoff verwertet werden. Daher werden gem. Ersatzbaustoffverordnung 2:1 Eluate erstellt und die jeweiligen Materialwerte analytisch bestimmt. Falls nun für dieses Material die Verwertung im Rahmen der Ersatzbaustoffverordnung nicht möglich ist, sondern nur eine Deponierung übrig bleibt, muss eine Analytik gemäß Deponieverordnung durchgeführt werden. Dies bedeutet die Erstellung eines 10:1-Eluates sowie die Bestimmung von deutlich mehr Analysenparametern. Bisher wurde von Seiten einiger Behörden der Standpunkt vertreten, dass der volle Umfang der nach Deponieverordnung zu untersuchenden Parameter zu bestimmen sei. Dies ignoriert jedoch die wissenschaftlichen Untersuchungen, die von Susset und Leuchs [3] durchgeführt wurden. Für die Ersatzbaustoffe wurden umfangreiche Untersuchungen vieler Parameter durchgeführt. Es wurden jedoch nur für diejenigen Parameter Materialwerte festgelegt, die unter Aspekten des Grundwasserschutzes kritisch sein könnten, d.h. für die ein Überschreiten der Materialwerte als möglich angesehen wird. Alle nicht explizit mit Materialwerten belegten Parameter sind im jeweiligen Ersatzbaustoff aus Sicht des Grundwasserschutzes irrelevant. Das damit festgelegte Schutzniveau müsste für Deponien vollkommen ausreichen.

In den letzten Monaten gibt es diesbezüglich den sehr konstruktiven Vorschlag, die durch die Ersatzbaustoffverordnung festgelegten Materialwerte als Schlüsselparameter gemäß Deponieverordnung zu akzeptieren, die damit den jeweiligen Abfall grundlegend charakterisieren. Eine über diese Schlüsselparameter hinausgehende Analytik wäre somit nicht notwendig.

Bei der Ableitung der im Entwurf von Artikel 3 der Mantelverordnung definierten Umrechnungsfaktoren wurde per Konvention ein Faktor 1,5 eingeführt. Als Begründung wurde angegeben, dass bei den Eluaten nach Ersatzbaustoffverordnung ein Größtkorn von 32 mm zulässig sei, dass bei den Werten der EU-Ratsentscheidung 2003/33/EG hingegen eine Korngröße von 4 mm zu Grunde gelegt wurde. Ein kleineres Größtkorn ergebe eine insgesamt in der Probe vorhandene größere Oberfläche, was zu höheren Auslaugraten führe, wird in der Begründung zu Artikel 3 der Mantelverordnung angegeben.

Diese Begründung wird als unplausibel angesehen. Wenn die Materialwerte der Ersatzbaustoffverordnung mit den genannten Umrechnungsfaktoren auf 10:1-Eluatwerte gemäß Deponieverordnung umgerechnet werden ergeben sich daher teilweise auch unplausible Ergebnisse.

Tabelle 2: Ergebnisse der Anwendung der Umrechnungsfaktoren auf die Materialwerte; Angabe der niedrigsten möglichen Deponieklasse und der jeweiligen kritischen Parameter; Gegenüberstellung der Ergebnisse mit den Umrechnungsfaktoren gem. Artikel 3 MantelV zu Umrechnungsfaktoren, bei denen der Faktor 1,5 eliminiert wurde

Ersatzbaustoff	Qualität	Kritische Parameter	Niedrigste mögliche DK, Entwurf BMU	Niedrigste mögliche DK, Umrechnungsfaktor/1,5
Hochfenstückschlacke	HOS-1	Sulfat	1	1
Hochfenstückschlacke	HOS-2	Sulfat	3	1
Hüttensand	HS	Sulfat	1	0
Stahlwerksschlacke	SWS-1	Cr ges.	1	1
Stahlwerksschlacke	SWS-2	Cr ges., Mo, F	1	1
Stahlwerksschlacke	SWS-3	Mo	2	2
Edelstahlschlacke	EDS-1	Sulfat, Cr ges.	1	1
Edelstahlschlacke	EDS-2	Sulfat, Cr ges., Mo, F	1	1
Edelstahlschlacke	EDS-3	Mo	3	2
Gießerei-Kupolofenschlacke	GKOS	Pb, Cr ges.	1	1
Kupferhüttenmaterial	CUM-1	Mo, Sb	1	1
Kupferhüttenmaterial	CUM-2	Mo, Sb	1	1
Kupferhüttenmaterial	CUM-3	Sb	2	2
Gießereirestsand	GRS-1	F	2	1
Gießereirestsand	GRS-2	DOC, F	-	3
Schmelzkammergranulat	SKG	-	0	0
Steinkohlenkesselasche	SKA	Sulfat, Mo	1	1
Steinkohlenflugasche	SFA	Mo	-	3
Braunkohlenflugasche	BFA	Sulfat, Cr ges., Mo	1	1
Hausmüllverbrennungssasche	HMVA-1	Cr ges., Sb	2	2
Hausmüllverbrennungssasche	HMVA-2	Sb	3	3
Recycling-Baustoffe	RC-1	Sulfat, Cr ges.	1	1
Recycling-Baustoffe	RC-2	Cr ges.	2	1
Recycling-Baustoffe	RC-3	Sulfat	3	1

Die in Tabelle 2 dargestellten Ergebnisse der Berechnungen zeigen, dass beispielsweise Gießereirestsande GRS-2 sowie Steinkohlenflugasche SFA nach Ersatzbaustoffverordnung verwertet werden dürften, jedoch aufgrund von Überschreitungen der Parameter DOC und Fluorid (GRS-2) bzw. Molybdän (SFA) noch nicht einmal auf einer DK-III-Deponie abgelagert werden dürften. Bei einem Verzicht auf den Faktor 1,5 resultiert die Feststellung, dass nun alle nach Ersatzbaustoffverordnung zulässigen Materialien auch auf oberirdischen Deponien ablagerungsfähig sind.

Die Kritik am Faktor 1,5 wird auch ein wenig gestützt, wenn man die wenigen 2008 vom UBA [1] publizierten öffentlich verfügbaren Analysendaten einzelner Proben von Ersatzbaustoffen untersucht. Es wurden insgesamt 68 Proben von 50 RC-Baustoffen,

16 Hausmüllverbrennungsaschen sowie von 2 Hüttensanden analysiert. Es wurden Feststoffwerte sowie Eluatwerte aus 2:1-Versuchen und aus 10:1-Versuchen publiziert. Bei den Eluatwerten ist ein Ermitteln von Umrechnungsfaktoren für die untersuchten Schwermetalle nicht möglich, da sehr viele Analysenwerte unterhalb der Bestimmungsgrenze lagen. Für die Parameter Sulfat, Chlorid sowie DOC liegen jedoch 68 Datensätze vor und eine Berechnung von Umrechnungsfaktoren ist somit sinnvoll möglich. Es wurden einmal die Umrechnungsfaktoren nur für die 50 RC-Baustoffe und einmal für alle 68 Proben berechnet.

	Sulfat	Chlorid	DOC
MantelV Artikel 3	0,60	0,45	0,63
50 RC	0,46	0,33	0,52
50 RC, 16 HMVA, 2 HS	0,43	0,30	0,52

Tabelle 3:

Umrechnungsfaktoren für Sulfat, Chlorid und DOC

Die auf Basis der vom UBA für RC-Baustoffe und Hausmüllverbrennungsaschen publizierten 68 Datensätze als Mittelwerte berechneten Umrechnungsfaktoren liegen deutlich unterhalb der in Artikel 3 der Mantelverordnung angegebenen Werte. Die nur für die 50 RC-Baustoffe berechneten Werte liegen sehr eng bei den für die insgesamt 68 Proben berechneten Werte. Diese Ergebnisse deuten darauf hin, dass eine gründliche wissenschaftliche Untersuchung der Umrechnungsfaktoren für die unterschiedlichen Ersatzbaustoffe notwendig ist. Solch ein F&E-Vorhaben sollte baldmöglichst initiiert werden, um über eine besser begründete Basis für die Anwendung von Umrechnungsfaktoren zu verfügen.

In der Diskussion um die Ersatzbaustoffverordnung wird neben den beiden o.g. Problemfeldern seit Kurzem die mögliche Einführung von Feststoffgrenzwerten für Ersatzbaustoffe vorgebracht. Die Eluatgrenzwerte basieren im Wesentlichen auf den Anforderungen des Grundwasserschutzes. Feststoffgrenzwerte werden gefordert, um einer Anreicherung von Schadstoffen im Wertstoffkreislauf vorzubeugen. Zusätzlich wird besorgt, dass bei in technischen Bauwerken eingebauten Ersatzbaustoffen eine Belastung von Menschen möglich sei, bspw. in Folge von Staubemissionen bei Reparaturarbeiten. Daher wird diskutiert, die doppelten der in der Bundes-Bodenschutzverordnung für Lehm/Schluff definierten Vorsorgewerte als Grenzwerte anzusetzen.

Für RC-Baustoffe und Bodenmaterialien könnte es sinnvoll sein, ggf. Feststoffgrenzwerte festzuschreiben. Diese Materialien stammen nicht aus bestimmten definierten Prozessen und können somit ein weites Belastungsspektrum aufweisen. Für Schlacken und Aschen werden solche Feststoffgrenzwerte nicht als sinnvoll angesehen. Die Feststoffgehalte sind im Wesentlichen bekannt. Zielführend könnte es sein, bestimmte Bauweisen nicht zuzulassen, bei denen eine Belastung von Menschen besonders wahrscheinlich ist. Grundsätzlich ist jedoch bei der Diskussion um Feststoffgrenzwerte kritisch anzumerken, dass damit die Verfügbarkeit von Schadstoffen nicht berücksichtigt wird. Feststoffgehalte werden aus mit Königswasser aufgeschlossenen Proben

gewonnen. Damit werden sowohl leicht als auch extrem schwer lösliche Verbindungen erfasst. Ein in einer glasigen Matrix eingebautes Schwermetall kann damit als problematisch eingestuft werden, obwohl keinerlei biologische Verfügbarkeit gegeben ist.

2.2. Abfallrechtliche Bewertung der Gefährlichkeit

Die abfallrechtliche Bewertung der Gefährlichkeit von Abfällen beruht auf §3 Abfallverzeichnisverordnung (AVV). In der AVV wird Bezug auf das Chemikalienrecht genommen und es wurden für bestimmte gefahrenrelevante Eigenschaften Grenzwerte festgelegt. Diese Grenzwerte entsprechen teilweise nicht mehr dem aktuellen Stand des Chemikalienrechtes, d.h. der CLP-Verordnung 286/2011, sind jedoch weiterhin verbindlich anzuwenden.

Für die hier diskutierten Schlacken und Aschen wird auf die mögliche Problematik des Gehaltes an Freikalk aufmerksam gemacht. Freikalk ist sog. ungelöschter Kalk CaO , der in Kontakt mit Wasser reagieren und zu sehr alkalischen Lösungen führen kann. Diese Eigenschaft wird durch den R-Satz R41 *Gefahr ernster Augenschäden* beschrieben. Der R-Satz ist der gefahrenrelevanten Eigenschaft H4 *Reizend* zuzuordnen. Entsprechend den in der AVV definierten Grenzwerten trifft H4 ab einem Gehalt von zehn Prozent Freikalk im Abfall zu, d.h. der Abfall ist als gefährlich einzustufen.

Entsprechend den Regelungen der aktuellen CLP-Verordnung trifft für ein Material schon ab 1 % Freikalk der H-Satz H319 *Verursacht schwere Augenreizung* zu. Ab 3 % Freikalk trifft H318 *Verursacht schwere Augenschäden* zu. Wäre die AVV 1:1 an die aktuelle CLP-Verordnung angepasst so wäre ein Abfall schon ab 1%, spätestens aber ab 3 % Freikalk als gefährlich einzustufen. Auf europäischer Ebene wird derzeit das Europäische Abfallverzeichnis, das der AVV zu Grunde liegt, überarbeitet. Dabei wurde bisher insbesondere die Anpassung der Gefährlichkeitsmerkmale an die CLP-Verordnung, die bis zum 1. Juni 2015 umgesetzt sein muss, diskutiert. Vor allem Österreich hat in dieser Diskussion darauf aufmerksam gemacht, dass die Verwertung großer Abfallmengen gefährdet sein könnte, wenn die Regelung zur jetzigen gefahrenrelevanten Eigenschaft H4 *Reizend* 1:1 aus der CLP-Verordnung übernommen würde. Bau- und Abbruchabfälle sowie bestimmte Aschen und Schlacken wären als gefährlich einzustufen. Eine Verwertung dieser Materialien ist dann nur noch schwer vorstellbar. Bei dem im Bausektor eingesetzten Produkt Kalk trifft selbstverständlich dieselbe gefährliche Eigenschaft zu. Für dieses Produkt ist das jedoch bekannt und akzeptiert. Ein mit einem Produkt vergleichbares Material mit dem Label *Abfall* hat jedoch völlig andere Vermarktungschancen.

Das Umweltbundesamt hat die geschilderte Problematik erkannt und die Firma Ökopol mit der Ausarbeitung von Vorschlägen zur Novelle des europäischen Abfallverzeichnisses [3] beauftragt. Hier soll auf die in Kapitel 3.2. getroffenen Aussagen zu Abfällen aus thermischen Prozessen eingegangen werden.

Für Schlacken der Eisen- und Stahlindustrie (E&S) wird kurz gefasst folgendes angegeben:

- Der CaO-Gehalt in E&S-Schlacken liegt über 1%
- Freikalk:

LD-Schlacke	6 bis 9,5 %
Elektroofenschlacke	0,4 %
- CaO ist nur an der Oberfläche des Feststoffs reaktiv
- CaO reagiert bei Vorhandensein von CO_2 in ungefährliches CaCO_3
- Es kann davon ausgegangen werden, dass CaO in E&S-Schlacken keine Gefahr für Mensch und Umwelt darstellen, wenn sie als Abfälle gehandhabt werden. Es erscheint gerechtfertigt, die bisher verwendeten nicht-gefährlichen Schlüssel 10 02 01 und 10 02 02 weiterhin zu verwenden.
- Im Allgemeinen kann es sinnvoll sein ein Vorgehen festzuschreiben, bei dem im Zuge der Abfallcharakterisierung die Verfügbarkeit von CaO und $\text{Ca}(\text{OH})_2$ einheitlich berücksichtigt wird.

Es wird somit festgestellt, dass insbesondere bei LD-Schlacken – einem Material das sich aufgrund seiner günstigen Eigenschaften sehr großer Beliebtheit als Ersatzbaustoff erfreut – so hohe Freikalk-Gehalte vorliegen, dass gem. CLP eine Einstufung als gefährlich erfolgen müsste. Dann wird allerdings der sonst übliche Weg einer Abfallbewertung verlassen und es wird die Verfügbarkeit des CaO sowie die Handhabung des Abfalls diskutiert. Solche Überlegungen spielen bei einer Bewertung der Gefährlichkeit üblicherweise keine Rolle, denn es werden einzig bestimmte Eigenschaften bewertet. Es wird als nicht zielführend angesehen, für die Bewertung der Gefährlichkeit bestimmter (wirtschaftlich bedeutender) Abfallarten nun Sonderregelungen einzuführen. Eine Lösung des Problems muss an anderer Stelle erfolgen, nicht bei den wissenschaftlichen Grundlagen.

Teilweise weisen E&S-Schlacken Produktstatus auf und gelten nicht als Abfälle. Dies hilft jedoch in diesem Fall überhaupt nicht weiter, denn die für Produkte jetzt schon vollständig geltende CLP-Verordnung weist ja schärfere Regelungen als die veraltete Abfallverzeichnisverordnung auf.

Für Aschen aus der Verbrennung unbehandelter Biomasse wird in der UBA-Publikation wie folgt argumentiert:

- Der CaO-Gehalt in Aschen aus der Verbrennung unbehandelter Biomasse liegt deutlich über 1 %
- Im Vergleich zu Schlacken liegt bei Flugaschen eine höhere reaktive Oberfläche vor
- Verfügbare Informationen zu Konzentrationen und Verfügbarkeit von CaO bzw. $\text{Ca}(\text{OH})_2$ legen es nahe, dass Flugaschen in einigen Fällen als gefährliche Abfälle einzustufen sind.

Auch hier wird wieder versucht, über die Verfügbarkeit von Freikalk einen Ausweg aus der chemikalienrechtlich notwendigen Einstufung als gefährlich zu finden. In diesem

Fall wird jedoch akzeptiert, dass Aschen aus der Verbrennung unbehandelter Biomasse teilweise als gefährliche Abfälle einzustufen wären.

Ein Punkt, der m.E. in der UBA-Publikation nicht genügend gewürdigt wurde ist die Tatsache, dass nur CaO als Freikalk kritisch ist. Die analytische Bestimmung von Freikalk ist nicht trivial. Für Flugaschen gibt es eine Analysennorm (DIN EN 451-1), für andere mineralische Abfälle meines Wissens jedoch nicht. Zunächst muss also zweifelsfrei analytisch festgestellt werden, dass CaO im jeweiligen Ersatzbaustoff als (reaktiver) Freikalk vorliegt.

Bei der Novellierung des europäischen Abfallverzeichnisses muss die CLP-Verordnung durchaus nicht 1:1 übernommen werden. Allerdings müssen Abweichungen sauber begründet werden. Derzeit gilt nach AVV für H4 noch ein Grenzwert von zehn Prozent. Ob man diesen aus abfallwirtschaftlicher Sicht noch akzeptablen Wert beibehalten kann, obwohl CLP 1 % bzw. 3 % vorschreibt, bleibt abzuwarten.

3. Zusammenfassung

Bei der mit viel Energie geführten Diskussion um die Ersatzbaustoffverordnung geht es teilweise auch um Problemfelder, die eng mit Analysen der Ersatzbaustoffe verknüpft sind. Wie eingangs dargestellt gibt es einen deutlich Kontrast zwischen den mit den Ersatzbaustoffen verbundenen Mengenströmen und der öffentlichen Verfügbarkeit von Analysendaten. Wie in vielen anderen Bereichen gilt auch hier, dass (nicht weiter gegebenes) Wissen Macht ist. Andererseits gilt ebenso, dass Transparenz Vertrauen schafft. Es wird dafür eingetreten, dass zur Versachlichung der hitzigen Diskussion Analysendaten zu Ersatzbaustoffen in stärkerem Maße als bisher öffentlich verfügbar gemacht werden. Dies könnte bspw. über die Informationsplattform Abfallbewertung IPA erfolgen, auf der neben den Abfallsteckbriefen auch die Abfallanalysendatenbank ABANDA zu finden ist. Ggf. müssten sowohl IPA als auch ABANDA hinsichtlich einer sinnvollen Nutzung der Analysendaten von Ersatzbaustoffen noch optimiert werden.

Umfangreiche wissenschaftliche Untersuchungen haben gezeigt, dass für die Verwertung von Ersatzbaustoffen in technischen Bauwerken Analysendaten aus 2:1-Eluat den Daten aus 10:1-Eluat überlegen sind, da sie realistischere Ergebnisse liefern. Da die bisherige Verwertung vollständig auf der Bewertung von 10:1-Eluatwerten beruht sind selbstverständlich Übergangsprobleme vorprogrammiert. Ein praktikabler Weg zur Minimierung einiger Übergangsprobleme wird darin gesehen, dass Doppelanalysen nach Ersatzbaustoffverordnung und Deponieverordnung hoffentlich nicht vorgeschrieben, sondern die Materialwerte der Ersatzbaustoffverordnung als Schlüsselparameter gem. Deponieverordnung akzeptiert werden. Für die Umrechnung der 2:1-Eluatwerte in 10:1-Eluatwerte sollten durch ein Forschungsvorhaben besser belastbare Faktoren ermittelt werden, als dies durch Artikel 3 der Mantelverordnung bisher vorgeschlagen wird. Bis zum Abschluss eines entsprechenden Projektes sollten aber die publizierten Umrechnungsfaktoren angewendet werden, allerdings um den Faktor 1,5 bereinigt.

Ein Festlegen von Feststoffgrenzwerten für Ersatzbaustoffe wird nur für RC-Baustoffe und Bodenmaterialien als möglicherweise zielführend angesehen. Bei Aschen und

Schlacken könnten stattdessen ggf. einzelne Bauweisen gestrichen werden, bei denen die Freisetzung von belasteten Partikeln möglich ist.

Bei der abfallrechtlichen Bewertung der Gefährlichkeit von Aschen und Schlacken stellt sich der Gehalt an Freikalk als mögliches Problem heraus. Nach geltendem Abfallrecht weist ein Abfall mit mehr als zehn Prozent Freikalk die gefahrenrelevante Eigenschaft H4 *Reizend* auf. Bei der derzeit erfolgenden Überarbeitung des europäischen Abfallverzeichnisses hat diese Problematik einen eigenen Stellenwert. Eine 1:1-Anpassung des Abfallrechtes an die CLP-verordnung könnte den Grenzwert für die Gefährlichkeit aufgrund von Freikalk auf 1 % bzw. 3 % reduzieren. Dies würde sicherlich negative Folgen für die Verwertung großer Abfallströme nach sich ziehen.

4. Quellen

- [1] Dehoust, G.; Küppers, P.; Gebhardt, P.; Rheinberger, U.;Hermann, A.: Aufkommen, Qualität und Verbleib mineralischer Abfälle; Förderkennzeichen 204 33 325; Umweltbundesamt, 2008
- [2] Universität Tübingen, im Auftrag des BMU: Weiterentwicklung von Kriterien zur Beurteilung des schadlosen und ordnungsgemäßen Einsatzes mineralischer Ersatzbaustoffe und Prüfung alternativer Wertevorschläge. In: Zwischenbericht 2010; Januar 2011
- [3] Sander, K.; Wirth, O.: Vorschläge zur Novelle des europäischen Abfallverzeichnisses. In: ÖKO-POL GmbH Institut für Ökologie und Politik; UBA Texte 10/2013; Umweltbundesamt, 2013
- [4] Susset, B.; Leuchs, W.: Ableitung von Materialwerten im Eluat und Einbaumöglichkeiten mineralischer Ersatzbaustoffe. In: Umweltbundesamt, Texte 04/2011

Die Umwelt profitiert in jedem Fall!

Trockenausstrag oder Inertisierung

Sie definieren Ihre Prioritäten – wir bauen die Anlagen dafür



Die MARTIN® Trockenentschlackung mit integrierter Windsichtung ist die ideale Basis, wenn eine maximale Rückgewinnung von Metallen und mineralischen Fraktionen das Ziel ist. Durch den trockenen Austrag sind Menge und Qualität der Fe- sowie NE-Metalle deutlich verbessert. Das Rückgewinnungspotenzial erstreckt sich dann bis hin zu den Edel- und Spurenmetallen. Die Abtrennung der Feinfraktion erlaubt ein weitgehend staubfreies Handling der trockenen Schlacke beim Befüllen von Transporteinrichtungen oder dem Beschicken der Aufbereitungsanlage. Dies ist effiziente Ressourcennutzung und echte Kreislaufwirtschaft - die Umsetzung des „Urban Mining“ in der Praxis.

Unsere SYNCOM® / SYNCOM®-Plus Verfahren sind optimal einsetzbar, wenn die auslaugsichere Inertisierung von Verbrennungsschlacken und minimales Reststoffdeponievolumen gewünscht ist. Durch die Sinterqualität der Schlacke und die Möglichkeit, sogar Flugaschen effizient einzubinden, ergibt sich ein umweltgerechtes Baustoff-Produkt, z.B. für den Straßen- und Wegebau.

Beide Verfahren wurden von uns in mehrjährigen Versuchen zur Marktreife entwickelt und sind für unsere Kunden als schlüsselfertige Lösungen verfügbar.



MARTIN GmbH
Für Umwelt- und Energietechnik

seit 1925

Anlagenbau mit Blick auf die Umwelt

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.