

Anforderungen an die umweltfreundliche Entsorgung von Stahlwerksschlacken am Beispiel der LD-Schlacken

Roland Jöbstl

1.	Zum Begriff der Stahlwerksschlacken aus dem LD-Verfahren.....	524
2.	Die Bestandteile von LD-Schlacken	524
3.	Umweltrelevanz von Chrom.....	528
4.	Humantoxikologische Relevanz von Chrom.....	528
5.	Entsorgung und Verwendung der LD-Schlacken.....	532
6.	Erheblicher Deponierungsbedarf und ungeklärte Fragen zur Zwischenlagerung	535
7.	Anforderungen an die umweltfreundliche Entsorgung von Stahlwerksschlacken am Beispiel der LD-Schlacken.....	536
7.1.	Minimierung der anthropogenen Chrom- und insbesondere der Chrom VI-Belastung	536
7.2.	Einhaltung der geltenden Grenzwerte gemäß Bundesabfallwirtschaftsplan	536
7.3.	Einhaltung der abfallrechtlichen Auflagen	537
8.	Literaturverzeichnis.....	538

Der Umweltdachverband (UWD) mit Sitz in Wien ist für 39 Umwelt- und Naturschutzorganisationen bzw. alpine Vereine aus ganz Österreich und rund 1,4 Millionen Mitglieder eine überparteiliche Plattform. Gegründet wurde die Umwelt-Interessenvertretung 1973 als Österreichische Gesellschaft für Natur- und Umweltschutz (ÖGNU). Im Zentrum der Arbeit des Umweltdachverbandes stehen aktuell der nachhaltige Schutz der Lebensressource Wasser, der volle Einsatz für Klimaschutz und erneuerbare Energien, das Engagement für heimische Schutzgebiete und die Erhaltung der Vielfalt an Genen, Arten und Ökosystemen sowie die Weiterentwicklung der Österreichischen

Nachhaltigkeitsstrategie. Als Interessenvertretung betreibt der Umweltdachverband im Themenbereich Stahlwerksschlacken keine eigene Forschung. Die Informationen dieser Betrachtung beziehen sich auf frei verfügbare Dokumente sowie auf Dokumente aus Beantwortungen von Anfragen nach dem Umweltinformationsgesetz an das Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft sowie an die Bundesländer Steiermark und Oberösterreich.

1. Zum Begriff der Stahlwerksschlacken aus dem LD-Verfahren

Stahlwerksschlacken bzw. die hier anzuführenden LD-Schlacken bezeichnen die bei der Herstellung von Rohstahl nach dem Linz-Donawitz-Verfahren (Blasstahlverfahren, Konverterverfahren) anfallenden und kristallin erstarrten Schlackenmengen.

Die Stahlwerksschlacke entsteht als Gesteinsschmelze bei etwa 1.650°C während der Verarbeitung von Roheisen, Eisenschwamm oder Schrott zu Stahl. Sie bildet sich aus den oxidierten Begleitelementen des Roheisens und anderer metallischer Einsatzstoffe (z.B. Schrott mit Schwermetallanteilen) sowie dem zur Schlackenbildung zugesetzten Kalk oder gebrannten Dolomit.

Nach der Trennung vom Rohstahl werden die LD-Schlacken in Abkühlbeete gekippt. Dort erstarren die LD-Schlacken zu einem harten, grauen, steinähnlichen Material. Nach dem Abkühlen werden sie mit Baggern aufgebrochen und der weiteren Verarbeitung zugeführt. Durch Brechen, Mahlen und magnetische Abtrennung werden Eisenanteile zurückgewonnen. Die Eisenfraktion (Feineisen) wird wieder im Stahlwerk eingesetzt, der Nichteisenanteil einer Entsorgung bzw. einer Aufbereitung zugeführt. Die direkte Verwendung von Stahlwerksschlacken als Baumaterial ist allerdings nur bei einem Kalkanteil von unter 7 Prozent möglich [1]. Die Stahlwerksschlacken enthalten praktisch immer freie Oxide, insbesondere Freikalke, im Fall von Magnesiumoxidreichen Schlacken auch freies Magnesiumoxid. Sowohl der freie Kalk als auch das freie Magnesiumoxid können bei Zutritt von Wasser hydratisieren, was mit einer Volumenvergrößerung verbunden ist. Durch diesen Hydratationsvorgang kann die Schlacke rissig werden oder sogar vollständig zerfallen [2].

2. Die Bestandteile von LD-Schlacken

Die Bestandteile von LD-Schlacken ergeben sich aus den im Stahlproduktionsprozess zum Einsatz gekommenen Materialien in Form von Roheisen, Eisenschwamm oder Schrott sowie dem zur Schlackenbildung zugesetzten Kalk oder gebrannten Dolomit. Die relevanten Schwermetallanteile variieren je nach verwendeten Stoffen, sind aber laut unterschiedlichen Untersuchungen in einem charakteristischen Bereich angesiedelt.

Über die Bestandteile der LD-Schlacken liegen unterschiedliche Untersuchungen bzw. Studien vor.

Tabelle 1: Mögliche Inhaltsstoffe von LD-Schlacken

Parameter	Charakteristischer Bereich
mg/kg TM	
Aluminium	bis 40.000
Antimon	bis 50
Arsen	bis 10
Barium	bis 300
Blei	bis 10
Bor	bis 100
Cadmium	bis 0,5
Chrom	1.000 bis 3.500
Cobalt	bis 20
Eisen	140.000 bis 300.000
Kupfer	bis 40
Mangan	bis 120.000
Molybdän	bis 100
Nickel	bis 40
Quecksilber	bis 0,2
Selen	bis 20
Thallium	bis 50
Vanadium	bis 6.000
Zink	bis 300
Fluorid	bis 1.000
Phosphat	bis 10.000
TOC	bis 1.000
KW-Index	bis 100
PAK	bis 2
PCB	bis 0,1
Dioxine+Furane	bis 0,0001

Quelle: Kostjak 2012

Charakteristische Bereiche für mögliche Inhaltsstoffe von LD-Schlacken sind in Tabelle 1 angegeben.

Stoffe, deren Gesamtgehalte höher als 20 Prozent des Grenzwertes für Baurestmassen aufweisen können und/oder signifikant eluierbar sind, werden im Hinblick auf die Umweltverträglichkeit weiter geprüft.

Wie man Tabelle 1 entnehmen kann, sind neben den Anteilen an Eisen insbesondere Schwermetalle wie Chrom, Mangan und Vanadium in den LD-Schlacken enthalten. Als besonders relevant ist er Chrom-Gehalt von 1.000 bis 3.500 mg/kg TM zu identifizieren, da dieser Wert über dem Grenzwert für Baurestmassen laut Bundesabfallwirtschaftsplan 2011 liegt.

Die allgemeine Charakterisierung der möglichen Inhaltsstoffe wird auch durch Untersuchungen an LD-Schlacken in Österreich bestätigt. So liegen dezidierte Untersuchungsergebnisse über LD-Schlacke aus einer Testreihe im Zeitraum von 19. Juli 2010 bis 18. November 2011 vor, die aufgrund eines Befundes und Gutachtens für das Wertstoffzentrum der voestalpine Stahl GmbH erhoben wurden [3].

Die in Bild 1 dargestellte Feststoffanalyse im Zeitraum von 19.07.2010 bis 18.11.2011 bestätigt den relevanten Anteil an Chrom.

Die obere Grenze des charakteristischen Anteils von Chrom in LD-Schlacken von 3.500 mg/kg TM [4] wird in beiden Probenahmebereichen überschritten (Probenahmebereich 1: 3.557 mg/kg TM, Probenahmebereich 2: 5.335 mg/kg TM). Die untere Grenze von 1.000 mg/kg TM wird nie unterschritten, die Minimalwerte liegen bei 1.573 bzw. 1.642 mg/kg TM.

Wie bereits angeführt, überschreiten die untersuchten LD-Schlacken die Grenzwerte für Baurestmassen laut Bundesabfallwirtschaftsplan 2011.

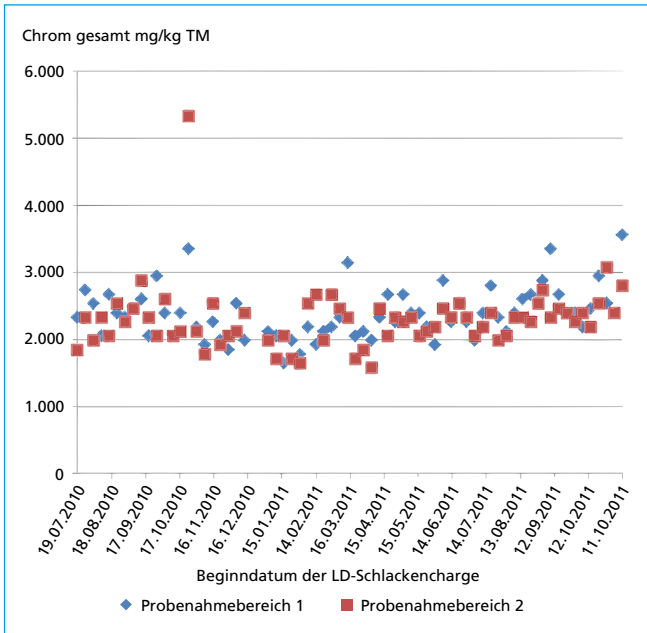


Bild 1:

Analysen LD Schlackenprodukte, zu prüfende Parameter lt. Befund und Gutachten Nr. 1/2/10 vom 23.02.2010, Feststoffanalyse, Intervallprüfung 1x pro Woche im Zeitraum von 19.07.2010 bis 18.11.2011

Quelle: Amt der Oö Landesregierung: Analysen LD Schlackenprodukte, Zu Prüfende Parameter lt. Befund und Gutachten Nr. 1/2/10 vom 23.02.2010 Dokumentname: 2011-3308_41_6.pdf.

Wie in Tabelle 2 dargestellt, liegt der Grenzwert für den Gesamtgehalt von Chrom bei 90 mg/kg TM (gemessen nach ÖNORM EN 13657). Bei Bodenaushub mit geogen bedingten Gehalten wird ein Gesamtgehalt an Chrom von 500 mg/kg TM angesetzt, aber auch dieser Grenzwert wird in den LD-Schlacken überschritten. Auch der Grenzwert für den Gesamtgehalt an Chrom in Rückständen aus Abfallverbrennungsanlagen, für eine Verwendung als ungebundene und mit Bindemittel stabilisierte Tragschichten, liegt mit 800 mg/kg TM [5] deutlich unter den tatsächlichen Gesamtgehalten an Chrom in LD-Schlacken. Ebenso sieht die Deponieverordnung für Inertabfall und Baurestmassendeponie einen Chrom-Grenzwert-Gesamtgehalt von maximal 500 mg/kg TM vor. Damit kann festgehalten werden, dass die Gesamtgehalte an Chrom um den Faktor 17 bis 38 über den geltenden Grenzwerten für vergleichbare Materialien wie Baurestmassen liegen.

Wie aus Tabelle 2 ablesbar, wird neben den Gesamtgehalten auch die Frage der Elution der Schwermetalle für die Beurteilung der Umweltverträglichkeit herangezogen. Die Untersuchungsergebnisse über LD-Schlacke aus einer Testreihe im Zeitraum von 19. Juli 2010 bis 18. November 2011 [3] ergeben eine Höhe von 0,5 mg/kg TM Chrom gesamt im Eluat, womit die Grenzwerte des BAWP 2011 für Baurestmassen eingehalten werden können.

Aktuelle Untersuchungen liegen von der Umwelt-Prüf- und Überwachungsstelle des Landes OÖ vor, die in ihren Elutionsversuchen im pH-Wertebereich von 7,25 bis 11,3 eine Löslichkeit von Chrom festgestellt haben. Die Elution liegt mit bis zu 0,04 mg/kg TM ebenfalls innerhalb der Grenzwerte für Baurestmassen [6].

Tabelle 2: Grenzwerte des Bundesabfallwirtschaftsplans (BAWP) 2011 für Baurestmassen und der Deponieverordnung 2008 (DVO)

Parameter	Einheit	BAWP 2011	BAWP 2011	BAWP 2011	DVO 2008	DVO 2008
		Qualitätsklasse B	Qualitätsklasse BA	Rückstände aus Abfallverbrennungsanlagen	Inertabfalldeponien	Baurestmassendeponien
		Grenzwerte für Recycling-Baustoffe	Grenzwerte für Recycling-Baustoffe- Bodenaushub mit geogen bedingten Gehalten	Anforderung beim Einsatz in ungebundenen und mit Bindemittel stabilisierten Tragschichten		
pH-Wert		7,5 - 12,5	7,5 - 12,5	max. 12,0	6,5 - 11	6,0 - 13
elektrische Leitfähigkeit		150	150	-	150	300
Eluat bei L/S 10		ÖNORM EN 12457-4	ÖNORM EN 12457-4			
Ba	mg/kg TM	20	-	-	10	20
Cr gesamt	mg/kg TM	1	-	0,5	1	2
Mo	mg/kg TM	0,5	-	1	-	-
V	mg/kg TM	-	-	-	-	-
F	mg/kg TM	15	-	-	10	50
Gesamtgehalt		ÖNORM EN 13657	ÖNORM EN 13657	ÖNORM EN 13657	ÖNORM EN 13657	ÖNORM EN 13657
Cr gesamt	mg/kg TM	90	500	800	500	500
Mo	mg/kg TM	-	-	-	-	-

3. Umweltrelevanz von Chrom

Das Vorkommen von Chrom in der Umwelt ist einerseits natürlichen Ursprungs (z.B. Verwitterung, Staubaufwirbelung), andererseits anthropogen bedingt (z.B. industrielle Emissionen). Eine Studie des österreichischen Umweltbundesamtes beschreibt das Vorkommen und die Toxizität von Chromverbindungen wie folgt ([7], wörtliches Zitat):

Vorkommen von Chrom

Aufgrund der intensiven technologischen Nutzung – es wurden im Jahre 2003 etwa 15 Mio. t Chromit-Erz verarbeitet [8] – werden große Mengen an Chrom in die Umwelt emittiert. Mehr als 90 % des weltweiten Chrombedarfs verbraucht die Metallindustrie (Legierungen & Stähle, feuerfeste Auskleidungen), 5 % werden für Prozesse wie Ledergerbung, Holzschutz, Pigmentherstellung oder Galvanotechnik verwendet.

Oxidationsstufen von Chrom

Obwohl Chrom in verschiedenen Oxidationsstufen vorkommt, sind nur das dreiwertige [Cr(III)] und das sechswertige [Cr(VI)] Chrom stabil genug, um in der Umwelt gefunden zu werden. In der Natur findet sich Chrom praktisch ausschließlich in Form von Verbindungen der Oxidationsstufe +III, während in der Umwelt auftretende Chrom VI-Verbindungen jedoch weitestgehend anthropogenen Ursprungs sind.

Toxizität der Chromverbindungen

Cr(VI)-Verbindungen weisen nach den vorliegenden Befunden im Vergleich zu Cr(III), welches ein essenzielles Spurenelement für Mensch und Tier ist, eine sehr viel höhere Toxizität auf. Cr(III) wirkt nur bei Aufnahme in höheren Konzentrationen toxisch (siehe Kapitel 4). Insbesondere die krebserzeugende Wirkung von Cr(VI) ist von Bedeutung.

Daten zum Vorkommen der beiden Oxidationsstufen in der Luft, im Feinstaub sowie zur Bioverfügbarkeit sind jedoch kaum vorhanden.

Aus den vorliegenden Untersuchungen ist also ableitbar, dass eine Belastung mit sechswertigem Chrom hauptsächlich auf menschlich bedingte Prozesse zurückzuführen ist. Eine Minimierung der Chrom VI-Belastung ist demnach insbesondere durch die Anpassung bzw. Reduktion anthropogen bedingter Chrom VI-Emissionen erreichbar.

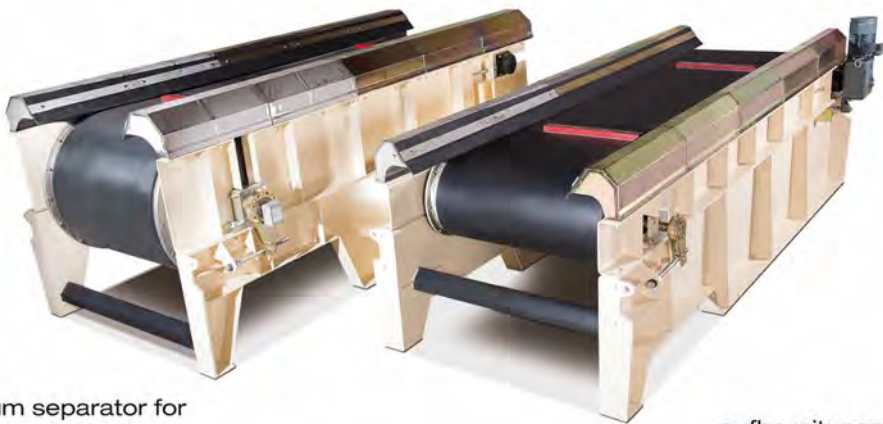
4. Humantoxikologische Relevanz von Chrom

Das Umweltbundesamt identifiziert die folgenden Aufnahmepfade von Chrom VI ([7], wörtliches Zitat):

Die Aufnahme kann oral, über Haut und Schleimhäute sowie über die Lunge erfolgen. Der Großteil der oralen Aufnahme erfolgt, wie bereits oben angeführt, über die Ernährung. Die Aufnahme über die Lunge und die Haut wird von einer Reihe von Faktoren beeinflusst.



the face of magnetic technology



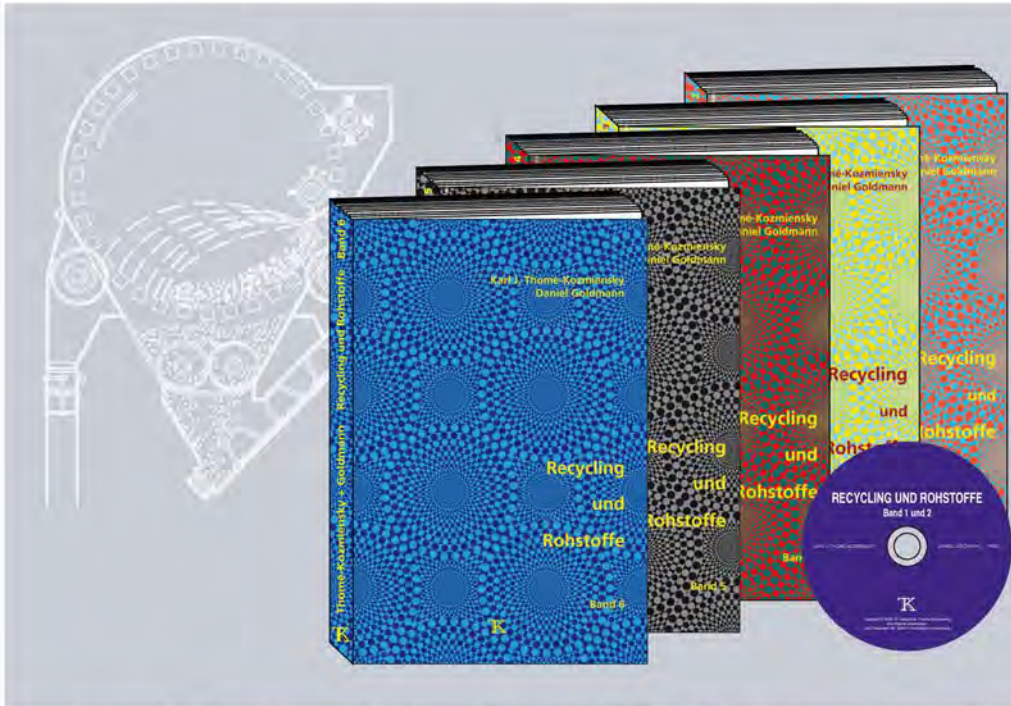
Belt drum separator for
slag recovery plants
*Bandtrommelscheider für
die Schlackenaufbereitung*

aufbereitungstechnik

IFE

ife aufbereitungstechnik gmbh
tel.: +43 7442 515-0 · austria
www.ife-bulk.com

Recycling und Rohstoffe



Herausgeber: Karl J. Thomé-Kozmiensky und Daniel Goldmann • Verlag: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky

CD Recycling und Rohstoffe, Band 1 und 2
 ISBN: 978-3-935317-51-1
 Erscheinung: 2008/2009
 Preis: 35.00 EUR

Recycling und Rohstoffe, Band 2
 ISBN: 978-3-935317-40-5
 Erscheinung: 2009
 Gebundene Ausgabe: 765 Seiten
 Preis: 35.00 EUR

Recycling und Rohstoffe, Band 3
 ISBN: 978-3-935317-50-4
 Erscheinung: 2010
 Gebundene Ausgabe: 750 Seiten, mit farbigen Abbildungen
 Preis: 50.00 EUR

Recycling und Rohstoffe, Band 4
 ISBN: 978-3-935317-67-2
 Erscheinung: 2011
 Gebundene Ausgabe: 580 Seiten, mit farbigen Abbildungen
 Preis: 50.00 EUR

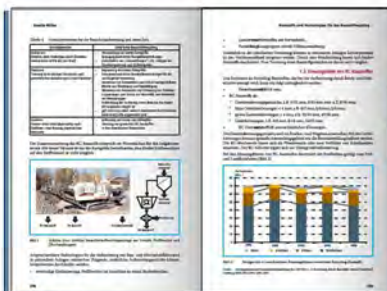
Recycling und Rohstoffe, Band 5
 ISBN: 978-3-935317-81-8
 Erscheinung: 2012
 Gebundene Ausgabe: 1004 Seiten, mit farbigen Abbildungen
 Preis: 50.00 EUR

Recycling und Rohstoffe, Band 6
 ISBN: 978-3-935317-97-9
 Erscheinung: 2013
 Gebundene Ausgabe: 711 Seiten, mit farbigen Abbildungen
 Preis: 50.00 EUR

162.00 EUR
 statt 270.00 EUR

Paketpreis

CD Recycling und Rohstoffe, Band 1 und 2 • Recycling und Rohstoffe, Band 2 bis 6



Bestellungen unter www.vivis.de
 oder

Dorfstraße 51
 D-16816 Nietwerder-Neuruppin
 Tel. +49.3391-45.45-0 • Fax +49.3391-45.45-10
 E-Mail: tkverlag@vivis.de

vivis
 TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky

Auswirkungen von Cr(VI)

Cr(VI) kann im Gegensatz zu Cr(III) die Haut durchdringen. Aufgrund des großen Oxidationspotenzials des Cr(VI) kann dies zu massiven Schädigungen der Zellen und in weiterer Folge zu allergischen Reaktionen und Ekzembildung führen. Dies ist insbesondere bei der händischen Verarbeitung von Zement und Zementprodukten festzustellen [9].

Die vorliegende Studie behandelt vorrangig die toxische Wirkung von Chrom VI bei Aufnahme über den Atemtrakt.

Je kleiner die Partikel, desto leichter können diese in die Lunge und in weiterer Folge in die Alveolen und Alveolengänge (Durchmesser 0,1–0,2 mm) eindringen. Dort kommt es zu Wechselwirkung mit dem Glutathion- und Ascorbattransportsystem, verbunden mit oxidativem Stress.

Lösliche Chromate passieren die Alveolarmembran, gelangen ins Blutplasma und werden von Erythrozyten aufgenommen. Ein Teil des im Plasma vorhandenen Cr(VI) gelangt in Leber- und Nierenzellen, wobei die Nieren Chrom in besonders starkem Maß speichern.

Cr(VI) kann im Gegensatz zu Cr(III) über die Sulfat- und Phosphataustauschsysteme die Zellmembran der roten Blutkörperchen durchdringen. Dort kann es zu Wechselwirkungen mit zellulären Makromolekülen sowie der DNA kommen. Chromionen werden in unterschiedlichem Umfang über die Lungen resorbiert. Aus Tierexperimenten ist bekannt, dass 53-85 % (Partikelgröße <5 µm) aus den Lungen resorbiert werden können. Chromionen können die Plazentaschranke passieren und sind muttermilchgängig [10].

Wie aus der vorliegenden Expertise ableitbar, ist die humantoxikologische Relevanz von Chrom bereits vielfach untersucht. Die österreichische Sektion der ISDE (International Society of Doctors for the Environment) bestätigt in einer aktuellen Studie die Gesundheitsrelevanz von Chrom VI ([11], wörtliches Zitat):

Chrom(VI) wird von mehreren Organisationen als krebserzeugend für den Menschen gewertet, etwa von der International Agency for Research on Cancer [12], [13].

Es gilt für krebserzeugende Substanzen, zu denen Chrom (VI) eindeutig zählt, prinzipiell, dass keine Schwellenwerte definiert werden können. Der Grund dafür ist, dass theoretisch auch die geringsten Konzentrationen zur Krebsauslösung führen können. So heißt es dazu in der Luftqualitätsrichtlinie der Weltgesundheitsorganisation [14]: „When assuming a linear dose-response relationship between exposure to chromium(VI) compounds and lung cancer, no safe level of chromium(VI) can be recommended.“

Für kanzerogene Stoffe gilt in der Regel daher das ALARA-Prinzip (As Low As Reasonable [sic!] Achievable) bzw. das ALATA-Prinzip (As Low As Technically Achievable).

Folglich werden für den Gesundheitsschutz der Bevölkerung keine Richt- bzw. Grenzwerte nach dem üblichen Schema für Luftschadstoffe mit einer Wirkungsschwelle (aus-

gehend z.B. von der niedrigsten Effektschwelle unter Einbeziehung von Sicherheitsfaktoren) abgeleitet, sondern über das sogenannte Lebenszeitrisko (Unit Risk-Konzept). Für den Arbeitsplatz werden anstatt üblicher „Maximaler Arbeitsplatzkonzentrationen“ (MAK-Werte) sogenannte TRK-Werte (Technische Richtkonzentrationen) vorgeschrieben.

Da aus den vorliegenden Untersuchungen für krebserregende Substanzen keine sicheren Schwellenwerte definiert werden können, ist aus Umwelt- und Naturschutzsicht für sämtliche Chrom enthaltende Substanzen ein Minimierungsgebot ableitbar. Dies umfasst aufgrund der vorliegenden Daten auch den Einsatz von chromhaltigen Stahlwerksschlacken und insbesondere LD-Schlacken als Ersatzmaterial im Ingenieur- und Straßenbau.

Die vorliegenden Untersuchungen zeigen, dass Chrom in LD-Schlacken enthalten ist und auch eluiert. Dabei werden bei der Elution die für vergleichbare Materialien geltenden Grenzwerte zwar eingehalten, die Gesamtgehalte im Feststoff liegen aber massiv über den geltenden Grenzwerten. Bei einem Inverkehrbringen dieser chromhaltigen LD-Schlacken und einem Einsatz, insbesondere im Straßenbau, stellt sich daher die Frage nach den resultierenden Stoffflüssen und Emissionssituationen, die aus einem flächendeckenden Einsatz entstehen, wenn die LD-Schlacken über mechanische Belastung und Abriebvorgänge fein vermahlen, teilweise sogar als Feinstaub in die Umwelt gelangen.

Da bisher keine Untersuchungen darüber vorliegen, in welchem Ausmaß aus chromhaltigen LD-Schlacken in Form von Abrieb und Feinstaub eine Immissionsituation mit Chrom VI entsteht, muss gemäß dem Vorsorgeprinzip ein Einsatz chromhaltiger LD-Schlacken als bedenklich eingestuft werden.

5. Entsorgung und Verwendung der LD-Schlacken

In Österreich gibt es derzeit keine exakten öffentlich verfügbaren Daten über die weitere Behandlung, Entsorgung oder Verwertung der LD-Schlacken. Soweit Informationen verfügbar sind, kommen die Schlacken entweder in die Deponierung oder als Ersatzmaterial im Bauwesen zur Anwendung.

Zur Abschätzung, welche Mengen an LD-Schlacken in Österreich in eine weitere Verwendung gelangen oder zwischengelagert bzw. deponiert werden, lassen sich eine Reihe an Dokumenten heranziehen.

Im Bescheid des Amtes der Steiermärkischen Landesregierung für das UVP-Vorhaben *Voest Deponie* wird von einem Deponierungsbedarf von jährlich 85.000 Tonnen Schlacken und Hüttenschutt ausgegangen (S. 29) und das öffentliche Interesse an der Deponie mit dem zwingenden Anfall der Schlacken und dem Zwang der Deponierung argumentiert ([15], wörtliches Zitat):

Zur Absicherung des Erzeugungsprozesses ist beim zwingenden Anfall von Schlacken die Entsorgungssicherheit von enormer Bedeutung.



Bild 2: Darstellung der möglichen Lagerungs- und Verwendungsmöglichkeiten von LD-Schlacke in Österreich

Weiters (ebda., wörtliches Zitat):

Wegen der großen täglich zu bewegendenden Schlackenmengen sowie die Bemühungen zur Verringerung der Deponiemenge durch Behandlung des Schlackenmaterials im Deponiegelände einerseits und dem Zwang den Rest deponieren zu müssen, ist es, um den Fortbestand des obersteirischen Standortes der voestalpine zu erhalten, unumgänglich die Deponieerweiterung im Nahbereich des Hüttenwerkes durchzuführen.

Zu dieser Argumentation im Widerspruch stehen die Angaben aus dem Aktenkonvolut mit einem Votum von Mag. Lorenz, BMLFUW, vom 20. Mai 2011 [16], wonach die LD-Schlacken der voestalpine Stahl GmbH sowie der voestalpine Stahl Donawitz GmbH & Co KG nicht als Abfall entsorgt werden, sondern eine Übergabe der LD-Schlacken der voestalpine Stahl GmbH als Nebenprodukt an eine Reihe von Unternehmen erfolgt.

Eine gleichlautende Behauptung wird in Teil A_02 (Quelle) – Emissionsprognose Luft/Wasser inkl. Stoffflussanalyse der Einreichunterlagen für das UVP-Genehmigungsverfahren der voestalpine für das Projekt L6 aufgestellt. Demnach kommen die am Standort Linz im Kalenderjahr etwa 600.000 Tonnen anfallenden LD-Schlacken zu 76 Prozent bzw. im Umfang von 456.000 Tonnen im Tiefbau zur Verwertung [17]. Für das Jahr 1999 lag der Anteil der in den Tiefbau gehenden LD-Schlacken noch bei 63 Prozent, 1995 bei 56 Prozent [18], [19].

In welchem Ausmaß die LD-Schlacken direkt in den Tiefbau gehen oder vor der Verwertung zwischengelagert werden, ist nicht öffentlich dokumentiert.

Schätzungen gehen von einer österreichweiten Verwertung von LD-Schlacken im Straßen- und Tiefbau von etwa 350.000 Tonnen pro Jahr aus und liegen damit deutlich unter den Angaben der voestalpine.

In welchem Umfang die an den Standorten Linz und Donawitz anfallenden LD-Schlacken einer Entsorgung bzw. Lagerung zur Beseitigung zugeführt werden bzw. in welchem Umfang eine *zulässige* Verwendung im Ingenieur- und Straßenbau gem. § 3 Abs 1a Z 11 ALSAG stattfindet, ist derzeit nicht bekannt.

Dass für die anfallenden Schlackemengen die Entsorgungssicherheit von enormer Bedeutung ist, ist auch anhand der beachtlichen Schlackenberge an den Produktionsstandorten ersichtlich. Eine Vorstellung geben Bild 3 und 4, welche die Schlackenberge am Standort Linz, KG St. Peter, zeigen.



Bild 3:

Luftbild Schlackenberge am Standort Linz und Betriebsgelände



Bild 4:

Schlackenberg am Standort Linz von der gegenüberliegenden Donauseite



Bild 5:

Luftbild vom Wertstoffzentrum und den Schlackenbergen am Standort Linz

Quelle: Geoimage.at 2013



Bild 6:

Luftbild von den Schlackenbergen am Standort Donawitz

Quelle: Geoimage.at 2013

6. Erheblicher Deponierungsbedarf und ungeklärte Fragen zur Zwischenlagerung

Wie in den vorangehenden Ausführungen dargelegt, beläuft sich das Aufkommen an LD-Schlacken in Österreich auf mindestens 650.000 Tonnen pro Jahr.

Über die exakten Abfall-Mengen an LD-Schlacke, welche die voestalpine jährlich in den Ingenieur- und Straßenbau bringt, existieren unterschiedliche Schätzungen; plausibel kann von einem Einsatz im Umfang von max. 350.000 Tonnen pro Jahr ausgegangen werden.

Damit entsteht ein jährlicher Deponierungsbedarf von 300.000 Tonnen LD-Schlacke auf die Reststoffdeponie. Auf die Nachfrage beim Zollamt des BMF im September 2012 wurde österreichweit die Deponierung von 770.000 Tonnen ALSAG-pflichtigen Reststoffen angegeben. Es liegt dem BMF keine Information vor, zu welchem Anteil dabei Schlacken erfasst wurden. Im Jahr 2011 wurden in OÖ insgesamt nur 134.000 Tonnen Reststoffe (Gesamtanfall in allen Industrie- und Gewerbebetrieben) gemeldet. Auch in der Steiermark wurden nur 330.000 Tonnen Reststoffe (Gesamtanfall in allen Industrie- und Gewerbebetrieben) gemeldet [20].

Vergleicht man die in OÖ gemeldeten Reststoffmengen von 134.000 Tonnen mit den alleine am voestalpine-Standort Linz über 518.000 Tonnen zu erwartenden anfallenden LD-Schlacken, so stellt sich die Frage, ob diese Mengen nicht als Reststoffdeponierung

gemeldet wurden. Auch in der Steiermark ist in Anbetracht der alleine am Standort der voestalpine in Donawitz zu erwartenden anfallenden etwa 140.000 Tonnen LD-Schlacken bei einem Gesamtanfall von 330.000 Tonnen Reststoffen eine vollständige Meldung unwahrscheinlich.

In Summe zeugen die vorliegenden Daten von einem erheblichen Deponierungsbedarf und ungeklärter Zwischenlagerung. Daraus ergibt sich die Frage, ob an den Standorten Linz und Donawitz für jene LD-Schlacken, die derzeit nicht im Ingenieur- und Straßenbau *zulässigerweise* verwertet werden können, eine fachgemäße, gesetzeskonforme und umweltverträgliche Deponierung durchgeführt wurde.

7. Anforderungen an die umweltfreundliche Entsorgung von Stahlwerksschlacken am Beispiel der LD-Schlacken

Aus Sicht des Natur- und Umweltschutzes ergeben sich aus den angeführten Argumenten die folgenden Anforderungen an die umweltfreundliche Entsorgung von Stahlwerksschlacken am Beispiel von LD-Schlacken:

7.1. Minimierung der anthropogenen Chrom- und insbesondere der Chrom VI-Belastung

Die chemische Zusammensetzung der LD-Schlacken zeigt einen eindeutigen Anteil an Chrom. Um eine umwelt- und gesundheitsverträgliche Entsorgung von LD-Schlacken bzw. Verwendung im Straßenbau zu garantieren, müssen die resultierenden Stoffflüsse und Emissionssituationen, die aus einer Deponierung oder einem flächendeckenden Einsatz entstehen, untersucht und überwacht werden. Dabei ist insbesondere auf die Effekte von LD-Schlacken im Straßenbau zu achten, wo alle Maßnahmen getroffen werden müssen, damit über mechanische Belastung und Abriebvorgänge fein vermahlenes, teilweise sogar als Feinstaub vorliegendes, gesundheitsgefährliches Chrom VI nicht in die Umwelt gelangen kann.

7.2. Einhaltung der geltenden Grenzwerte gemäß Bundesabfallwirtschaftsplan

Wie auch andere Materialien müssen zur Verwendung kommende LD-Schlacken die geltenden Grenzwerte des Bundesabfallwirtschaftsplans 2011 einhalten. Dies wird derzeit nicht erfüllt, da der Gesamtgehalt an Chrom den Grenzwert um ein Vielfaches (Faktor 17 bis 38) übersteigt. Eine Anhebung der Grenzwerte bzw. die Schaffung einer Sonderklasse Schlacken stünde im klaren Widerspruch zur Anwendung des Vorsorgeprinzips und widerspricht zudem Artikel 37 der Charta der Grundrechte der Europäischen Union, wonach die Republik Österreich ein hohes Umweltschutzniveau und die Verbesserung der Umweltqualität nach dem Grundsatz der nachhaltigen Entwicklung sicherzustellen hat.

7.3. Einhaltung der abfallrechtlichen Auflagen

Laut geltender Rechtsprechung stellen Stahlwerksschlacken (LD-Schlacken und Schlacken aus Elektroöfen) Abfall dar. Dies hat zur Folge, dass alle abfallrechtlichen Auflagen und Vorgaben fachgemäß angewandt werden müssen. Dies umfasst aus aktueller Sicht:

- Jeder Abfallbesitzer muss im Abfalldatenverbund (<http://edm.gv.at>) registriert sein.
- Der Abfallerzeuger ist verpflichtet, die Weitergabe im Sinne der Abfallnachweisverordnung 2012 nach Art, Menge, Herkunft, Verbleib und Datum der Übergabe zu dokumentieren.
- Jeder, der Abfälle übernimmt, hat diese im Sinne der Abfallnachweisverordnung 2012 in Bezug auf Art, Menge, Herkunft, Verbleib und Datum der Übernahme zu dokumentieren und elektronische Aufzeichnungen im Sinne der Abfallbilanzverordnung zu führen.
- Weiters ist eine Jahresabfallbilanz im Sinne des § 8 der Abfallbilanzverordnung zu erstellen.
- Die Zwischenlagerung hat im Sinne des § 15 Abs 3 AWG 2002 nur in genehmigten Anlagen oder in für die Sammlung oder Behandlung vorgesehenen Orten zu erfolgen.
- Die Zwischenlagerung für die Verwertung ist nur für drei Jahre (alle erforderlichen Genehmigungen müssen vorliegen) zulässig, die Zwischenlagerung für die Beseitigung nur für ein Jahr (§ 15 Abs 5 AWG 2002).
- Aufgrund des § 15 Abs 4 AWG 2002 ist eine Verwertung nur zulässig, wenn der betreffende Abfall unbedenklich für den beabsichtigten sinnvollen Zweck einsetzbar ist und keine Schützgüter verletzt werden.
- Weiters ist der Abfallbesitzer gemäß § 15 Abs 5a AWG 2002 dafür verantwortlich, dass
 - a) die Abfälle an einen in Bezug auf die Sammlung oder Behandlung der Abfallart berechtigten Abfallsammler oder Behandler übergeben werden und
 - b) die umweltgerechte Verwertung oder Beseitigung dieser Abfälle explizit beauftragt wird.
- Schließlich sieht § 15 Abs 5b AWG 2002 vor, dass derjenige, der Abfälle nicht gemäß § 15 Abs 5a AWG 2002 übergibt, bis zur vollständigen umweltgerechten Verwertung oder Beseitigung dieser Abfälle als Verpflichteter gemäß § 73 Abs 1 AWG 2002 mit Behandlungsauftrag in Anspruch genommen werden kann.
- Nur die ausschließliche stoffliche Verwertung von nicht gefährlichen Abfällen ist von der Genehmigungspflicht gemäß § 37 Abs 1 AWG 2002 ausgenommen. Diesbezüglich genügt eine gewerberechtliche Genehmigung. Jede Form der Behandlung von Abfällen bedarf allerdings einer anlagenabfallrechtlichen Genehmigung gemäß § 37 Abs 1 AWG 2002.

- Wer Abfälle übernimmt oder sie behandelt, bedarf jedenfalls in Bezug auf die jeweilige Abfallart einer Erlaubnis gemäß § 24a Abs 1 AWG 2002.
- Jeder Abfallbesitzer (Erzeuger, Sammler oder Behandler) benötigt ein Abfallwirtschaftskonzept, sofern in seiner Anlage mehr als 20 Mitarbeiter beschäftigt sind. In diesem Abfallwirtschaftskonzept ist der Stoffstrom darzustellen.

8. Literaturverzeichnis

- [1] Thienel (2010): Baustoffkreislauf Eisenhüttenschlacken und Hüttensand. Institut für Werkstoffe des Bauwesens Fakultät für Bauingenieur- und Vermessungswesen. Universität der Bundeswehr München. Herbstsemester 2010.
- [2] Larm (1998): Fachgespräch Feststoffuntersuchung 1998, Bildungszentrum für die Entsorgungs- und Wasserwirtschaft, Essen, 16./17. März 1998. Entwicklung des LAGA Richtlinien-Entwurfs für die Verwertung von Eisenhüttenschlacken basierend auf Originalsubstanzgehalten und Eluatkonzentrationen. Dr. Andreas Larm, Niedersächsisches Landesamt für Ökologie, www.titro.de/phstarti/larmbew/fehs_1_4.htm#Kap2, Zugriff am 23. August 2013.
- [4] Kostjak (2012): Baustoffe aus industriell hergestellten Gesteinskörnungen. Umweltverträglichkeit von LD-Schlacke. Studie im Auftrag der voestalpine.
- [5] BMLFUW – Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (2011a): Bundesabfallwirtschaftsplan 2011, Band 1 und 2.
- [7] Umweltbundesamt (2007): Chromspeziation in Feinstaub (PM10). Entwicklung eines Routineverfahrens, Einfluss des Verkehrs und toxikologische Relevanz.
- [8] ICDA – International Chromium Development Association (2004): Rue de Lisbonne 45, 75008 Paris. www.icdachromium.com.
- [9] Rühl & Kluger (1997): Handbuch der Bau-Chemikalien, Ecomed, 9/1997.
- [10] Saxena, DK; Murthy, RC; Jain, VK; Chandra, SV (1990): Fetoplacental-maternal uptake of hexavalent chromium administered orally in rats and mice. In: Bull Environ Contam Toxicol. 1990 Sep; 45(3):430-435.
- [11] AeGU – Ärztinnen und Ärzte für eine gesunde Umwelt (2013): Verwendung von LD-Schlacke im Straßenbau. Chrom VI-Umwelthygienische Betrachtung.
- [12] IARC – International Agency for Research on Cancer (1990). Chromium, nickel and welding. IARC Monogr Eval Carcinog Risks Hum 49:1-648.
- [13] IARC – International Agency for Research on Cancer Working Group on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans (2009): A review of human carcinogens. Part C: Arsenic, metals, fibres, and dusts. Lyon, France. 147-167.
- [14] WHO – World Health Organisation (2000): Air quality guidelines for Europe. Second Edition. WHO Regional Publications, European Series, No. 91. WHO Regional Office for Europe. Copenhagen, 2000.
- [15] Amt der Steiermärkischen Landesregierung (2009): Bescheid über das UVP-Vorhaben „Voest Deponie“ GZ: FA13A-11.10-29/2008-249, S. 29 [18].
- [16] BMLFUW – Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (2011b): Aktenkonvolut mit einem Votum von Mag. Lorenz, BMLFUW, VI/1, vom 20. Mai 2011 und einem Schreiben des Amtes der Oö. Landesregierung vom 17. März 2011 samt Stellungnahme von Ing. Peter Stadler vom 17. März 2011.
- [17] voestalpine (ohne Angabe): Projekt L6 – Einreichunterlagen für UVP-Genehmigungsverfahren – Teil A_02 – Emissionsprognose Luft/Wasser inkl. Stoffflussanalyse.

- [18] Water & Waste (2012): Befund 12-1113B.
- [19] Umweltbundesamt (1998): Behandlung von Reststoffen und Abfällen in der Eisen- und Stahlindustrie.
- [20] BMF (2012): Fernmündliche Auskunft von Gerhard Marosi, BMF, am 19. September 2012.
- [21] Barceloux DG (1999): Chromium. *Journal of Clinical Toxicology* 37:173-194.
- [22] BMLFUW – Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (2013): Fernmündliche Auskunft von Mag. Reka Krasznai, BMLFUW, VI/2: Abfall- und Altlastenrecht.

Hinweis:

Eine Reihe an Dokumenten wurde im Rahmen der Beantwortung einer Anfrage nach dem Umweltinformationsgesetz durch das Amt der Oö. Landesregierung gezeichnet von Mag. Hubert Reichl am 8. August 2013 übermittelt. Da die Dokumente teils keinen Autor aufweisen, beziehen wir uns auf das Beantwortungsschreiben GZ:UR-2011-3308/141-Re/Ed und den Dateinamen bei Übermittlung.

- [3] Amt der Oö Landesregierung (2013a): Analysen LD Schlackenprodukte, Zu Prüfende Parameter lt. BEFUND und GUTACHTEN Nr. 1/2/10 vom 23.02.2010 Dokumentname: 2011-3308_41_6.pdf.
- [6] Amt der Oö. Landesregierung (2013b): Direktion Umwelt und Wasserwirtschaft, Abteilung Umwelt-, Bau- und Anlagentechnik: voestalpine Stahl GmbH, LD-Schlacke; Versuch betreffend Umweltverhalten einer LD-Schlackenprobe; fachliche Beurteilung – Stellungnahme.

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.