

Umweltverträglichkeit von Elektroofenschlacken im Straßenbau anhand von Langzeitstudien

Mario Mocker und Martin Faulstich

1.	Verwertung von Elektroofenschlacken in Bayern	170
2.	Baumaßnahme B 16 neu Gundelfingen – Lauingen	171
3.	Ausblick.....	171
4.	Literatur.....	172

Mineralische Stoffe stellen mit einer Anfallmenge von knapp 250 Millionen Tonnen die mit Abstand größten Fraktionen der Abfälle und industriellen Nebenprodukte dar. In der Abfallbilanz werden etwa 190 Millionen Tonnen Bau- und Abbruchabfälle ausgewiesen, die bereits heute zu 90 Prozent verwertet werden [3]. Die im neuen Kreislaufwirtschaftsgesetz geforderte Verwertungsquote von 70 Prozent wird damit weit überschritten und auf den ersten Blick scheint kaum Erfordernis zu bestehen, diesen Stoffströmen weitere Aufmerksamkeit zu schenken. Derzeit werden allerdings nur 11,5 Prozent der im Bauwesen eingesetzten Gesteinskörnungen aus Recyclingbaustoffen gewonnen [2]. Der restliche Anteil stammt in der Regel aus dem Abbau von Bodenschätzen, was lokal mit erheblichen Eingriffen in den Naturhaushalt verbunden sein kann.

Um den Rohstoffinput in die Volkswirtschaft zu vermindern und somit die Ressourceneffizienz deutlich zu verbessern, scheint es also nach wie vor erforderlich, möglichst viele mineralische Reststoffe einer hochwertigen Verwertung zuzuführen. Im Deutschen Ressourceneffizienzprogramm (ProgRes) der Bundesregierung wird deshalb explizit gefordert, Erfassung und Recycling ressourcenrelevanter Mengenabfälle zu optimieren und auch langfristig ein hohes Verwertungs-niveau sicherzustellen [2].

Schlacken aus der Metallurgie eignen sich aufgrund ihrer spezifischen Eigenschaften für zahlreiche hochwertige Verwertungswege. Hochofenschlacken werden nahezu vollständig in der Zementindustrie oder in Baustoffgemischen eingesetzt [9]. Stahlwerksschlacken, von denen im vergangenen Jahr 6,07 Millionen Tonnen erzeugt wurden, stellen insbesondere wertvolle Materialien für den Straßen-, Erd- und Wasserbau dar. Die übrigen Mengen werden in der Landwirtschaft und im Deponiebau verwertet, in metallurgische Verfahren zurückgeführt und zu einem geringen Teil deponiert. Von den Stahlwerksschlacken stammen 1,77 Millionen Tonnen aus der Elektrostahlerzeugung, die auch bei den Lech-Stahlwerken GmbH als letztem in Bayern betriebenen Stahlwerk praktiziert wird.

Unabdingbare Voraussetzung für den Einsatz als Sekundärrohstoff ist die dauerhafte Umweltverträglichkeit. Mögliche Langzeitwirkungen werden derzeit am Beispiel einer im Jahr 2002 abgeschlossenen Straßenbaumaßnahme untersucht, bei der Elektroofenschlacke aus den Lech-Stahlwerken GmbH als Frostschutzschicht eingesetzt wurde. Im vorliegenden Beitrag werden Hintergründe dieses laufenden Vorhabens erläutert und die geplante Vorgehensweise vorgestellt. Detaillierte Ergebnisse aus dem Projekt sollen auch weiterhin im Rahmen des erfolgreich etablierten Symposiums *Schlacken aus der Metallurgie* vorgestellt werden.

1. Verwertung von Elektroofenschlacken in Bayern

Als einziges Stahlwerk in Bayern produzieren die Lech-Stahlwerke GmbH in Meitingen jährlich etwa 1,1 Millionen Tonnen Stahl durch Aufschmelzen von Stahlschrott in Elektrolichtbogenöfen. Dabei entstehen, bezogen auf die Rohstahlproduktion, 15,4 Prozent Elektroofenschlacke und somit knapp 170.000 Tonnen Rohschlacke [8]. Weiterhin fallen bei der Nachbehandlung des Elektrostahls in der so genannten Sekundärmetallurgie 1,64 Prozent Pfannenschlacke sowie geringere Mengen weiterer Produktionsrückstände an. Zur Verwertung wird die Elektroofenschlacke zunächst in Schlackenbeeten abgekühlt sowie in kundenspezifische Körnungen gebrochen und gesiebt. Hierzu betreibt die Max Aicher GmbH in unmittelbarer Nachbarschaft zu den Lech-Stahlwerken eine Aufbereitungsanlage. Die erhaltenen Materialien werden unter der Bezeichnung EloMinit vor allem als Baustoff eingesetzt. Im Zeitraum zwischen 2000 und 2011 wurden 62 Prozent im Straßenbau, 20 Prozent im Deponiebau und 18 Prozent in industriellen Baumaßnahmen verwertet [4].

Bei der bautechnischen Verwertung einzuhaltende umweltrelevante Materialanforderungen wurden 1998 in einem auf die Schlackenverwertungsanlage bezogenen immissionsrechtlichen Genehmigungsbescheid des Landratsamts Augsburg festgelegt. Auf Anregung des Wasserwirtschaftsamts Donauwörth wurden darüber hinaus die Stoffe Bismut und Tellur zur Erfahrungssammlung in den Untersuchungsumfang der Eigen- und Fremdüberwachung aufgenommen. Zwischenzeitlich war bei einem mit Elektroofenschlacke errichteten Straßendamm, der aufgrund einer ungünstigen Fahrbahnentwässerung mit Niederschlagswasser durchsickert wurde, in Teilbereichen ein Austrag von Molybdän ins Grundwasser zu beobachten. Seither ist eine bautechnische Verwertung in Bayern nur noch mit definierten technischen Sicherungsmaßnahmen, beispielsweise als Frostschutzschicht mit wasserundurchlässiger Überdeckung, möglich und ein offener Einbau der Einbauklasse 1 nach LAGA-Mitteilung 20 derzeit untersagt [5, 6]. In den vom bayerischen Landesamt für Umwelt herausgegebenen umweltfachlichen Kriterien zur Verwertung von Elektroofenschlacke wurde entsprechend ein Zuordnungswert für Molybdän ergänzt, während die bereits in der immissionsschutzrechtlichen Genehmigung enthaltenen Zuordnungswerte Z 2 unverändert fortbestehen [6]. Messwerte für Bismut und Tellur, die im Eluat häufig unter der Nachweisgrenze lagen, sowie der Feststoffwert für Barium sind für die Verwertung nicht mehr relevant. Diese in Bayern derzeit geltenden Zuordnungswerte sind in Tabelle 1 aufgelistet.

Tabelle 1: Zuordnungswerte der umweltfachlichen Kriterien zur Verwertung von Elektroofenschlacke in Bayern

Parameter	Dimension	Zuordnungswert Z 2
pH-Wert ¹	-	10 bis 12,5
elektrische Leitfähigkeit	µS/cm	1.500
Chrom ges.	µg/l	100
Fluorid	µg/l	2.000
Vanadium	µg/l	250
Molybdän	µg/l	250
Barium	µg/l	1.000
Wolfram	µg/l	— ²

¹ kein Grenzwert; bei Abweichung ist Ursache zu prüfen

² ist als Erfahrungswert zu bestimmen

Quelle: Bayerisches Landesamt für Umwelt: Umweltfachliche Kriterien zur Verwertung von Elektroofenschlacke (EOS), Augsburg, 2008

2. Baumaßnahme B 16 neu Gundelfingen – Lauingen

Die Bundesstraße 16 führt als überregionale Verkehrsachse in Bayern über den Raum Ulm nach Regensburg und verbindet damit wichtige Wirtschaftsräume entlang der Donau. Im Landkreis Dillingen a.d. Donau ist die Trassenführung bis heute durch Ortsdurchfahrten gekennzeichnet, die vor allem zu Stoßzeiten erhebliche Beeinträchtigungen für die Anwohner bewirken. Bereits seit den Siebzigerjahren werden deshalb Umfahrungsvarianten diskutiert, die in den Achtzigern zumindest für die Städte Gundelfingen und Lauingen verfeinert wurden und 1995 in ein Planfeststellungsverfahren mündeten. Im Jahr 1998 wurde schließlich der Bau einer 9,3 Kilometer langen Ortsumfahrung begonnen und am 12. Juli 2002 für den Verkehr freigegeben [10].

Für die Trasse selbst sowie die Anschlussbereiche zu- und abführender Straßen ergab sich ein Bedarf von 75.000 m³ Frostschutzschichten [10]. Über ein Nebenangebot wurde von der ausführenden Baufirma die Verwendung von Elektroofenschlacke vorgeschlagen und vom zuständigen Straßenbauamt Neu-Ulm in Absprache mit dem Wasserwirtschaftsamt Krumbach in den meisten Teilbereichen als Frostschutzschicht unter dem asphaltgebundenen Oberbau akzeptiert. Bild 1 zeigt den Einbau der Frostschutzschicht in die Trasse der B 16 neu. Gemäß der Projektdokumentation des Schlackenverwerters wurden knapp 129.000 Tonnen des Materials in den Jahren 2000 und 2001 geliefert [7]. Die vorliegenden Eigen- und Fremdüberwachungsprüfungen bestätigten durchweg die Einhaltung der für diese Baumaßnahme geltenden Zuordnungswerte Z 2 und unterschritten in der Regel die Zuordnungswerte Z 1.2 deutlich, zum Untersuchungszeitpunkt waren lediglich die damals noch nicht relevanten Parameter Molybdän und Wolfram nicht im Prüfumfang enthalten [7].



Bild 1:

Einbau von Elektroofenschlacke an der B 16 neu

Quelle: Max Aicher GmbH

3. Ausblick

Angesichts der in Bayern derzeit restriktiv gehandhabten Verwertung von Elektroofenschlacken ist eine Verunsicherung festzustellen, wodurch potenzielle Anwender auch bei geeigneten Bauprojekten von der zulässigen Verwendung absehen und verstärkt auf natürliche Gesteinskörnungen zurückgreifen. Zum Nachweis der Umweltverträglichkeit werden deshalb anhand der geschilderten Baumaßnahme B 16 neu ergänzende Untersuchungen über das Langzeitverhalten bei der baustofflichen Verwertung von Elektroofenschlacken durchgeführt. Dafür werden zunächst die dokumentierten Materialeigenschaften mit damaligen und heutigen Verwertungsanforderungen abgeglichen. Ergänzende Untersuchungen

sehen eine Beprobung des Grundwassers vor, wofür zwei neue Pegel in unmittelbarer Nähe zur Bundesstraße eingerichtet wurden (Bild 2). Bei Bedarf können zusätzlich Materialproben aus der Frostschuttschicht entnommen werden und auf mögliche Veränderungen der Zusammensetzung untersucht werden.

Mittelfristig soll die geplante Ersatzbaustoffverordnung bundesweit einheitliche Regelungen zur Verwertung von mineralischen Abfällen oder industriellen Nebenprodukten schaffen [1]. Bei Einhaltung der in der Verordnung aufgeführten Materialwerte in Verbindung mit den relativ detailliert vorgegebenen Einsatzmöglichkeiten ist nach derzeitigem Ermessen davon auszugehen, dass weder eine nachteilige Veränderung der Grundwasserbeschaffenheit noch schädliche Bodenveränderungen auftreten. Der als Mantelverordnung angelegte Entwurf novelliert gleichzeitig die Grundwasser- und die Bodenschutzverordnung. Leider konnte bisher noch kein Konsens zwischen dem Ordnungsgeber und den zahlreichen beteiligten Interessensgruppen über das Verordnungspaket erzielt werden, so dass derzeit kein realistischer Termin für das Inkrafttreten der auch von der Industrie grundsätzlich begrüßten Ersatzbaustoffverordnung absehbar ist.



Bild 2:

Neue Grundwassermessstelle an der B 16 neu

4. Literatur

- [1] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU): Arbeitsentwurf zur Verordnung zur Festlegung von Anforderungen für das Einbringen und das Einleiten von Stoffen in das Grundwasser, an den Einbau von Ersatzbaustoffen und für die Verwendung von Boden und bodenähnlichem Material. Berlin, 2011
- [2] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) (Hrsg.): Deutsches Ressourceneffizienzprogramm (ProgRess) – Programm zur nachhaltigen Nutzung und zum Schutz der natürlichen Ressourcen. Beschluss des Bundeskabinetts vom 29.02.2012, Berlin, 2012
- [3] Statistisches Bundesamt: Umwelt Abfallbilanz 2010. Wiesbaden, 2012
- [4] Geißler, G.; Ciocea, A.; Mooser, A.: Aufbereitung und Verwertung von Elektroofenschlacke. In: Thomé-Kozmiensky, K. J.; Versteil, A. (Hrsg.): Schlacken aus der Metallurgie, Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2011, S. 91-100
- [5] Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (Hrsg.): Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen – Technische Regeln – Allgemeiner Teil. Mitteilung der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) 20, Mainz, 2003
- [6] Bayerisches Landesamt für Umwelt: Umweltfachliche Kriterien zur Verwertung von Elektroofenschlacke (EOS), Augsburg, 2008

- [7] Max Aicher GmbH: Interne Projektdokumentation. Meitingen, 2012
- [8] Markus, H. P.; Hofmeister, H.; Heußner, M.: Die Lech-Stahlwerke in Bayern – ein modernes Elektrostahlwerk und seine Schlackenmetallurgie. In: Thomé-Kozmiensky, K. J.; Versteyl, A. (Hrsg.): Schlacken aus der Metallurgie, Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2011, S. 67-88
- [9] Merkel, T.: Erzeugung und Nutzung von Produkten aus Eisenhüttenschlacke 2011. In: Report des FEhS-Instituts 1/2012, S. 14
- [10] Straßenbauamt Neu-Ulm (Hrsg.): B 16 neu Ortsumfahrung Gundelfingen – Lauingen, Broschüre zur Verkehrsfreigabe am 12. Juli 2002. Mering: WEKA info verlag gmbh, 2002

Die Deutsche Bibliothek – CIP-Einheitsaufnahme

Schlacken aus der Metallurgie, Band 2

– **Ressourceneffizienz und Stand der Technik** –

Michael Heußen, Heribert Motz.

– Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2012

ISBN 978-3-935317-86-3

ISBN 978-3-935317-86-3 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 2012

Redaktion und Lektorat: Professor Dr.-Ing. habil. Dr. h. c. Karl J. Thomé-Kozmiensky,
M.Sc. Elisabeth Thomé-Kozmiensky

Erfassung und Layout: Sandra Peters; Titelgestaltung: ZUP! GmbH, Augsburg

Druck: Mediengruppe Universal Grafische Betriebe München GmbH, München

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.