

Langzeitstudie an der Bundesstraße B 16 in Bayern

Mario Mocker und Martin Faulstich

1.	Umweltpolitischer Rahmen	68
2.	Umweltverträglichkeit von Elektroofenschlacke beim Bau der B 16 neu	70
2.1.	Baumaßnahme und durchgeführte Untersuchungen	70
2.2.	Ergebnisse der Grundwasseruntersuchungen.....	71
2.3.	Ergebnisse der Materialuntersuchungen.....	73
3.	Zusammenfassung	76
4.	Quellen	77

Im Jahr 2013 wurden in Deutschland 5,56 Millionen Tonnen Stahlwerksschlacken produziert, wovon 1,72 Millionen Tonnen bei der Elektrostahlerzeugung entstanden [11]. Etwa 180.000 Tonnen jährlich, also gut zehn Prozent der Elektroofenschlacke (EOS), stammen dabei aus dem einzigen bayerischen Elektrostahlwerk, den Lech-Stahlwerken in Meitingen [7]. Diese Menge wird von der Max Aicher Umwelt GmbH zu vermarktbareren Baustoffen mit der Handelsbezeichnung EloMinit verarbeitet. Aufgrund besonderer bautechnischer Eigenschaften wie Kornform, Festigkeit und Dichte eignet sich das Material unter anderem für zahlreiche Verwendungsmöglichkeiten im Straßen-, Deponie- und Industriebau sowie für Sonderanwendungen beispielsweise im Strahlenschutz [7].

Bei der Anwendung im Straßenbau wurde die Umweltverträglichkeit von Elektroofenschlacke bereits durch Forschungsarbeiten im Labor und in halbtechnischen Lysimetern sowie an einem als Versuchsstrecke gestalteten landwirtschaftlichen Weg nachgewiesen. Beim dabei untersuchten Einbau in ungebundenen Schichten wurden weder umweltrelevante Auslaugungen in Boden und Grundwasser noch ökotoxikologische Wirkungen festgestellt [3]. Dennoch gelangte seit 2008 keine bayerische Elektroofenschlacke mehr in den Straßenbau, und auch in der bundesdeutschen Betrachtung nahm die gesamte baustoffliche Verwendung von Stahlwerksschlacken zuletzt ab [11]. Um weitere Argumente für die Umweltverträglichkeit der straßenbaulichen Verwendung zu erhalten, wurden deshalb ergänzende Langzeitbetrachtungen an einer typischen kommerziellen Straßenbaumaßnahme vorgenommen [13]. Hierzu beauftragte die Max Aicher Umwelt GmbH die Autoren mit der fachlichen Beurteilung sowohl von Materialproben nach mehr als zehnjährigem Einsatz im Straßenbaukörper als auch von Grundwasseranalysen im direkten Einflussbereich des Ersatzbaustoffs.

Die im Folgenden wiedergegebenen Ergebnisse dieser Untersuchungen entsprechen der Darstellung im Fachbuch *Mineralische Nebenprodukte und Abfälle – Aschen, Schlacken, Stäube und Baurestmassen* [12].

1. Umweltpolitischer Rahmen

Der Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU) benennt im aktuellen Umweltgutachten 2012 *Verantwortung in einer begrenzten Welt* folgende generelle Umweltauswirkungen der Rohstoffgewinnung [15]:

- Verlust und Verschlechterung von Ökosystemen
- Flächenverbrauch
- Beeinträchtigung des Wasserhaushalts
- Emissionen (Luft, Wasser, Boden)
- Schadstoffe aus der Extraktion
- Energie- und Wassereinsatz

Die Schadstofffreisetzung und ein übermäßiger Energie- und Wassereinsatz betreffen dabei vordringlich die meist im Ausland stattfindende Förderung von Metallerzen und befinden sich damit nicht in unserem direkten Einflussbereich. Demgegenüber werden Ökosysteme, Flächen, Landschaftsbild und Gewässer trotz hoher Umweltschutzstandards auch bei der Gewinnung von Rohstoffen im Inland beeinträchtigt. Speziell beim nassen Kiesabbau verweist das Umweltgutachten auf Gefahren wie die Beeinträchtigung der Grundwasserqualität oder ein Absenken des Grundwasserspiegels.

Eine konsequente Kreislaufführung und Verwendung von Sekundärrohstoffen erweist sich gerade bei Massengütern als probates Mittel zur Verringerung des Primärrohstoffeinsatzes und damit auch zur Begrenzung der damit verbundenen Umweltauswirkungen. Dementsprechend wird in dem von der Rohstoffstrategie der Bundesregierung abgeleiteten deutschen Ressourceneffizienzprogramm (ProgRess) die Bedeutung von Recyclingbaustoffen herausgestellt und auf eine langfristige Sicherung des hohen Verwertungs-niveaus mineralischer Nebenprodukte und Abfälle abgezielt [5]. Die Forderung nach einer Optimierung von Erfassung und Recycling ressourcenrelevanter Mengenabfälle ist dort unter dem Handlungsansatz 13 dokumentiert. Auch im deutschen und europäischen Abfallrecht kommt der Kreislaufführung von Rohstoffen eine besondere Bedeutung zu. Gemäß der Abfallrahmenrichtlinie, die 2012 durch das Kreislaufwirtschaftsgesetz in nationales Recht umgesetzt wurde, ist bei der Abfallbewirtschaftung inzwischen die folgende fünfstufige Abfallhierarchie zu beachten [14, 8]:

1. Vermeidung
2. Vorbereitung zur Wiederverwendung
3. Recycling
4. Sonstige Verwertung, insbesondere energetische Verwertung und Verfüllung
5. Beseitigung

Aufgrund der eindeutigen Rangfolge der Abfallhierarchie ist somit aus aktueller abfallwirtschaftlicher Sicht die baustoffliche Verwendung einer Verfüllung oder einer Beseitigung auf Deponien vorzuziehen, sofern nicht eine der letztgenannten Maßnahmen den Schutz von Mensch und Umwelt unter Berücksichtigung des gesamten Lebenszyklus‘ besser gewährleistet. Die Ausnutzung sehr spezifischer Materialeigenschaften von Elektroofenschlacke in ihren vielfältigen Anwendungen bekräftigt eine höherrangige Stellung innerhalb der Abfallhierarchie.

Als allgemeine Bedingung für eine umweltverträgliche Kreislaufführung dürfen von Sekundärrohstoffen selbstverständlich keine schädlichen Umweltwirkungen ausgehen. Die dafür maßgeblichen Kriterien werden derzeit aber nicht bundeseinheitlich gehandhabt. Materialwerte für eine Vielzahl von Ersatzbaustoffen, darunter auch Elektroofenschlacken, waren bereits in einem 2004 von der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) vorgelegten Eckpunktepapier zur Vorbereitung eines Verordnungsentwurfes enthalten. Inzwischen wurden mehrere Arbeitsentwürfe veröffentlicht, die unter anderem ein verändertes Analysenverfahren zur Ermittlung stoffspezifischer Eluatkonzentrationen vorsehen. Bis heute konnte aber kein Konsens zwischen den offensichtlich divergierenden Ansichten von Bund und Ländern, Wasser-, Boden- und Ressourcenschutz sowie Politik und Wirtschaft erzielt werden, so dass derzeit weder eine Prognose zum Zeitpunkt des Inkrafttretens der Regelung noch zu den darin enthaltenen Verwertungsanforderungen möglich erscheint.

Die für eine baustoffliche Verwendung EloMinit maßgeblichen Materialanforderungen wurden ursprünglich im Rahmen der immissionschutzrechtlichen Genehmigung für die Schlackenaufbereitungsanlage in Meitingen geregelt. Zwischenzeitlich war jedoch bei einem mit Elektroofenschlacke errichteten Straßendamm in Teilbereichen ein Austrag von Molybdän ins Grundwasser zu beobachten. Als Ursache wurde eine Durchsickerung mit Niederschlagswasser aufgrund einer ungünstigen Fahrbahnentwässerung festgestellt. Seither ist eine bautechnische Verwertung in Bayern nur noch mit definierten technischen Sicherungsmaßnahmen, beispielsweise als Frostschutzschicht mit wasserundurchlässiger Überdeckung, möglich. Die derzeit in Bayern gültigen technischen Anforderungen an die Verwertung wurden in den erstmals 2008 vom Bayerischen Landesamt für Umwelt veröffentlichten *Umweltfachlichen Kriterien zur Verwertung von Elektroofenschlacke (EOS)* dokumentiert und 2013 mit erläuternden Hinweisen aktualisiert [1, 2]. Die darin enthaltenen Zuordnungswerte sind in Tabelle 1 den statistischen Kenndaten der werkseigenen Produktionskontrolle aus den Jahren 1999 bis 2013 gegenübergestellt [10]. Alle aktuell maßgeblichen Materialanforderungen wurden auch über einen sehr langen Betrachtungszeitraum hinweg sicher eingehalten. Im Geltungsbereich der Umweltfachlichen Kriterien ist EloMinit somit in folgenden Baumaßnahmen uneingeschränkt verwendbar [1, 2]:

- beim Bau von Straßen-, Wege- und Verkehrsflächen,
- in gebundenen Deckschichten,
- in Tragschichten
(in ungebundener Tragschicht nur unter wasserundurchlässiger Deckschicht),

- bei Erdbaumaßnahmen wie Lärm- und Sichtschutzwällen, Straßendämmen (Unterbau), sofern durch aus technischer Sicht geeignete einzelne oder kombinierte Maßnahmen sichergestellt wird, dass das Niederschlags- und/oder Oberflächenwasser von der eingebauten EOS effektiv und dauerhaft ferngehalten wird.

Tabelle 1: Zuordnungswerte der umweltfachlichen Kriterien zur Verwertung von EOS in Bayern im Vergleich mit Messwerten der Werkseigenen Produktionskontrolle (WPK)

Parameter	Einheit	Umweltfachliche Kriterien	Werkseigene Produktionskontrolle (WPK) 1999-2013			
		Zuordnungswert Z2	Mittelwert	Minium	Maxium	Anzahl Messwerte
pH-Wert ¹	-	10 bis 12,5	11,1	8,7	11,9	273
el. Leitfähigkeit	µS/cm	1.500	327	79	1.000	273
Chrom ges.	µg/l	100	12	< 5	32	273
Fluorid	µg/l	2.000	119	< 50	500	273
Vanadium	µg/l	250	46	< 10	100	267
Molybdän ³	µg/l	250	34	< 10	170	53
Barium	µg/l	1.000	115	30	320	273
Wolfram ⁴	µg/l	~ ²	168	< 5	710	118

¹ kein Grenzwert; bei Abweichung ist Ursache zu prüfen

² ist als Erfahrungswert zu bestimmen

³ Messung seit 2008

⁴ Messung seit 2005

Quellen:

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

Bayerisches Landesamt für Umwelt: Umweltfachliche Kriterien zur Verwertung von Elektroofenschlacke (EOS), Stand März 2013

Max Aicher Umwelt GmbH: Dokumentation der werkseigenen Produktionskontrolle 1999-2013

2. Umweltverträglichkeit von Elektroofenschlacke beim Bau der B 16 neu

2.1. Baumaßnahme und durchgeführte Untersuchungen

Beim Neubau der B 16 als Umfahrung der Städte Gundelfingen und Lauingen wurden in einer 9,3 km langen Trasse in den Jahren 2000 und 2001 knapp 129.000 Tonnen des Materials als Frostschuttschicht unter dem asphaltgebundenen Oberbau eingebaut [13]. Zum Beleg der Umweltverträglichkeit wurden im Sommer 2013 sowohl Feststoff- und Eluatuntersuchungen am eingebauten Material als auch Analysen des Grundwassers in unmittelbarer Straßennähe vorgenommen. Hierzu wurden drei neue Grundwassermessstellen eingerichtet und weiterhin Kernbohrungen an zwei Punkten im Fahrbahnbelag sowie an einer Stelle des Bankettbereichs niedergebracht. Die Lage

der Messstellen ist aus Bild 1 ersichtlich. Aufgrund der Grundwasserfließrichtung von Nordwest nach Südost repräsentieren die Bohrungen BGW 2013-1 den Zustrom, in dessen Einzugsbereich sich keine Elektroofenschlacke befindet, und BGW 2013-2 sowie BGW 2013-3 den zu beurteilenden Abstrom. Auf die Baumaterialien zurückzuführende Einflüsse wären somit eindeutig erkennbar.

Die untersuchten Materialproben stammen aus den Bohrkernen der Bohrungen B 2 und B 4 in der Fahrbahn sowie B 3 im Bankett und wurden analog als BK 2, BK 4 und BK 3 bezeichnet. Analysiert wurden Proben der Frostschuttschicht aus einer Tiefe von 0,6 m (BK 2) bzw. 0,7 m (BK 4 und BK 3). Über den Vergleich von Feststoff- und Eluatwerten mit Neumaterial sollten mögliche Materialveränderungen nach langjährigem Einsatz erkannt werden. Insbesondere hätten deutliche Konzentrationsabnahmen auf eine Freisetzung der entsprechenden Elemente in die Umwelt hingedeutet. Besonderes Augenmerk lag auf der Probe BK 3 aus dem Bankettbereich, da hier am ehesten mit einer Beeinträchtigung zu rechnen wäre. Die Analysen geben somit auch Hinweise auf die Notwendigkeit einer aufwändigen Bauweise, bei der im Bankettbereich natürlicher Frostschuttkies Verwendung findet.

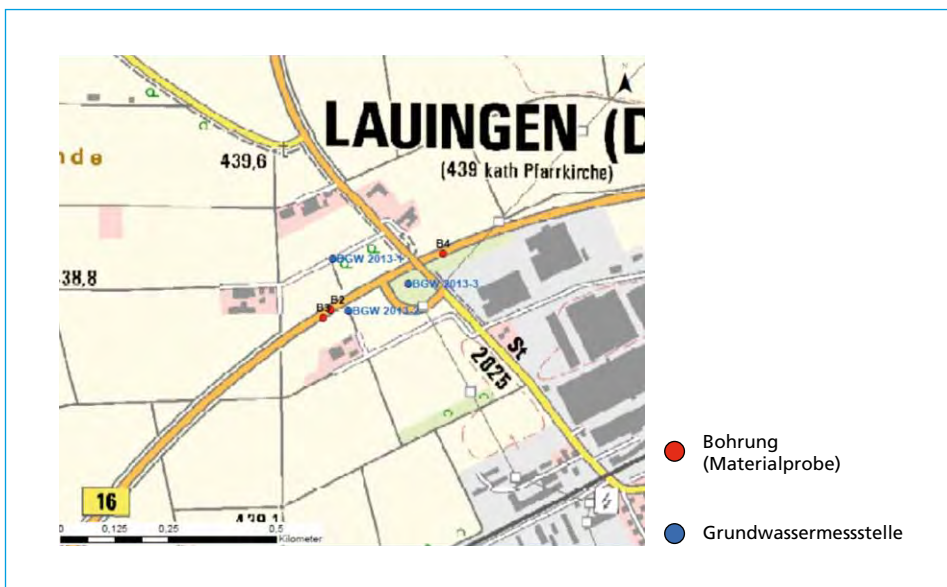


Bild 1: Lageplan der Bohrungen für Grundwasser- und Materialuntersuchungen an der B 16 neu

Quelle: Geotechnisches Büro für Erd- und Grundbau, Ingenieur- und Hydrogeologie

2.2. Ergebnisse der Grundwasseruntersuchungen

Messergebnisse von Probenahmen des Grundwassers am 12.08.2013 sind in Tabelle 2 wiedergegeben und zum Vergleich den Anforderungen der Trinkwasserverordnung sowie den von der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) publizierten Geringfügigkeitsschwellenwerten (GFS-Werte) gegenübergestellt [9, 17]. Zwischenzeitlich wurde

über veränderte und teilweise verschärfte GFS-Werte berichtet, die allerdings noch nicht von der LAWA selbst bekannt gegeben sind und deshalb noch keine Aufnahme in die Tabelle fanden [6].

Tabelle 2: Messergebnisse der Grundwasserbeprobung vom 12.08.2013 und Vergleich mit GFS-Werten bzw. Trinkwasserverordnung

Beurteilungsparameter	Einheit	Messwerte			Vergleichswerte	
		BGW 2013-1 Zustrom	BGW 2013-2 Abstrom	BGW 2013-3 Abstrom	GFS-Werte LAGA ¹	Trinkwasser- verordnung ²
pH-Wert		7,0	7,1	7,1	-	6,5-9,5
el. Leitfähigkeit	µS/cm	785	742	768	-	2.790
Chlorid	mg/l	43	38	45	250	250
Sulfat	mg/l	23	23	25	240	250
Fluorid	µg/l	< 100	< 100	< 100	750	1.500
Barium	µg/l	49	44	53	340	-
Blei	µg/l	< 1	< 1	< 1	7	10
Cadmium	µg/l	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,5	3
Chrom ges.	µg/l	< 1	< 1	< 1	7 ³	50
Fluorid	µg/l	< 100	< 100	< 100	750	1.500
Kupfer	µg/l	1	< 1	< 1	14	2.000
Molybdän	µg/l	2	1	< 1	35	-
Nickel	µg/l	< 1	< 1	< 1	14	20
Niob	µg/l	< 1	< 1	< 1	-	-
Tellur	µg/l	< 2	< 2	< 2	-	-
Vanadium	µg/l	< 1	< 1	< 1	4	-
Wolfram	µg/l	< 0	< 0	< 0	-	-
Zink	µg/l	10	6	6	58	-
Pegelstand bei Messung	m unter POK ⁴	6,64	6,27	4,30	n.a.	n.a.
Schwankungsbereich Pegel	m unter POK ⁴	6,77 - 7,18	k.A.	4,23 - 4,63	n.a.	n.a.

n.a.: nicht anwendbar, k.A.: keine Angabe (Parameter wurde nicht bestimmt)

¹ Geringfügigkeitsschwellenwerte zur Beurteilung von lokal begrenzten Grundwasserunreinigungen

² Grenzwerte nach Trinkwasserverordnung

³ Cr (III)

⁴ Pegeloberkante

Quellen:

Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) unter Vorsitz von Nordrhein-Westfalen (Hrsg.): Ableitung von Geringfügigkeitsschwellenwerten für das Grundwasser, Düsseldorf 2004

Trinkwasserverordnung in der Fassung der Bekanntmachung vom 2. August 2013 (BGBl. I S. 2977), die durch Artikel 4 Absatz 22 des Gesetzes vom 7. August 2013 (BGBl. I S. 3154) geändert worden ist

Bei diesen Untersuchungen waren keine auf den Einsatz von EOS zurückzuführenden Belastungen erkennbar. Sofern überhaupt messbare Konzentrationen vorlagen, waren die betreffenden Elemente bereits im Zustrom in gleicher Größenordnung vorhanden und lagen deutlich unterhalb der Vergleichswerte. Die Pegelstände bei Messung sowie

die zwischen 31.07.2013 und 08.11.2013 registrierten Schwankungen belegen einen ausreichenden Abstand zwischen der Unterkante der Frostschuttschicht und dem Grundwasserstand. Um den Befund abzusichern, können die Pegelstände weiter beobachtet und die Grundwasseranalysen periodisch wiederholt werden.

2.3. Ergebnisse der Materialuntersuchungen

Bild 2 zeigt die Analysenwerte von ausgewählten EOS-spezifischen Schwermetallen im Feststoff der Bohrkerne (Chrom gesamt, Barium, Vanadium, Wolfram und Molybdän). Zum Vergleich sind diesen Gehalten die gemittelten Werte aus Stichproben der werkseigenen Produktionskontrolle in den Jahren 2000 bis 2003 gegenübergestellt, um die Größenordnungen im Originalzustand des verbauten Materials einzuschätzen. Weiterhin wurde eine Materialprobe aus einem etwa zehn Jahre alten Haldenbereich der Schlackenaufbereitung bei der Max Aicher Umwelt GmbH in Meitingen in die Betrachtung einbezogen. In Bild 3 sind die ebenfalls bestimmten Konzentrationen an Zink, Kupfer, Nickel und Blei wiedergegeben. Da diese Feststoffparameter nicht im Untersuchungsumfang der werkseigenen Produktionskontrollen 2000 bis 2003 enthalten waren, dient hier eine Stichprobe aus der Produktion von 2012 als weiterer Vergleichswert. Im Hinblick auf die Zulässigkeit des Einbaus von EOS im Straßenbau sind die Feststoffwerte nicht beurteilungsrelevant, sie dienen hier lediglich zur Erkennung möglicher Materialveränderungen.

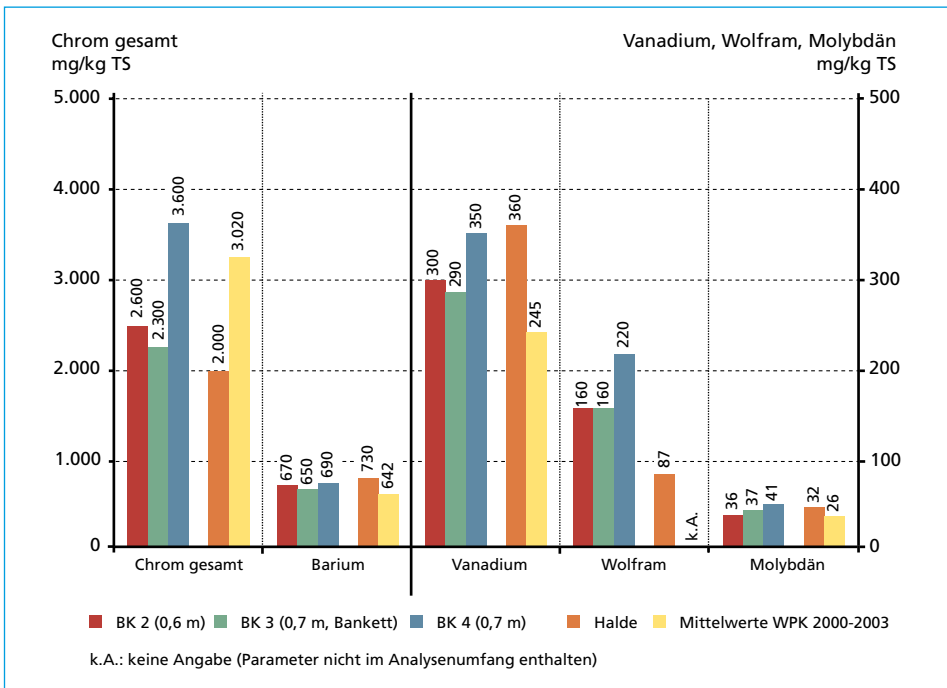


Bild 2: Feststoffanalysen von EOS-spezifischen Schwermetallen in den Bohrkerne und in Vergleichsmaterialien (nur zu Vergleichszwecken, für die baustoffliche Verwendung nicht beurteilungsrelevant)

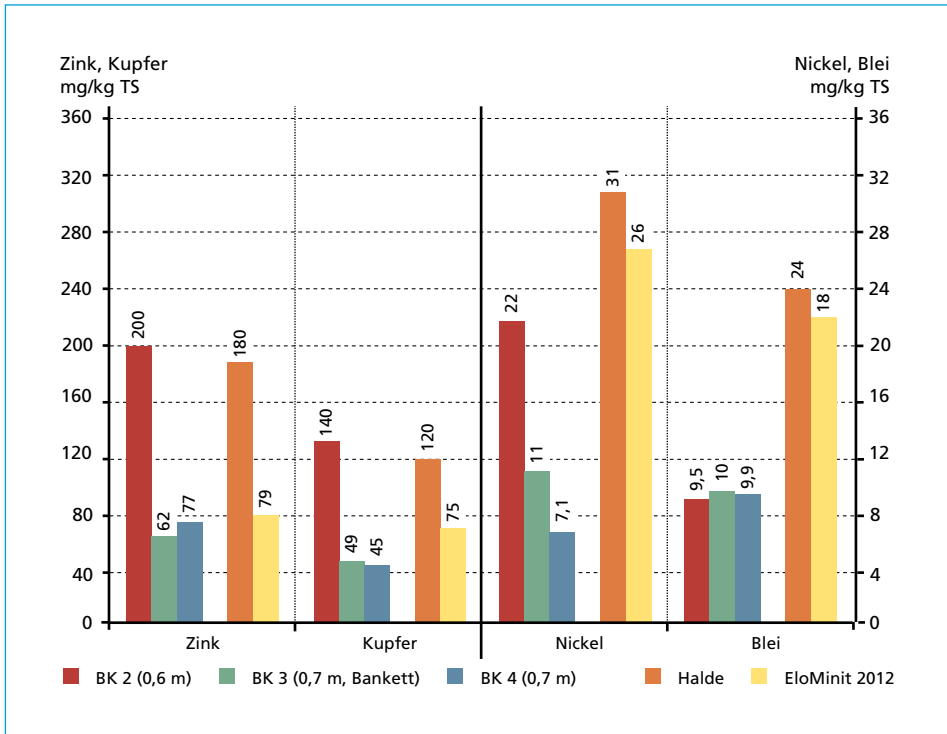


Bild 3: Feststoffanalysen von sonstigen Schwermetallen in den Bohrkernen und in Vergleichsmaterialien (nur zu Vergleichszwecken, für die baustoffliche Verwendung nicht beurteilungsrelevant)

Die Probe aus dem Bankettbereich weist bei Chrom gesamt, Barium und Vanadium die niedrigsten Konzentrationen der Bohrkern auf, wobei die Unterschiede zum aus einem benachbarten Straßenabschnitt stammenden Bohrkern 2 bei Barium und Vanadium nur wenige Prozent betragen. Die Elementgehalte der untersuchten Proben liegen zudem häufig innerhalb des Schwankungsbereichs der Vergleichsmaterialien. Bei den übrigen Schwermetallen zeigt sich ein uneinheitlicher Trend, aus dem keine erhöhte Auswaschung der Frostschutzschicht im Bankettbereich abgeleitet werden kann. Tendenziell liegen die Elementgehalte des in der B 16 neu verbauten Frostschutzmaterials bei Zink, Kupfer, Nickel und Blei leicht unter den Vergleichswerten, die höheren Werte für BK 2 verdeutlichen aber die vorhandene Schwankungsbreite vergleichbarer Proben auf insgesamt sehr niedrigem Niveau.

Bild 4 und Bild 5 zeigen die Eluatanalysen der Bohrkern sowie der oben genannten Vergleichsmaterialien. In den Grafiken sind ferner die jeweiligen Zuordnungswerte der Umweltfachlichen Kriterien (Tabelle 1) gekennzeichnet. Neben den in den Bildern dargestellten Parametern ergaben weitere Bestimmungen an den Bohrkernen keine Konzentrationen über der in Klammern dargestellten Nachweisgrenze: Fluorid ($< 100 \mu\text{g/l}$), Blei ($< 5 \mu\text{g/l}$), Cadmium ($< 0,5 \mu\text{g/l}$), Zink ($< 10 \mu\text{g/l}$), Tellur ($< 2 \mu\text{g/l}$), Niob ($< 1 \mu\text{g/l}$).

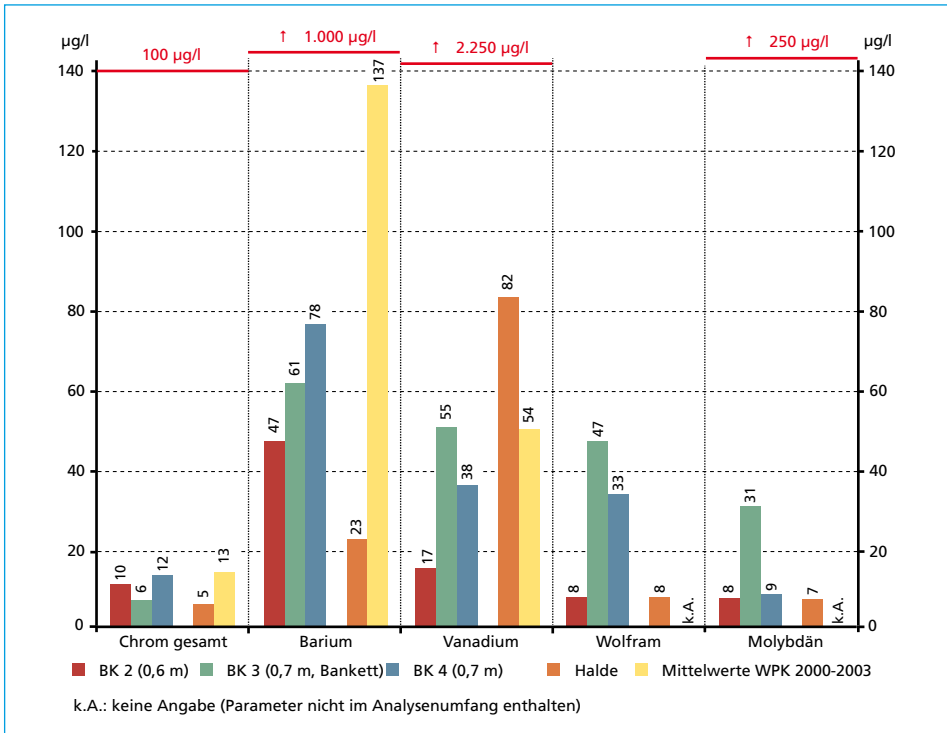


Bild 4: Eluatanalysen EOS-spezifischer Schwermetalle an den Bohrkernen und an Vergleichsmaterialien mittels Trogverfahren nach DIN EN 1744-3 (Wasser-Feststoff-Verhältnis 10:1) und Vergleich mit Zuordnungswerten – Hinweis: für Wolfram ist kein Zuordnungswert festgelegt.

Von den für EOS relevanten Schwermetallen (Bild 4) weist der aus dem Bankett stammende Bohrkern BK 3 die höchsten Eluatkonzentrationen der Bohrkern an Wolfram, Vanadium und Molybdän auf, die allerdings im Vergleich mit den Zuordnungswerten immer noch auf sehr niedrigem Niveau liegen. Lysimeterversuche im halbtechnischen Maßstab mit Simulation einer natürlichen Beregnung von EOS zeigten bereits nach weniger als einem Jahr einen deutlichen Rückgang des gelösten Vanadiums, so dass dieser Parameter im Vergleich mit den anderen Bohrkernen beim Vorliegen eines *wash-off-Effektes* bei starker Durchströmung deutlich vermindert sein müsste [4]. Parallel zu diesen Versuchen vorgenommene Beprobungen des Sickerwassers unter einer Versuchsstrecke deuten jedoch auf eine verlangsamte Freisetzung des Vanadiums hin, die auch in anderen Untersuchungen festgestellt wurde [16]. Diesen Berichten zu Folge wäre allerdings bei Molybdän ein rascheres Abklingen der Eluatkonzentration zu erwarten, die in BK 3 ebenfalls über den Vergleichswerten liegt. Diese Befunde können somit als weiteres Indiz gegen eine vermehrte Auslaugung im Bankettbereich gewertet werden. Andererseits deuten die in Bild 5 dargestellten sonstigen Eluatkonzentrationen, insbesondere Chlorid und Leitfähigkeit, auf eine – wenn auch geringe – Beeinflussung des Bankettbereichs durch Tausalz hin, welche eine etwas erhöhte Mobilisierung von Schwermetallen erklären könnte. Angesichts der Messunsicherheiten knapp oberhalb

der Nachweisgrenzen sollten schwankende Konzentrationen in diesen Bereichen allerdings nicht überbewertet werden.

Auf Grundlage der untersuchten Stichproben wären die in der Trasse verbaute Schlacke wie auch das derzeit noch auf Halde liegende Material nach den geltenden Anforderungen der Umweltfachlichen Kriterien erneut in vergleichbaren Baumaßnahmen verwertbar.

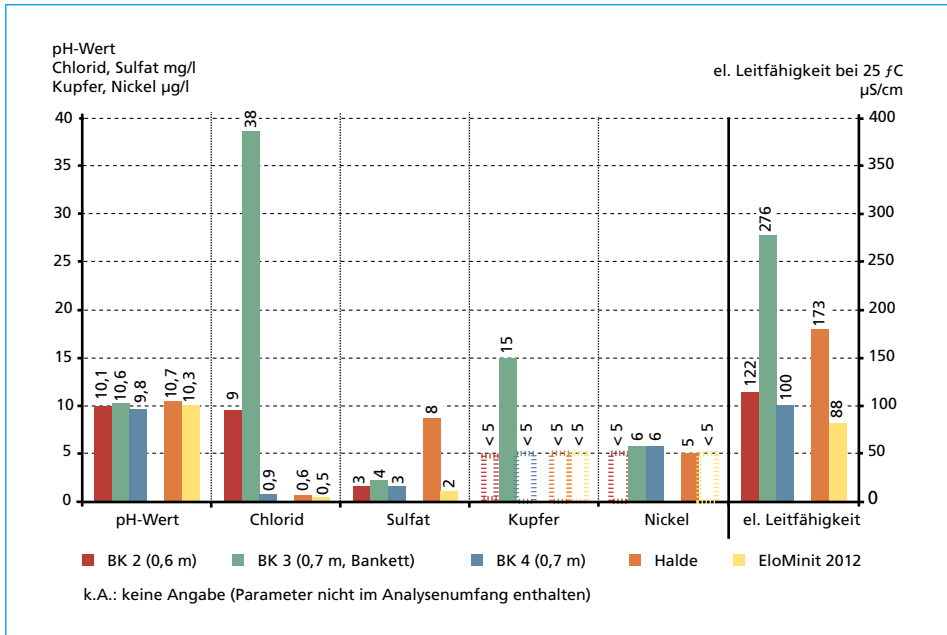


Bild 5: Eluatanalysen sonstiger Parameter an den Bohrkernen und an Vergleichsmaterialien mittels Trogverfahren nach DIN EN 1744-3 (Wasser-Feststoff-Verhältnis 10:1) und Vergleich mit Zuordnungswerten – Hinweise: für pH- Werte gilt ein zulässiger Schwankungsbereich von 10 bis 12,5, bei Abweichungen von pH und el. Leitfähigkeit ist die Ursache zu prüfen; für Chlorid, Sulfat, Kupfer und Nickel sind keine Zuordnungswerte festgelegt

3. Zusammenfassung

Aus umweltpolitischer Sicht trägt die baustoffliche Verwendung von mineralischen Nebenprodukten und Abfällen zu einer erheblichen Schonung natürlicher Ressourcen sowie zum Erhalt von Lebensräumen bei und kann einen spürbaren Beitrag zur gewünschten Steigerung der Rohstoffproduktivität leisten. Unabdingbare Voraussetzung für die schadlose Verwendung von solchen Mineralstoffen ist die Sicherstellung der Umweltverträglichkeit. Diesbezügliche Anforderungen werden durch rechtliche Vorgaben und die betriebliche Qualitätssicherung laufend überwacht. Die in Bayern maßgeblichen Zuordnungswerte der so genannten *Umweltfachlichen Kriterien zur Verwertung von Elektroofenschlacke (EOS)* wurden seit Einführung im Jahr 2008 von den in Bayern erzeugten Elektroofenschlacken, die unter der Bezeichnung EloMinit vermarktet werden, stets deutlich unterschritten [1, 2, 10].

Im vorliegenden Beitrag werden darüber hinaus Untersuchungen zur Umweltverträglichkeit von EloMinit am konkreten Beispiel einer 9,3 km langen Ortsumfahrungstrasse der Bundesstraße B 16 neu vorgestellt. Bei dieser Straßenbaumaßnahme wurden in den Jahren 2000 und 2001 etwa 129.000 Tonnen Elektroofenschlacke als Frostschutzschicht unter der Asphaltdecke verwendet. In diesem Zusammenhang erfolgten im Sommer 2013 Bohrungen zur Grundwasserbeprobung in unmittelbarer Nähe zur Verkehrsstrasse. Bei diesen Analysen lagen die Konzentrationen von Schwermetallen sowie weiteren Beurteilungsparametern der Wasserqualität entweder unter der Nachweisgrenze oder in der gleichen Größenordnung wie das zuströmende Grundwasser, in dessen Einzugsbereich keine EOS verwendet wurde. Es war somit keine schädliche Beeinflussung des Schutzgutes Grundwasser festzustellen.

In weiteren Bohrungen wurden Materialproben der EOS aus der Frostschutzschicht entnommen und Feststoffgehalte sowie Eluate analysiert. Die Streuung der erhaltenen Messwerte lag im Bereich von Vergleichsproben bzw. der dokumentierten Materialkennwerte aus der betrieblichen Überwachung im Zeitraum der Baumaßnahme. Es konnten keine nachteiligen Veränderungen der Materialqualität festgestellt werden. Lediglich bei einer Probe aus dem Bankettbereich ließen sich Hinweise auf eine leicht erhöhte Mobilisierung von Schwermetallen feststellen, die auf den Einfluss von Tausalz zurückzuführen sein könnte. Weder bei dieser noch bei den anderen Materialproben waren aber die maßgeblichen Zuordnungswerte überschritten, so dass das verbaute Frostschutzmaterial nach derzeitigen Anforderungen jederzeit wieder in vergleichbaren Maßnahmen verwendbar wäre.

4. Quellen

- [1] Bayerisches Landesamt für Umwelt: Umweltfachliche Kriterien zur Verwertung von Elektroofenschlacke (EOS), Stand April 2008
- [2] Bayerisches Landesamt für Umwelt: Umweltfachliche Kriterien zur Verwertung von Elektroofenschlacke (EOS), Stand März 2013
- [3] Bialucha, R., Dohlen, M.: Langfristiges Verhalten von Stahlwerksschlacken im ländlichen Wegebau, in: Report des FEHS-Instituts 1/2008, S. 11-15
- [4] Bialucha, R., Merkel, T., Motz, H.: Technische und ökologische Rahmenbedingungen bei der Verwendung von Stahlwerksschlacke, in: Thomé-Kozmiensky, K. J., Versteyl, A. (Hrsg.): Schlacken aus der Metallurgie, TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, Neuruppin 2011, S. 133-149
- [5] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) (Hrsg.): Deutsches Ressourceneffizienzprogramm (ProgRes), Programm zur nachhaltigen Nutzung und zum Schutz der natürlichen Ressourcen, Beschluss des Bundeskabinetts vom 29.2.2012, Berlin 2012
- [6] Demmich, J.: Stellungnahme der Industrie zum Arbeitsentwurf der Mantelverordnung, in: Thomé-Kozmiensky, K. J. (Hrsg.): Aschen Schlacken Stäube – aus Abfallverbrennung und Metallurgie, TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, Neuruppin 2013, S. 3-19
- [7] Geißler, G., Ciocea, A., Raiger, T.: Baustoffliche Verwertung und Umweltfreundlichkeit von Elektroofenschlacke – Langzeitstudie am Beispiel der B 16 –, in: Thomé-Kozmiensky, K. J. (Hrsg.): Mineralische Nebenprodukte und Abfälle – Aschen, Schlacken, Stäube und Baurestmassen –, TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, Neuruppin 2014, S. 353-363

- [8] Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Bewirtschaftung von Abfällen (Kreislaufwirtschaftsgesetz - KrWG) vom 24. Februar 2012 (BGBl. I, Nr. 10, S. 212), zuletzt geändert durch Artikel 3 des Gesetzes vom 8. April 2013 (BGBl. I Nr. 17, S. 734), in Kraft getreten am 2. Mai 2013
- [9] Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) unter Vorsitz von Nordrhein-Westfalen (Hrsg.): Ableitung von Geringfügigkeitsschwellenwerten für das Grundwasser, Düsseldorf 2004
- [10] Max Aicher Umwelt GmbH: Dokumentation der werkseigenen Produktionskontrolle 1999-2013
- [11] Merkel, Th.: Erhebungen zu Produktion und Einsatz von Hochofen- und Stahlwerksschlacke, in: Report des FEhS-Instituts 1/2014, S. 18
- [12] Mocker, M., Faulstich, M.: Baustoffliche Verwertung und Umweltfreundlichkeit von Elektroofenschlacke – Langzeitstudie am Beispiel der B 16 –, in: Thomé-Kozmiensky, K. J. (Hrsg.): Mineralische Nebenprodukte und Abfälle – Aschen, Schlacken, Stäube und Baurestmassen –, TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, Neuruppin 2014, S. 365-375
- [13] Mocker, M., Faulstich, M.: Umweltverträglichkeit von Elektroofenschlacken im Straßenbau anhand von Langzeitstudien, in: Heußén, M., Motz, H. (Hrsg.): Schlacken aus der Metallurgie, Band 2 – Ressourceneffizienz und Stand der Technik, TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, Neuruppin 2012, S. 169-173
- [14] Richtlinie 2008/98/EG des europäischen Parlaments und des Rates vom 19. November 2008 über Abfälle und zur Aufhebung bestimmter Richtlinien, ABl. L 312 vom 22.11.2008, S. 3
- [15] Sachverständigenrat für Umweltfragen: Umweltgutachten 2012 Verantwortung in einer begrenzten Welt, Erich Schmidt Verlag, Berlin 2013
- [16] Susset, B., Leuchs, W.: Ableitung von Materialwerten im Eluat und Einbaumöglichkeiten mineralischer Ersatzbaustoffe, Umsetzung der Ergebnisse des BMBF-Verbundes *Sickerwasserprognose* in konkrete Vorschläge zur Harmonisierung von Methoden, Umweltbundesamt (Hrsg.), Dessau-Roßlau 2011
- [17] Trinkwasserverordnung in der Fassung der Bekanntmachung vom 2. August 2013 (BGBl. I S. 2977), die durch Artikel 4 Absatz 22 des Gesetzes vom 7. August 2013 (BGBl. I S. 3154) geändert worden ist

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.dnb.de> abrufbar

Michael Heußén, Heribert Motz (Hrsg.): **Schlacken aus der Metallurgie, Band 3**
– Chancen für Wirtschaft und Umwelt –

ISBN 978-3-944310-17-6 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 2014
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: Berenice Gellhorn, Ginette Teske, Cordula Müller

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.