

# U S UMWELT-SERVICE-HETTSTEDT



## GMBH

Durch die DAkkS nach DIN EN ISO/IEC 17025  
akkreditiertes Prüflaboratorium. Die  
Akkreditierung gilt für die in der Urkunde  
aufgeführten Prüfverfahren.



**Labor-service-Umweltuntersuchungen und Gutachten-Sanierungskonzept -Recyclingservice**

Umwelt-Service-Hettstedt GmbH, Kasseler Straße 48, 06295 Lutherstadt Eisleben

Tel.: 03475 683508 Fax.: 03475 683509

<http://www.ush-umwelt.de>

e-mail.: [info@ush-umwelt.de](mailto:info@ush-umwelt.de)

Martin Wurzel HTS GmbH,  
Vatteröder Str.

06343 Mansfeld

Eisleben, den 15.03.2019

## Eluatverhalten Mansfelder Kupferschlacke

Sehr geehrte Damen und Herren,

nachfolgend übermitteln wir Ihnen unsere Stellungnahme zum Verhalten der Mansfelder Kupferschlacke bei Kontakt mit Wasser.

Veranlassung

Im Rahmen der beantragten Errichtung und Betrieb einer Deponie für Inertabfälle der Deponieklasse 0 auf dem Gelände der Zechsteinhalde „Freiesleben - Schacht“ in Mansfeld haben Sie uns beauftragt, Untersuchungen zum Eluatverhalten der Mansfelder Kupferschlacke durchzuführen. An Hand der Untersuchungsergebnisse sollen Aussagen zum Verhalten der Schlacke bei einem Einbau in die Drainageschicht des Deponiekörpers getroffen werden.

## Charakterisierung der Mansfelder Kupferschlacke

Die Mansfelder Rohhüttenschlacke findet seit Jahrhunderten u.a. als Baumaterial und einer Vielzahl anderer Anwendungsfälle Verwendung.

Als klassische Anwendungsfälle für den Einsatz der Schlacke können u. a. die Verwendung als Brechkorngemische, als Mansfelder Kupferschlackensteine (Pflastersteine, Deichbausteine), Zementzuschlagstoff, Verschleißschutz und Strahlmittel hervorgehoben werden.

Allein aus dem Schotterwerk auf der Krughütte in Eisleben wurden in den Jahren 2002 – 2004 ca. 750.000 Tonnen im Abschnitt Rothenschirmbach / Sangerhausen der BAB 38 verbaut. Zum Einsatz kamen hierbei zertifiziertes B1-Material und normales unklassiertes Brechkorn. Nennenswerte Qualitätsprobleme waren uns für diesen Anwendungsfall nicht bekannt geworden.

Unsere im Rahmen der Eigenüberwachung durchgeführten Untersuchungen wurden durch die Fremdüberwachung bestätigt.

Eine Vielzahl von Untersuchungen hat belegt, dass aus der Mansfelder Kupferschlacke keine umweltrelevanten Schadstoffe ausgewaschen werden. Die Schlacke ist witterungs-, volumen-

und frostbeständig. Eine Zusammenstellung verschiedener Untersuchungsergebnisse erfolgt in Anlage 1,

### Typische chemische Zusammensetzung der Mansfelder Kupferschlacke

Komponenten	Anteil in % min.	Anteil in % max.
SiO <sub>2</sub>	40,00	50,00
CaO	15,00	20,00
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	13,00	18,00
MgO	7,00	10,00
FeO	2,00	3,00
Mn	0,20	0,40
Na <sub>2</sub> O	1,00	1,50
Cu- Kupfer	0,10	0,25
ZnO	0,40	0,55
Fluorid	<0,1	<0,1
Sulfat	0,70	0,90
Sulfid-S	0,06	0,08
TiO <sub>2</sub>	0,70	0,80

### Physikalische Kenngrößen der Mansfelder Kupferschlacke

Komponenten	Kenngröße.
Dichte	3,40 t/m <sup>3</sup>
Schüttdichte	2,00 - 2,70 t/m <sup>3</sup>
Schmelztemperatur	1.350 °C
Siedetemperatur	>2.500 °C
Dampfdruck	nicht bekannt

Kompakt vergossene Kupferschlacke besitzt eine Dichte bis 3,4 t/m<sup>3</sup>. Die Schüttdichten liegen in Abhängigkeit von der Körnung zwischen 2,0 und 2,7 t/m<sup>3</sup>. Bei porösen Ausgangsschlacken sind die geringeren Dichten anzunehmen.

Bei der mineralogischen Zusammensetzung sind neben Diopsid (Hauptphase) noch Clinoenstatit, Augit, Magnetit, Leucit, Melilith, Chalkosin und Bornit maßgeblich.

### Untersuchungsmethodik und -ergebnisse

Die Untersuchungen erfolgten an gebrochenen Pflastersteinen aus Kupferschlacke in den Fraktionen 0 – 8 mm und 8 – 32 mm im Eluat nach dem Schüttel - und Trogverfahren. Ergänzende Untersuchungen mit unterschiedlichen pH-Werten des Lösungsmittels (Wasser) wurden vorrangig in der Grobfraction durchgeführt.

Für diese Untersuchungen wurden im Wasser zu Beginn der Eluatherstellungen pH-Werte von 6,5, 6,0 und 5,5 eingestellt.

Weiterhin wurde eine Versuchsreihe mit einem konstantem pH-Wert von 5,5 durchgeführt.

Die Untersuchungsergebnisse sind in den nachfolgenden Tabellen 1 - 3 dargestellt.

**Tabelle 1 Untersuchungsergebnisse RC-Schlacke Schütteleluat S4 Fraktion 0 – 8 mm**

Parameter im Eluat	Einheit	Messwert S4 pH 7,0	Messwert S4 pH 5,5	Tab. D.1, TL Gestein 2007, RW/GW für Kupferschlacke	LAGA M20 TR Boden 2004 Tabelle II. 1.2-1 und 1.2-5
pH-Wert	-	8,7	7,9	6,0 - 10,0	
Arsen	µg / l	<5	6		14
Blei	µg / l	<5	11	100	40
Cadmium	µg / l	<1	1,24		1,5
Chrom	µg / l	<10	<10		12,5
Kupfer	µg / l	<20	<20	100	20 / 60 <sup>1)</sup> / 100 <sup>2)</sup>
Nickel	µg / l	<10	14		15
Quecksilber	µg / l	<0,2	<0,2		<0,5
Zink	µg / l	<50	420	200	150 / 200 <sup>1)</sup> / 600 <sup>2)</sup>

**Tabelle 2 Untersuchungsergebnisse RC-Schlacke Schütteleluat S4 - Grobfraction**

Parameter im Eluat	Einheit	Messwert S4 pH 7,0	Messwert S4 pH 5,5	Messwert S4 pH 5,5 konstant	Tab. D.1, TL Gestein 2007, RW/GW für Kupferschlacke	LAGA M20 TR Boden 2004 Tabelle II. 1.2-1 und 1.2-5
pH-Wert	-	9,2	8,3	5,5	6,0 - 10,0	
Arsen	µg / l	14	14	14		14
Blei	µg / l	<5	<5	15	100	40
Cadmium	µg / l	<1	<1	<1		1,5
Chrom	µg / l	<10	<10	<10		12,5
Kupfer	µg / l	<20	<20	79	100	20 / 60 <sup>1)</sup> / 100 <sup>2)</sup>
Nickel	µg / l	<10	<10	21		15
Quecksilber	µg / l	<0,2	<0,2	<0,2		<0,5
Zink	µg / l	<50	<50	1.120	200	150 / 200 <sup>1)</sup> / 600 <sup>2)</sup>

**Tabelle 3 Untersuchungsergebnisse (RC-Schlacke) bei Eluatuntersuchungen mit unterschiedlichen pH-Werten zu Beginn der Schüttel- und Trogversuche - Grobfraction**

Parameter im Eluat	Einheit	Messwert Trog pH 6,5	Messwert Trog pH 6,0	Messwert Trog pH 5,5	Tab. D.1, TL Gestein 2007, RW/GW für Kupferschlacke	LAGA M20 TR Boden 2004 Tabelle II. 1.2-1 und 1.2-5
pH-Wert	-	7,6	7,3	5,7	6,0 - 10,0	
Arsen	µg / l	5	7	14		14
Blei	µg / l	<5	<5	9	100	40
Cadmium	µg / l	<1	<1	<1		1,5
Chrom	µg / l	<10	<10	<10		12,5
Kupfer	µg / l	<20	<20	94	100	20 / 60 <sup>1)</sup> / 100 <sup>2)</sup>
Nickel	µg / l	<10	<10	<10		15
Quecksilber	µg / l	<0,2	<0,2	<0,2		<0,5
Zink	µg / l	<50	<50	585	200	150 / 200 <sup>1)</sup> / 600 <sup>2)</sup>

### Erkenntnisse aus den Eluatversuchen

Aus den Versuchsergebnissen mit unterschiedlichen pH-Werten im Lösungsmittel ist zu erkennen, dass sich nach Ende der Versuchszeit (24 Stunden) immer ein pH-Wert im alkalischen Bereich eingestellt hat.

Bis zu einem pH-Wert 6,0 weist die Kupferschlacke beim Trogverfahren das gleiche stabile Eluatverhalten wie bei einem pH-Wert 7,0 auf. Es werden keine Schwermetalle in beurteilungsrelevanten Konzentrationen ausgewaschen.

Kupfer und Zink werden bei einem Ausgangs - pH-Wert von 5,5 freigesetzt. Die Untersuchungsergebnisse überschreiten die entsprechenden Zuordnungswerte der Einbauklasse Z2 nach LAGA M20, TR Boden 2004 jedoch nicht.

Bei einer Bewertung nach den Vorgaben der Tab. D.1, TL Gestein 2007, RW/GW für Kupferschlacke wird der Grenzwert für Zink von 200 µg/l überschritten.

Auffällig ist, dass beim Schütteleluat (Grogfraktion) mit einem Ausgangs-pH-Wert von 5,5 keine Schwermetall-freisetzung erfolgt (Tabelle 2). Eine Ursache hierfür könnte der nach Versuchsende deutlich höhere pH-Wert (8,3) im Vergleich zu den beim Trogverfahren gemessenen pH-Wert von 5,7 sein.

Eine merkliche Freisetzung an Kupfer und Zink und im geringen Maße von Nickel ist beim Konstanthalten eines pH-Wertes von 5,5 über den gesamten Versuchszeitraum zu verzeichnen. Dieses Szenario ist bei Verwendung der Schlacke bei Baumaßnahmen nicht anzunehmen. Beim Einsatz natürlicher Gesteine mit erhöhten Schwermetallgehalten ist unter diesen Voraussetzungen ebenfalls mit deren Freisetzung zu rechnen.

Grundsätzlich ist ein Kontakt von Kupferschlacke, welche mit anderen mineralischen Materialien und Boden abgedeckt ist, mit einem Sickerwasser, welches einen pH-Wert von 5.5 aufweist, unwahrscheinlich.

Durch das Säureneutralisationsvermögen dieser Materialien werden eventuelle niedrige pH-Werte gepuffert.

Mit freundlichen Grüßen

Dipl. – Ing. Himmel



Geschäftsführer

Anlagen:

Anlage 1 Zusammenstellung von Eluatuntersuchungen an Kupferschlacke

Anlage 2 Prüfberichte USH