

GUTACHTEN

Nr. 94640314/1

Datum: 15.08.2017

Auftraggeber:

Gießerei Heunisch GmbH
Herr Dietmar Eckl
Hofmannstraße 25a
91438 Bad Windsheim

Projekt:

Deponie „Am Weinberg“, 91438 Bad Windsheim
Weiterbetrieb als DK0-Deponie
Beurteilung der Entwässerungsschicht

Auftrag vom:

20.07.2017

Inhalt des Auftrages:

Beurteilung der Kupolofenschlacke
gemäß Vorgabe des Landratsamtes
und den aktuellen Regelwerken

Bearbeiter / Sachverständiger: Dr. Ulrich Henken-Mellies

Telefon Nr.: +49 911 655-5587

Telefax Nr.: +49 911 655-5510

E-Mail: wolf-ulrich.henken-mellies@de.tuv.com

Dieses Gutachten umfasst 9 Textseiten und 3 Anlagen.

Dieses Gutachten darf nur im vollen Wortlaut veröffentlicht werden.

Jede Veröffentlichung in Kürzung oder Auszug bedarf der vorherigen Genehmigung durch die TÜV Rheinland LGA Bautechnik GmbH.

Für die Auftragsabwicklung haben wir wesentliche Daten und Ihre Anschrift gespeichert.

Der Datenschutz ist gewährleistet.

TÜV Rheinland
LGA Bautechnik GmbH
Grundbau
Tillystraße 2
90431 Nürnberg

Tel +49 911 655-4841
Fax +49 911 655-5510
Mail bautechnik@de.tuv.com

Geschäftsführung

Dirk Fenske

Nürnberg HRB 20586
Steuer-Nr. 241/115/90733
Ust-IdNr. DE813835574

Web www.tuv.com

Inhaltsverzeichnis

1	Veranlassung	3
2	Unterlagen.....	3
3	Aufgabenstellung.....	4
4	Untersuchungen	4
4.1	Carbonatgehalt.....	5
4.2	Organische Anteile	5
4.3	Korngrößenverteilung	5
4.4	Punktlastversuche	5
5	Beurteilung	6
6	Schlussbemerkung.....	8
	Anlagenverzeichnis.....	9

1 Veranlassung

Auf der Inertabfalldeponie (DK0-Deponie) „Am Weinberg“, Bad Windsheim, wurde als Entwässerungsschicht u.a. Kalkschotter-Material und Kupolofenschlacke verwendet.

Das Landratsamt Neustadt/Aisch – Bad Windsheim fordert gemäß Schreiben vom 17.05.2017 weitere Prüfungen und Nachweise für die Eignung der verwendeten Materialien.

Die Gießerei Heunisch GmbH, Bad Windsheim, beauftragte die TÜV Rheinland LGA Bautechnik GmbH am 20.07.2017 mit der Durchführung entsprechender Untersuchungen gemäß Angebot vom 19.07.2017.

Im vorliegenden Bericht werden die Ergebnisse der Untersuchungen der Kupolofenschlacke mitgeteilt und das Material hinsichtlich seiner Eignung als Entwässerungsschicht für die DK0-Deponie Am Weinberg beurteilt.

2 Unterlagen

- Schreiben des Landratsamtes Neustadt/Aisch – Bad Windsheim vom 17.05.2017 (Entwurf); Aktenzeichen 42-6362.01-0001-2013-kö: Vollzug des Kreislaufwirtschaftsgesetzes und der Deponieverordnung; Inertabfalldeponie DK0 „Am Weinberg“ Bad Windsheim, Weiterbetrieb der ehemaligen Bauschuttdeponie als Inertabfalldeponie der Deponiekategorie 0 (DK0).
- Verordnung über Deponien und Langzeitlager – Deponieverordnung (DepV) vom 27. April 2009, in der jeweils aktuellen Fassung.
- Bundeseinheitlicher Qualitätsstandard BQS 3-1: Mineralische Entwässerungsschichten aus natürlichen Baustoffen in Basisabdichtungssystemen.
- Bundeseinheitlicher Qualitätsstandard BQS 3-2: Mineralische Entwässerungsschichten in Basisabdichtungssystemen aus nicht natürlichen Baustoffen.
- Bayer. Landesamt für Umwelt: Deponie-Info 10: Deponien der Klasse 0 - Inertabfalldeponien (Erd- und Bauschuttdeponien) (v. 2017).
- DIN 19667 Dränung von Deponien (August 2015).
- Deponie „Am Weinberg“: Grund- und Sickerwasseruntersuchung, Jahresbericht 2016. R&H Umwelt GmbH, 23.05.2017.

- TÜV Rheinland LGA Bautechnik GmbH: Prüfbericht BBV1514215 vom 23.10.2015: Untersuchung Kupolofenschlacke als Baustoff für den Straßenbau.
- Biomar GmbH, Gladbeck: Prüfberichte chemische Untersuchung nach DepV der Kupolofenschlacke von 2016 und 2017.

3 Aufgabenstellung

Auf der Zwischenabdichtungsschicht der Deponie Am Weinberg wurde teilweise bereits die Entwässerungsschicht aufgebracht. Diese besteht aus Kalkschotter bzw. aus einer Mischung aus Kalkschotter und Gießereischlacke (Kupolofenschlacke).

Gemäß dem o.g. Schreiben des Landratsamtes Neustadt/Aisch – Bad Windsheim sind bezüglich der Gießereischlacke die folgenden Nachweise zu erbringen:

- Carbonatgehalt und organische Anteile
- Bestätigung, dass das gebrochene Material (Schlacke) in der einzubauenden Fraktion untersucht wurde
- Nachweis der Sickerwasserbeständigkeit
- Einhaltung der Körnung nach DIN 19667
- Nachweis der Langzeitstabilität (auch bei entsprechender Auflast).

Nachfolgend werden Untersuchungen und Ergebnisse zu diesen Kriterien präsentiert und es wird gutachterlich dazu Stellung genommen.

4 Untersuchungen

Herr Eckl, Fa. Heunisch, übergab der TÜV Rheinland LGA Bautechnik GmbH am 05.07.2017 Eimerproben mit dem zu untersuchenden Material.

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Untersuchungen an der Kupolofenschlacke dargestellt.

4.1 Carbonatgehalt

Die Bestimmung des Kalkgehaltes nach DIN 18129-G wurde im Geotechniklabor der TÜV Rheinland LGA Bautechnik GmbH durchgeführt. Das Labor-Protokoll ist als **Anlage 1** beigefügt.

Die untersuchte Kupolofenschlacke hat einen **Kalkgehalt von 2,75%** (Summe von Calciumcarbonat [Calcit] und Magnesiumcarbonat [Dolomit]).

4.2 Organische Anteile

Die Bestimmung der organischen Anteile erfolgt jeweils im Zuge der Untersuchungen nach DepV durch die Biomar GmbH.

Die Ergebnisse der Jahre 2016 und 2017 zeigen jeweils folgende Ergebnisse:

- Glühverlust: < 0,1% [Zuordnungswert DepV, DK0: 3%]
- TOC: < 0,1% [Zuordnungswert DepV, DK0: 1%]

4.3 Korngrößenverteilung

Die Bestimmung der Korngrößenverteilung nach DIN 18123 wurde im Geotechniklabor der TÜV Rheinland LGA Bautechnik GmbH durchgeführt. Das Labor-Protokoll ist als **Anlage 2** beigefügt.

Die untersuchte Kupolofenschlacke hat ein enges Korngrößenband zwischen 16 mm und 90 mm. Das Material ist als Grobkies mit Steinanteil anzusprechen. Der Anteil an Unterkorn ist mit < 1% minimal.

4.4 Punktlastversuche

Punktlastversuche dienen als Indexversuch zur Klassifizierung von Gestein. Der Versuch dient zur Abschätzung der Festigkeit von Gesteinen, wenn z.B. aufgrund der Größe der Gesteinsstücke keine einaxialen Druckversuche durchgeführt werden können. Über einen näherungsweise Proportionalitätsfaktor kann aus den Punktlastversuchen die einaxiale Druckfestigkeit abgeschätzt werden.

Im Felsmechanik-Labor der TÜV Rheinland LGA Bautechnik GmbH wurden jeweils 3 Punktlastversuche an Handstücken der Kupolofenschlacke durchgeführt.

Die Ergebnisse im Einzelnen sind dem Laborprotokoll zu entnehmen (**Anlage 3**).

Die Punktlastversuche ergeben für die Kupolofenschlacke einen Festigkeitsindex von ca. 1 [MN/m²], woraus sich eine einaxiale Druckfestigkeit von ca. 24 [MNm²] abschätzen lässt. Dies entspricht in etwa der Festigkeit eines „B25-Betons“.

5 Beurteilung

Auf der Grundlage der durchgeführten Laboruntersuchungen erfolgt nunmehr die Beantwortung des o.g. Schreibens des Landratsamtes Neustadt/Aisch – Bad Windsheim.

Die Kupolofenschlacke hat einen **Carbonatgehalt** von 2,75%.

→ Damit wird der gemäß DIN 19667 einzuhaltende Wert von „CaCO₃ < 20%“ weit auf der sicheren Seite liegend eingehalten.

Die **organischen Anteile**, bestimmt als TOC, betragen < 0,1%.

→ Damit wird die Anforderung gemäß DepV Anhang 3 (TOC ≤ 1%) weit auf der sicheren Seite liegend eingehalten.

Die Eimerproben, die von Herrn König, dem Laborleiter von Heunisch Guss (zertifizierte Probennehmer nach LAGA-PN98) entnommen worden waren, entsprechen der eingebauten bzw. einzubauenden Fraktion des Materials.

Die **Sickerwasserbeständigkeit** der Kupolofenschlacke ist wie folgt zu bewerten:

- Die Schlacke hat im Eluat nur eine sehr geringe Leitfähigkeit (ca. 50 µS/cm) und sehr geringe wasserlösliche Anteile (ca. 40 mg/l), bei einem pH-Wert von ca. 8 – 9. Das heißt, dass die Schlacke nahezu unlöslich ist und sich inert verhält.
- Das Sickerwasser der Bauschuttdeponie (Überwachungswerte des Sickerwasserschachtes S4) ist stärker mineralisiert (vor allem Chlorid, Sulfat, Nitrat, Natrium, Kalium, Calcium, Magnesium) und hat ebenfalls einen pH-Wert von ca. 8.
- → Aufgrund dieser chemischen Beschaffenheit sind keine Anhaltspunkte vorhanden, dass das Sickerwasser die Schlacke angreifen würde. Vielmehr ist davon auszugehen,

dass die Schlacke gegenüber dem Sickerwasser der Bauschuttdeponie langfristig beständig ist.

Die **Körnung** der Kupolofenschlacke liegt im Bereich 16 mm bis 90 mm. Aus der Körnungslinie lässt sich rechnerisch ein k-Wert in der Größenordnung von 10^0 m/s ableiten. Die Anforderung nach DIN 19667 für DK0-Deponien erfordert keine spezielle Kornverteilung, sondern lediglich die Einhaltung eines k-Wertes von $\geq 1 \cdot 10^{-2}$ m/s im Einbauzustand.

→ Somit wird die Anforderung nach DIN 19667 weit auf der sicheren Seite liegend eingehalten.

Es ist ein **Nachweis der Langzeitstabilität**, auch bei entsprechender Auflast, zu erbringen. Hierzu wurden die Punktlastversuche zur Abschätzung der Gesteinsfestigkeit durchgeführt. Die Versuche ergeben für die Kupolofenschlacke einen Festigkeitsindex von ca. 1 [MN/m²], woraus sich eine einaxiale Druckfestigkeit von ca. 24 [MN/m²] abschätzen lässt. Dies entspricht in etwa der Festigkeit eines „B25-Betons“. Bezüglich der Gesteinsfestigkeit ist die Kupolofenschlacke somit mit einer Entwässerungsschicht aus Beton-RC-Material zu vergleichen.

Eine Deponie-Schüttung von 10 m Höhe entspricht (bei einer Wichte von ca. 20 kN/m³) einer Auflast von ca. 0,2 MN/m².

→ Somit ist gesichert davon auszugehen, dass die Kupolofenschlacke unter der Auflast der vorgesehenen Deponie-Schüttung keine nachteilige Änderung erfährt, sondern langfristig stabil bleibt.

6 Schlussbemerkung

Auf der Deponie Am Weinberg, Bad Windsheim, wird teilweise Kupolofenschlacke als Entwässerungsschicht auf der Zwischenabdichtung verwendet. Das Landratsamt Neustadt/Aisch – Bad Windsheim forderte ergänzende Nachweise zur Eignung der Gießereischlacke. Diese werden im vorliegenden Bericht erbracht und beurteilt.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass die untersuchte Kupolofenschlacke der Gießerei Heunisch als Material für die Entwässerungsschicht der Deponie Am Weinberg geeignet ist.

TÜV Rheinland LGA Bautechnik GmbH
Grundbau

Sachverständiger



Dipl.-Ing. (FH) D. Straußberger
Geschäftsfeldleiter



Dr. Ulrich Henken-Mellies
Diplom-Geologe

Anlagenverzeichnis

- Anlage 1** Laborprotokoll: Bestimmung des Kalkgehaltes nach DIN 18129-G
- Anlage 2** Laborprotokoll: Bestimmung der Korngrößenverteilung nach DIN 18123
- Anlage 3** Laborprotokoll: Punktlastversuch, DGGT Empfehlung Nr. 5

**Laborzentrum Bau
Geotechniklabor**

Bestimmung des Kalkgehalts
nach DIN 18129 - G



Projekt: Gießerei Hennisch Bad Windsheim; SAP 94640314
Auftrags-Nr.: BBV 1713650

Anlage: 1

Prüfungs-Nr.: 11681
Bauvorhaben: Gießerei Hennisch Bad Windsheim

Entnahmestelle: Kupolofenschlacke

Ausgeführt durch: Hr. Hammon
am: 07.08.2017
Bemerkung: -

Entnahmetiefe: -
Bodenart: G, x
grau bis dunkelgrau
Art der Entnahme: Eimerprobe
Entnahme am: 05.07.2017 Probe-Nr.: 1

Nr. des Versuchs	1	2	3	4	5	Mittelwert
Kalkgehaltsbestimmung						
Bezeichnung der Probe	10	B	3			
Trockenmasse der Probe [g]	1,99	1,99	1,99			
Temperatur [°C]	22,10	22,10	22,10			
Absoluter Luftdruck [kPa]	102,00	102,00	102,00			
Volumen nach 30 sec [cm³]	12,80	12,60	12,60			
Volumen Versuchsende [cm³]	13,20	13,20	13,00			
Kalzitanteil [%]	2,68	2,64	2,64			2,65
Dolomitanteil [%]	0,08	0,13	0,08			0,10
Kalkgehalt [%]	2,77	2,77	2,72			2,75

Bemerkungen:

**Laborzentrum Bau
Geotechniklabor**

Bestimmung der Korngrößenverteilung
Naß-/Trockensiebung
nach DIN 18123



TÜVRheinland®
LGAI

Projekt: Gießerei Hennisch Bad Windsheim; SAP 94640314
Auftrags-Nr.: BBV 1713650

Anlage:

Prüfungs-Nr.: 11681
Bauvorhaben: Gießerei Hennisch Bad Windsheim

Ausgeführt durch: Hr. Hammon
am: 07.08.2017
Bemerkung: -

Entnahmestelle: Kupulofenschlacke

Entnahmetiefe: -
Bodenart: G, x
grau bis dunkelgrau
Art der Entnahme: Eimerprobe
Entnahme am: 05.07.2017 Probe-Nr.: 1

Siebanalyse:

Einwaage Siebanalyse me: 8472,00 g %-Anteil der Siebeinwaage me' = 100 - ma' me': 99,85
Abgeschlammter Anteil ma: 12,90 g %-Anteil der Abschlammung ma' = 100 - me' ma': 0,15
Gesamtgewicht der Probe mt: 8484,90 g

	Siebdurchmesser [mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Durchgang [%]
1	90,000	0,00	0,00	100,0
2	63,000	1862,40	21,95	78,1
3	31,500	5964,90	70,30	7,8
4	16,000	613,30	7,23	0,5
5	8,000	0,10	0,00	0,5
6	4,000	2,60	0,03	0,5
7	2,000	1,00	0,01	0,5
8	1,000	2,10	0,02	0,5
9	0,500	4,70	0,06	0,4
10	0,250	8,50	0,10	0,3
11	0,125	6,80	0,08	0,2
12	0,063	3,60	0,04	0
	Schale	0,40	0,00	0

Summe aller Siebrückstände: S = 8470,40 g Größtkorn [mm]: 82,00

Siebverlust: SV = me - S = 1,60 g

SV' = (me - S) / me * 100 = 0,02 %

Bemerkungen:

**Laborzentrum Bau
Geotechniklabor**

Bestimmung der Korngrößenverteilung
Naß-/Trockensiebung
nach DIN 18123



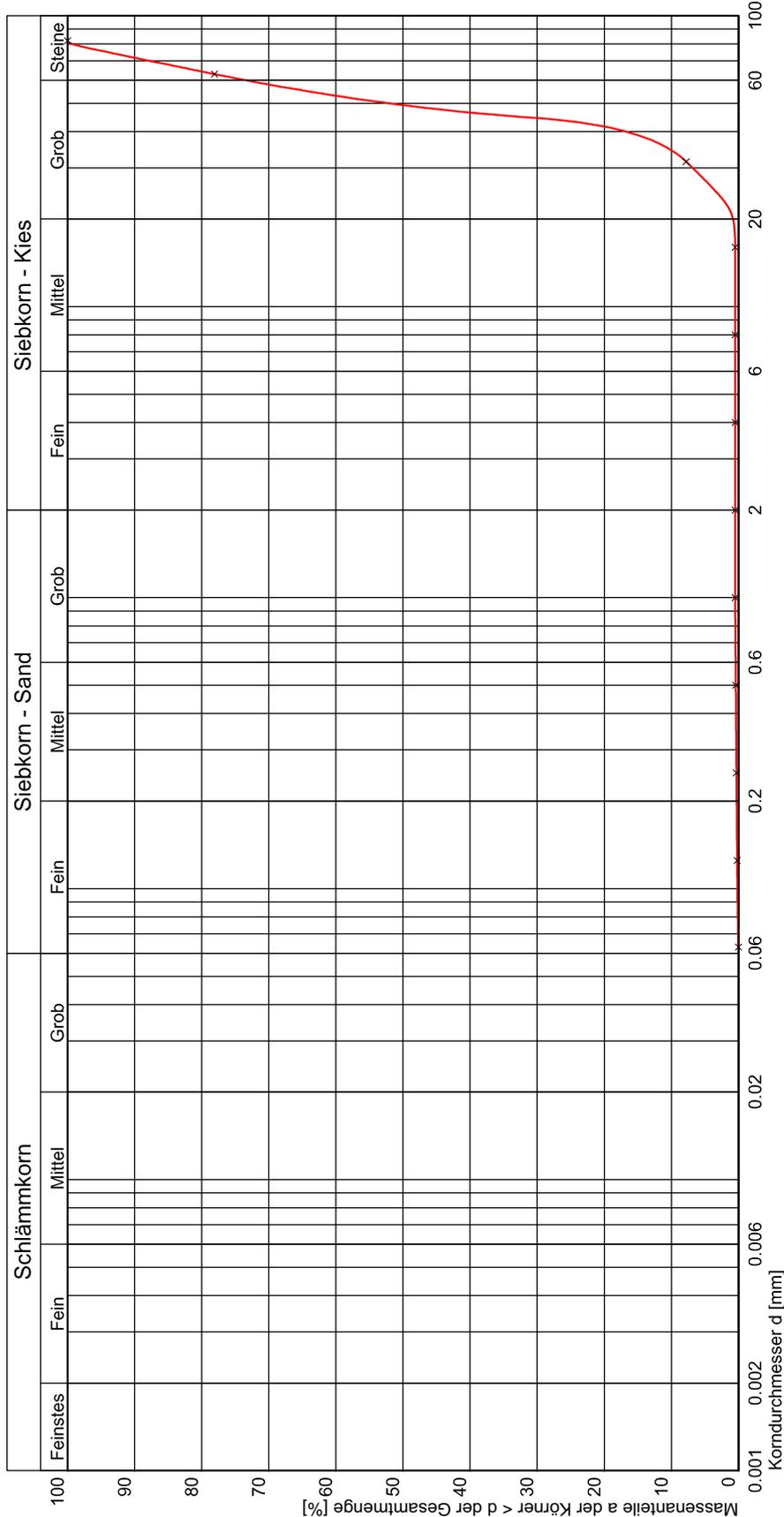
Projekt: Gießerei Hennisch Bad Windsheim; SAP 94640314
Auftrags-Nr.: BBV 1713650 Anlage:

Entnahmestelle: Kupolofenschlacke
Entnahmetiefe: -
Bodenart: G, x
grau bis dunkelgrau
Art der Entnahme: Eimerprobe
Entnahme am: 05.07.2017 Probe-Nr.: 1

Bestimmung der Korngrößenverteilung
Naß-/Trockensiebung
nach DIN 18123

Prüfungs-Nr.: 11681
Bauvorhaben: Gießerei Hennisch Bad Windsheim

Ausgeführt durch: Hr. Hammon
am: 07.08.2017
Bemerkung: -



Bemerkungen

gerundet

Kurve Nr.:	
Arbeitsweise	Sieben nach nassem Abtrennen
C _U = d ₆₀ /d ₁₀ / C _C / Median	1,54 / 1,08
Bodengruppe (DIN 18196)	GE
Geologische Bezeichnung	
kf-Wert	8,668 * 10 ⁰ [m/s] nach Seelheim
Kornkennziffer	0 0 0 7 3 G, x

Punktlastversuch, DGGT Empfehlung Nr.5



Projekt: Gießerei Heunisch, Bad Windsheim									Auftragsnummer: BBV1713650		
Zusätzliche Bezeichnung:									Anlage: 3		SAP 94640314
Bohrung	Probe	Entnahme unter GOK	Labor Nr.	Probenlänge h	Proben-durchmesser b (Breite Bruchfl.)	Lastpunkt-abstand l (Höhe Bruchfl.)	Bruchlast F	Festkeits-index $I_s = F/l \cdot b$	Schätzung einaxiale Festigkeit $\sigma_u \approx 24 \cdot I_s$	Bodenart	Belastungs-richtung a= axial d= diametral h=Handstück
Nr.	Nr.	m		cm	cm	cm	KN	MN/m ²	MN/m ²		
	1			5,3	6,4	5,3	2,1	0,607	14,6	Schlacke	h
	1			4,7	6,3	4,7	3,9	1,328	31,9	Schlacke	h
	1			4,2	7,2	4,2	3,4	1,119	26,8	Schlacke	h
								Mittelwert	24,4		
Für die PLV, wurden die größten Handstücke verwendet.											
Proben erhalten: 26.07.2017 Durchgeführt am: 31.07.2017 Bearbeiter: Schmidt											