

Schlacken aus Hausmüllverbrennungsanlagen in Baden-Württemberg

Erhebung über die Entsorgungswege und die Qualitäten
von Schlacken aus Hausmüllverbrennungsanlagen in
Baden-Württemberg



Herausgegeben von der
Landesanstalt für Umweltschutz
Baden-Württemberg
1. Auflage

Karlsruhe 2004

Impressum

Herausgeber	Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg 76157 Karlsruhe · Postfach 21 07 52, http://www.lfu.baden-wuerttemberg.de
Bearbeitung	Doris Meßmann, Dr. Carsten Schäfer Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg Abteilung 3 – Industrie und Gewerbe, Kreislaufwirtschaft
Umschlaglayout	Stephan May · Grafik-Design, 76227 Karlsruhe
Titelbild	Jutta Ruloff · Dipl.-Designerin, 76275 Ettlingen
Druck	Weinmann GmbH, 68766 Hockenheim
Umwelthinweis	gedruckt auf Recyclingpapier aus 100 % Altpapier
Bezug über	Verlagsauslieferung der LfU bei JVA Mannheim – Druckerei Herzogenriedstraße 11, 68169 Mannheim Telefax: (0621) 398-370
Preis	8 €

Nachdruck - auch auszugsweise - nur mit Zustimmung des Herausgebers unter Quellenangabe und Überlassung von Belegexemplaren gestattet.

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	5
1 Aufgabenstellung	7
1.1 Definition „Schlacke“	7
2 Anforderungen der technischen Regelwerke	8
2.1 Merkblatt der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall über die Entsorgung von Abfällen aus Verbrennungsanlagen für Siedlungsabfälle (LAGA M 19)	8
2.2 Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfällen (LAGA M 20)	10
2.3 Abfallablagerungsverordnung (AbfAbIV) und Dritte Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Abfallgesetz (TA Siedlungsabfall – TAsi)	10
2.4 Versatzverordnung	12
3 Vorgehensweise bei der Erhebung	13
4 Auswertung der Anfrage bei den Genehmigungsbehörden	14
4.1 Schlackenmenge pro Jahr laut Antragsunterlagen	14
4.2 Anforderungen in den Genehmigungen an die Qualität der Schlacke	14
4.3 Nachweis über die Qualität der Schlacke	14
4.4 Schlackenaufbereitung	15
5 Auswertung der Anfrage bei den Betreibern der Hausmüllverbrennungsanlagen	16
5.1 Schlackenmenge in den Jahren 2000 und 2001	16
5.2 Qualitäten der Schlacke	18
5.2.1 Feststoff-Analysenwerte	18
5.2.2 Eluat-Analysenwerte	21
5.3 Häufigkeit der Kontrolle	23
5.4 Aufbereitung der Schlacke	23
6 Auswertung der Anfrage bei den Schlackeaufbereitern	24
6.1 Verarbeitung, Aufbereitung, Deponierung und Versatz von Schlacke in den Jahren 2000 und 2001	24
6.2 Beschreibung der Schlackenaufbereitung	27
6.3 Annahmekriterien der Schlackenaufbereiter	27
7 Beurteilung der Untersuchungsergebnisse im Vergleich zu den Genehmigungen und ihren jeweiligen Verwertungswegen	29
8 Abkürzungsverzeichnis	31
9 Tabellenverzeichnis	33

10	Abbildungsverzeichnis	33
	Anhang	34
Anhang 1	Schlackenqualitäten (Feststoffgehalte) der HMV in den Jahren 2000 und 2001	34
Anhang 2	Schlackenqualitäten (Eluatkonzentrationen) der HMV in den Jahren 2000 und 2001	41
Anhang 3	Schlackenqualitäten der HMV in Baden-Württembergs im Vergleich zu den Anforderungen immissionsschutzrechtlicher Genehmigungen	47

Zusammenfassung

Die Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg führte im Jahr 2003 eine Erhebung bei den Genehmigungsbehörden, den Betreibern von Hausmüllverbrennungsanlagen und den Aufbereitern von Schlacken durch, um einen Überblick über die Mengen, die Qualitäten und den Verbleib der Schlacke zu bekommen.

In den Jahren 2000 und 2001 fielen in den sechs Hausmüllverbrennungsanlagen (I bis VII) rund 244.000 bzw. 228.000 Tonnen Schlacke an. Die Schlacke wurde von sechs Aufbereitern in Baden-Württemberg zur Verwertung aufgearbeitet.

Die Erhebung ergab, dass die in den Hausmüllverbrennungsanlagen anfallenden Schlacken in größeren Mengen als Versatzbaustoff im Salzbergwerk Kochendorf eingesetzt werden. Im Jahr 2000 wurden ca. 36% und im Jahr 2001 ca. 48 % der aufbereiteten Schlacke als Versatzma-

terial im Bergwerk verwertet. Weitere Verwertungswege sind die Verwertung als Bauersatzstoffe, z.B. im Straßenbau oder als Deponiebaustoff. Im Jahr 2000 wurden ca. 63 % und im Jahr 2001 ca. 48% der aufbereiteten Schlacke als Bauersatzstoffe verwertet. Bei diesen Verwertungswegen müssen die Zuordnungs- und Untersuchungswerte gemäß den LAGA-Mitteilungen eingehalten werden. Beim Versatz im Salzbergwerk müssen die Versatzverordnung und weitere arbeitsschutzrechtliche Regelungen für den Bergbau beachtet werden.

Die Zuordnungswerte der LAGA-Mitteilungen können bei der Schlacke aus den Hausmüllverbrennungsanlagen I, II und III nicht eingehalten werden. Die Schlacken aus diesen Anlagen werden als Versatzbaustoff im Salzbergwerk Kochendorf eingesetzt.

1 Aufgabenstellung

Die Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (LfU) wurde vom Ministerium für Umwelt und Verkehr (UVM) Baden-Württemberg damit beauftragt, Daten über die Schlacken aus Hausmüllverbrennungsanlagen (HMV) in Baden-Württemberg zu erheben und mit den Anforderungen folgender Merkblätter der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) abzugleichen:

- Merkblatt der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall über die Entsorgung von Abfällen aus Verbrennungsanlagen für Siedlungsabfälle“ (M 19), März 1994¹
- und
- Anforderungen an die Stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfällen“ (M 20), November 1998²

Dabei sollten insbesondere folgende Punkte beantwortet werden:

- Schlackenmenge pro Jahr
- Qualität der Schlacke und deren Kontrolle
- Inhalt der Genehmigung
- Aufbereitung der Schlacke
- Entsorgungswege der Schlacke

Es sollten alle sieben Hausmüllverbrennungsanlagen in Baden-Württemberg berücksichtigt werden, einschließlich der einen Anlage, die sich derzeit im Bau befindet.

1.1 Definition „Schlacke“

Es wird unterschieden zwischen HMV-Rohschlacken (HMV-Rohaschen) und HMV-Schlacken.

HMV-Rohschlacken (HMV-Rohaschen) SIND ein als Rostabwurf und Rostdurchfall anfallendes Gemenge aus gesinterten Verbrennungsprodukten, Eisenschrott und anderen Metallen, Glas und Keramikscherben, anderen mineralischen Bestandteilen sowie unverbrannten Resten, die aus den Feuerräumen von Abfallverbrennungsanlagen ausgetragen werden. Bei trockener Fahrweise des Verbrennungsmoduls bzw. des Austragungssystems wird von Rohasche, bei schmelzflüssiger Fahrweise bzw. Nassentschlackung von Rohschlacke gesprochen.

Nicht zu den Schlacken gehören Kesselstäube, Filterstäube und Reaktionsprodukte aus der Abgasreinigung, die getrennt zu erfassen sind.

Die aufbereiteten und gealterten HMV-Rohschlacken werden als HMV-Schlacken (HMV-Aschen) bezeichnet.

Der Rostabwurf besteht aus festen Verbrennungsabfällen, die am Ende des Verbrennungsrostes in den Naßentschlacker oder ein anderes Austragsystem abgeworfen werden. Der Rostdurchfall besteht aus festen Verbrennungsabfällen, die durch Spalten des Verbrennungsrostes in den darunter liegenden Luftkasten fallen.

¹ veröffentlicht im GABL. Nr. 1/1995 S.66

² in Baden-Württemberg nicht veröffentlicht

2 Anforderungen der technischen Regelwerke

2.1 Merkblatt der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall über die Entsorgung von Abfällen aus Verbrennungsanlagen für Siedlungsabfälle (LAGA M 19)

Ziel dieses Merkblattes ist die bundeseinheitliche Regelung der Entsorgung von Abfällen aus Verbrennungsanlagen für Siedlungsabfälle (HMV).

Dieses Merkblatt gilt für die Betreiber sowie für die Aufbereiter und Verwerter. Durch die Überwachung nach Maßgabe dieses Merkblattes soll sichergestellt werden, dass nur solche Abfälle im Erd- und Straßenbau eingesetzt werden, die nach ihrer Zusammensetzung und ihrem Auslaugverhalten eindeutig definiert sind. Dieses Merkblatt regelt, in welcher Bauweise und an welchen Standorten der Einbau zulässig ist.

Für die Beurteilung der Verwertbarkeit ist vor allem die Analyse des Eluats erforderlich. Daneben ist auch die Bestimmung der Gesamtgehalte der HMV-Rohschlacke von Bedeutung.

Für die Verwertung der HMV-Schlacke kommt nur ein eingeschränkter Einbau mit definierten technischen Sicherungsmaßnahmen bei bestimmten Baumaßnahmen in Betracht (Einbauklasse 2 der Technischen Regeln »Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfällen« LAGA M 20). Die Schlacke muss aufbereitet sein, d.h. sie ist mindestens in die Fraktionen mineralischer Anteil, unverbrannte Grobteile und Metallschrott zu trennen. Der Gehalt an Schwermetallen ist zu minimieren. Die Schlacken dürfen nur verwertet werden, wenn die Zuordnungswerte aus den

Anhängen 4 und 5 des LAGA M 19 unterschritten werden.

Die Überwachung der Verwertungsanforderungen setzt sich zusammen aus der Qualitätskontrollen beim Betreiber und beim Aufbereiter, aus der behördlichen Überwachung und der Dokumentation. Im Einzelnen wird im LAGA M 19 Folgendes gefordert:

1. Beim Betreiber der HMV ist vierteljährlich (bzw. nach Änderung der Feuerungs-führung) eine Qualitätskontrolle auf Parameter des Anhangs 6 des LAGA M 19 (Tabelle 1) durchzuführen. Die angegebenen Werte dienen als Anhalt und sind zu protokollieren.
2. Die Qualitätskontrolle bei dem Aufbereiter umfasst die folgenden Teile:
Eignungsfeststellung: Für die Beurteilung der Verwertung ist die HMV-Schlacke auf die Parameter aus Anhang 4 und 5 des LAGA M 19 (Tabelle 2 und 3) zu überprüfen. Die Zuordnungswerte sind einzuhalten:

Fremdüberwachung: Die zur Verwertung anstehenden HMV-Schlacken sind halbjährlich auf Parameter des Anhangs 4 des LAGA Merkblattes M 19 sowie das Eluat vierteljährlich auf die Parameter des Anhangs 5 zu untersuchen. Die Zuordnungswerte sind einzuhalten.

Eigenkontrolle: Um die Qualität der HMV-Schlacke zu gewährleisten, muss der Aufbereiter für die fraktionierten, klassierten und nicht abgelagerten Schlacken wöchentlich die Parameter der Anhänge 4 und 5 des LAGA M 19 bestimmen.

3. Die behördliche Überwachung umfasst die Untersuchung der für die Eignungsfeststellung erforderlichen Parameter aus den Anhängen 4 und 5 des LAGA M 19. Überschreitungen sind nur im Rahmen der Messungenauigkeit tolerierbar. Der Aufbereiter ist verpflichtet, systematische Überschreitungen anzuzeigen. Die Behör-

de entscheidet dann über die Zulässigkeit der Verwertung. Eine systematische Überschreitung liegt vor, wenn ein Zuordnungswert bei zwei aufeinander folgenden Überwachungen um mehr als die Messungenauigkeit überschritten wird.

Tabelle 1: Untersuchungen im Feststoff für HMV-Rohschlacken (Anhang 6 des LAGA M 19)

Parameter	Dimension	Vorgabe ¹
Aussehen	–	– ²
Farbe	–	– ²
Geruch	–	– ²
EOX	mg/kg	3
PAK ⁴	mg/kg	– ²
PCDD/PCDF ³	ng I-TE/kg	0,6–30
Arsen ⁴	mg/kg	– ²
Blei	mg/kg	6000
Cadmium	mg/kg	20
Chrom	mg/kg	2000
Kupfer	mg/kg	7000
Nickel	mg/kg	500
Quecksilber ⁴	mg/kg	– ²
Zink	mg/kg	10 000
Trockenrückstand	Masse- %	– ²
Glühverlust	Masse- %	<3

Hinweise:

¹ Die angegebenen Werte dienen als Anhalt. Probenahme gemäß Anhang 3 (des LAGA M 19) am Ende des Verbrennungsrostes nach Naßentschlacker oder einem anderen Ausstragsystem. Untersucht werden soll die – auch labormäßig – entschlackete HMV-Rohschlacke.

² Parameter sind zu untersuchen und anzugeben.

³ Die Bestimmung erfolgt jährlich. Dabei sind Congenere unterhalb der Nachweisgrenze 0,2 ng/kg nicht zu berücksichtigen.

⁴ PAK, Arsen und Quecksilber sind zusätzlich zur Erfahrungssammlung zu bestimmen.

Tabelle 2: Zuordnungswerte und Untersuchungsumfang im Feststoff für HMV-Schlacken (Anhang 4 des LAGA M 19)

Parameter	Dimension	Zuordnungswert	Eignungsfeststellung	Fremdüberwachung	Eigenkontrolle
Aussehen	–	– ¹	+	+	+
Farbe	–	– ¹	+	+	+
Geruch	–	– ¹	+	+	+
Trockenrückstand	Masse- %	– ¹	+	+	+
Glühverlust	Masse- %	– ¹	+	+	+
TOC	Masse- %	1 ²	+	+	
EOX	mg/kg	3	+	+	

Hinweise:

¹ Parameter sind zu untersuchen und anzugeben.

² Für Altanlagen gilt 3 Masse- %:

+ Parameter sind zu untersuchen und an Hand der Zuordnungswerte zu beurteilen.

Tabelle 3: Zuordnungswerte und Untersuchungen im Eluat für HMV-Schlacken (Anhang 5 des LAGA M 19)

Parameter	Dimension	Zuordnungswert	Eignungsfeststellung	Fremdüberwachung	Eigenkontrolle
Aussehen	–	– ¹	+	+	+
Trübung	–	– ¹	+	+	+
Geruch	–	– ¹	+	+	+
pH-Wert	–	7–13	+	+	+
el. Leitfähigkeit	µS/cm	6000	+	+	+
DOC	µg/l	– ²	+		
Arsen	µg/l	– ²	+		
Blei	µg/l	50	+	+	
Cadmium	µg/l	5	+	+	
Chrom ges.	µg/l	200	+	+	
Kupfer	µg/l	300	+	+	
Nickel	µg/l	40	+	+	
Quecksilber	µg/l	1	+	+	
Zink	µg/l	300	+	+	
Chlorid	mg/l	250	+	+	
Sulfat	mg/l	600	+	+	
Cyanid	mg/l	0,02	+		

Hinweise:

¹ Parameter sind zu untersuchen und anzugeben.² Ist zur Erfahrungssammlung zu bestimmen.

+ Parameter sind zu untersuchen und an Hand der Zuordnungswerte zu beurteilen:

2.2 Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfällen (LAGA M 20)

In dieser LAGA-Mitteilung werden im Kapitel II. 2. „Schlacken und Aschen aus thermischen Abfallverbrennungsanlagen“ im Wesentlichen dieselben Anforderungen gestellt wie im LAGA M 19. Letzteres enthält zusätzlich Vorgaben für Feststoffgehalte bzw. Überwachungsvorschriften für den Betreiber.

2.3 Abfallablagerungsverordnung (AbfAbIV) und Dritte Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Abfallgesetz (TA Siedlungsabfall – TAsi)

In der Verordnung über die umweltverträgliche Ablagerung von Siedlungsabfällen (AbfAbIV) werden die Zuordnungskriterien für Deponien der Klassen I („Bauschuttdeponie“) und II („Hausmülldeponie“) festgelegt. Die Werte wurden aus der TAsi übernommen (siehe Tabelle 4).

Tabelle 4: Zuordnungskriterien für Deponien, gemäß der AbfAbIV, Anhang 1

Nr.	Parameter	Zuordnungswerte	
		Deponieklasse I	Deponieklasse II
1	Festigkeit ¹		
1.01	Flügelscherfestigkeit	≥ 25 kN/m ²	≥ 25 kN/m ²
1.02	Axiale Verformung	≤ 20 %	≤ 20 %
1.03	Einaxiale Druckfestigkeit	≥ 50 kN/m ²	≥ 50 kN/m ²
2	Organischer Anteil des Trockenrückstandes der Originalsubstanz ^{2, 3}		
2.01	bestimmt als Glühverlust	≤ 3 Masse- %	≤ 5 Masse- % ⁴
2.02	bestimmt als TOC	≤ 1 Masse- %	≤ 3 Masse- %
3	Extrahierbare lipophile Stoffe der Originalsubstanz ⁵	≤ 0,4 Masse- %	≤ 0,8 Masse- %
4	Eluatkriterien		
4.01	pH-Wert	5,5-13,0	5,5-13,0
4.02	Leitfähigkeit	≤ 10 000 µS/cm	≤ 50 000 µS/cm
4.03	TOC	≤ 20 mg/l ⁶	≤ 100 mg/l
4.04	Phenole	≤ 0,2 mg/l	≤ 50 mg/l
4.05	Arsen	≤ 0,2 mg/l	≤ 0,5 mg/l
4.06	Blei	≤ 0,2 mg/l	≤ 1 mg/l
4.07	Cadmium	≤ 0,05 mg/l	≤ 0,1 mg/l
4.08	Chrom-VI	≤ 0,05 mg/l	≤ 0,1 mg/l ⁷
4.09	Kupfer	≤ 1 mg/l	≤ 5 mg/l
4.10	Nickel	≤ 0,2 mg/l	≤ 1 mg/l
4.11	Quecksilber	≤ 0,005 mg/l	≤ 0,02 mg/l
4.12	Zink	≤ 2 mg/l	≤ 5 mg/l
4.13	Fluorid	≤ 5 mg/l	≤ 25 mg/l
4.14	Ammonium-N	≤ 4 mg/l	≤ 200 mg/l
4.15	Cyanide, leicht freisetzbar	≤ 0,1 mg/l	≤ 0,5 mg/l
4.16	AOX	≤ 0,3 mg/l	≤ 1,5 mg/l
4.17	Wasserlöslicher Anteil (Abdampfrückstand)	≤ 3 Masse- %	≤ 6 Masse- %

Hinweise:

¹ 1.02 kann gemeinsam mit 1.03 gleichwertig zu 1.01 angewandt werden. Die Festigkeit ist entsprechend den statischen Erfordernissen für die Deponiestabilität jeweils gesondert festzulegen. 1.02 in Verbindung mit 1.03 darf dabei insbesondere bei kohäsiven, feinkörnigen Abfällen nicht unterschritten werden.

² 2.01 kann gleichwertig zu 2.02 angewandt werden; Anforderung gilt nicht für verunreinigten Bodenaushub, der auf einer Monodeponie abgelagert wird.

³ Geringfügige Überschreitung des Glühverlusts oder Feststoff-TOC sind unter der Voraussetzung, dass die Überschreitung nicht auf Abfallbestandteile zurückzuführen ist, die zu erheblicher Deponiegasbildung führen, bei folgenden Abfällen zulässig: verunreinigter Bodenaushub, der auf einer Monodeponie abgelagert wird; nicht verunreinigter Bodenaushub; Abfälle auf Gipsbasis; Faserzemente; mineralische Bauabfälle mit geringfügigen Fremddanteilen; Gießereisand; Straßenaufbruch auf Asphaltbasis; vergleichbar zusammengesetzte Abfälle.

⁴ Gilt nicht für Aschen und Stäube aus nichtgenehmigungsbedürftigen Kohlefeuerungsanlagen nach dem BImSchG

⁵ Gilt nicht für Straßenaufbruch auf Asphaltbasis.

⁶ Gilt nicht für Abfälle auf Gipsbasis, die auf Deponien der Deponieklasse I abgelagert werden.

⁷ Gilt nicht für Aschen aus Anlagen zur Verbrennung von Holz gemäß der Ersten Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes und gemäß Nummer 1.2 a) und 8.2 des Anhangs zur Vierten Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes.

2.4 Versatzverordnung

Die Versatzverordnung (Verordnung über den Versatz von Abfällen unter Tage – VersatzV) gilt für die Verwertung von Abfällen, die in den unter

Bergaufsicht stehenden untertägigen Grubenbauen als Versatzmaterial eingesetzt werden.

Bei einer Verwendung des Versatzmaterials in Betrieben im Salzgestein müssen die Parameter der Tabelle 5 eingehalten werden.

Tabelle 5: Zuordnungswerte für Feststoffe (nach § 4 Abs. 3 der VersatzV – Tabelle 1a)

Element/Verbindung	Konzentration (Masse- %)
Organischer Anteil des Trockenrückstandes der Originalsubstanz, bestimmt als	
TOC	≤ 6
Glühverlust	≤ 12

3 Vorgehensweise bei der Erhebung

Zunächst wurden den für die Genehmigung zuständigen Regierungspräsidien (RP) folgende Fragen gestellt:

1. Gibt es Anforderungen an die Qualität der Schlacke, d. h. gibt es Festlegungen für bestimmte Inhaltsstoffe?
2. Ist eine Kontrolle der Schlackenqualität vorgesehen?
3. Sind die Betreiber verpflichtet, über die Qualität der Schlacke einen Nachweis zu führen?
4. Ist eine Schlackenaufbereitung (vor Ort oder extern) vorgeschrieben?
5. Gibt es Vorgaben für die Entsorgungswege der Schlacken?
6. Werden Angaben gemacht in Bezug auf die Schlackenmenge pro Jahr?
7. Gibt es weitere Auflagen für die Schlacken bei technischen Störungen des Betriebes?

Den Betreibern der HMV wurden folgende Fragen gestellt:

1. Wie viel Schlacke fiel in den Jahren 2000 und 2001 an? (Angaben in t/a)
2. Welche Qualität (Analysenwerte) hatte die Schlacke in den Jahren 2000 und 2001?
3. Wie häufig wurde eine Kontrolle der Schlackenqualität durchgeführt?
4. Wie und von wem wird die Rohschlacke aufbereitet?

5. Über welche Entsorgungswege wurde die Schlacke in den Jahren 2000 und 2001 verwertet bzw. beseitigt und welche Entsorgungsunternehmen waren daran beteiligt?

Zusätzlich wurden folgende Fragen an die jeweiligen Aufbereitungs- und Entsorgungsfirmen gestellt, die der LfU von den Betreibern genannt wurden:

1. Wie viel Schlacke aus Hausmüllverbrennungsanlagen in Baden-Württemberg wurde in den Jahren 2000 und 2001 verarbeitet/ aufbereitet/ deponiert/ im Bergwerk versetzt?
2. Wie wird die Schlacke aufbereitet? Wird Metall abgeschieden? Findet eine Klassierung statt? Wird die Schlacke entwässert, gewaschen, gesintert oder geschmolzen? Wird die Schlacke zur Alterung zwischengelagert?
3. Welche Annahmekriterien (Qualität, Analysenwerte) für derartige Schlacken gelten für ihre Anlage?

Die Antworten wurden jeweils in Tabellen zur Auswertung gegenübergestellt. Durch die Ergebnisse der Umfrage erhält man ein geschlossenes Bild von der Entstehung der Schlacken bis zur Verwertung. Im Folgenden werden die Hausmüllverbrennungsanlagen (HMV I bis VII) und die Betreiber der Aufbereitungsanlagen (Aufbereiter A – F) anonymisiert dargestellt.

4 Auswertung der Anfrage bei den Genehmigungsbehörden

4.1 Schlackemenge pro Jahr laut Antragsunterlagen

zusammengestellten Angaben zu den geplanten Schlackemengen pro Jahr gemacht.

In den Antragsunterlagen zur Genehmigung haben die Betreiber der HMV die in Tabelle 6

Tabelle 6: Angaben über die geplanten Schlackemengen/Jahr für die HMV in den Genehmigungs- bzw. Antragsunterlagen.

HMV	I	II	III	IV	V	VI	VII
Schlacken-Menge/Jahr (t/a)	Etwa 30.000	Etwa 30.000	Etwa 60.000	keine Angaben	keine Angaben	Etwa 30 % der eingesetzten Müllmenge, d.h. bei Vollauslastung 36.000	Etwa 30.000

4.2 Anforderungen in den Genehmigungen an die Qualität der Schlacke

In den Anlagengenehmigungen der HMV I, II und IV wird Bezug genommen auf die LAGA-Richtlinie M 19 und M 20. Die HMV III, VII nehmen in den Antragsunterlagen Bezug auf die TASI. In der Anlagengenehmigung der HMV V werden die LAGA-Werte und die Werte der TASI genannt. In der Anlagengenehmigung der HMV VI wird die VersatzV genannt.

In der Genehmigung der HMV III sind für die Entsorgung der Schlacke auf Deponien die TA-Si-Zuordnungskriterien genannt. Bei der Schlacke aus dieser HMV wird der Eluatwert von Blei in der frischen Schlacke überschritten, daher besteht die Auflage, dass die Schlacke vor der Deponierung drei Tage zwischengelagert werden muss³. Zum Nachweis der Einhaltung der TASI-Werte ist eine vierteljährliche Eluatanalyse von der auf der Deponie angelieferten Schlacke vorgeschrieben. Die Ergebnisse sind dem zuständigen Staatlichen Gewerbeaufsichtsamt (GAA) vorzulegen.

4.3 Nachweis über die Qualität der Schlacke

Die HMV I, II, IV, V und VII legen den Regierungspräsidien (RP) jährlich die Nachweise über die Qualität der Schlacke im Betriebserfassungsbericht vor.

Zusätzlich werden jährlich in den HMV I und II Rückstandskataster über sämtliche im Betrieb anfallenden Abfälle erstellt, wobei auch die zu entsorgenden Mengen und der einzelne Entsorgungsvorgang anzugeben sind.

In der HMV IV muss für jeden einzelnen Abfall die „tatsächlich erfolgte Verwertung“ nachgewiesen werden. Entsprechen einzelne Chargen nicht den Anforderungen für eine schadlose Verwertung, sind die Stoffe als Abfälle ordnungsgemäß zu beseitigen.

Für die HMV VI gibt es keine Auflagen über den Nachweis der Schlackenqualität. Bei der HMV VII müssen die Analysenwerte dem Gewerbeaufsichtsamt und dem Regierungspräsidium vorgelegt werden.

³ Zur Verfestigung/Carbonatisierung der frischen Schlacke

4.4 Schlackenaufbereitung

In den Genehmigungen der HMV V und IV ist eine Verwertung der anfallenden Stoffe vorgeschrieben. In der HMV VI ist die externe Behandlung der Schlacke Teil der Verpflichtungserklärung des Kraftwerksbetreibers zum Planfeststellungsbeschluss. Nach Angaben der Genehmigungsbehörde für die HMV I, II und III wird die Schlacke an Verwertungsbetriebe weitergeleitet. Für die HMV III gibt es die Auflage, dass die Schlacke für drei Tage zwischengelagert werden

muss, damit die Zuordnungswerte für den Bleigehalt (Eluat) eingehalten werden können.

Nach Angabe der Genehmigungsbehörde für die HMV VII (im Bau) ist die Aufbereitung nicht vorgeschrieben, sie ergibt sich aus dem Verwertungsweg.

Ansonsten werden in den Genehmigungen bzw. Antragsunterlagen der HMV werden keine Angaben zur Schlackeaufbereitung gemacht.

5 Auswertung der Anfrage bei den Betreibern der Hausmüllverbrennungsanlagen

5.1 Schlackenmenge in den Jahren 2000 und 2001

cke) pro Jahr und der Durchsatz der HMV gegenübergestellt.

In der Tabelle 7 sind die Angaben der HMV-Betreiber über die Schlackenmenge (Rohschla-

Tabelle 7: Schlackenmenge in den Jahren 2001 und 2002 in Tonnen pro Jahr. Beachte: Die Anlage VII befindet sich noch im Bau. Die Anlage V war 2000 und 2001 noch weitgehend im Probetrieb.

Jahr	HMV I	HMV II	HMV III	HMV IV	HMV V	HMV VI	Gesamt
Inputmenge ¹ t/a							
2000	120.471	125.201	215.667	36.900	326.783	113.405	938.427
2001	139.344	121.031	230.000	29.586	309.025	107.000	935.986
Schlackenmenge t/a							
2000	26.467	34.500	48.000	9.929	98.252	27.169	244.317
2001	26.669	36.250	50.000	4.955	83.270	26.855	227.998
Schlackenmenge in Prozent (%) bezogen auf die Inputmenge							
2000	22	28	22	27	30	24	26
2001	19	30	22	17	27	25	24

¹ Diese Daten wurden den Abfallbilanzen 2000 und 2001 entnommen.

In den folgenden Abbildungen 1 und 2 sind die Schlackenmengen im Vergleich zum Abfallinput für das Jahr 2000 sowie für das Jahr 2001 dargestellt. Die Abbildung 3 vergleicht den Gesamt-Input der HMV I bis VI mit der jeweiligen Schlackenmenge in den Jahren 2000 und 2001

Bei den HMV I, II und III gab es von 2000 auf 2001 eine Erhöhung der Inputmenge und eine kaum nennenswerte Erhöhung der Schlackemenge. Bei den übrigen drei Anlagen IV, V und VI haben sich die Input- und die Schlackenmenge verringert. Auffallend ist, dass die tatsächlich entstandene Schlackenmenge in der HMV II in

beiden Jahren größer war als die Menge, die in den Genehmigungsunterlagen genannt wird.

Vergleicht man die jeweiligen Schlackenmengen mit dem Durchsatz der Anlagen, zeigt sich, dass die Anlagen einen unterschiedlichen Ausbrand erreichen oder einen unterschiedlichen mineralischen Input aufweisen. Bei der HMV IV entstand aus der eingesetzten Abfallmenge 17 % verglaste Schlacke. In den Anlagen HMV V und HMV II entstanden 30 % Schlacke. Im Durchschnitt fällt etwa 25 % des Abfallinputs als Schlacke an

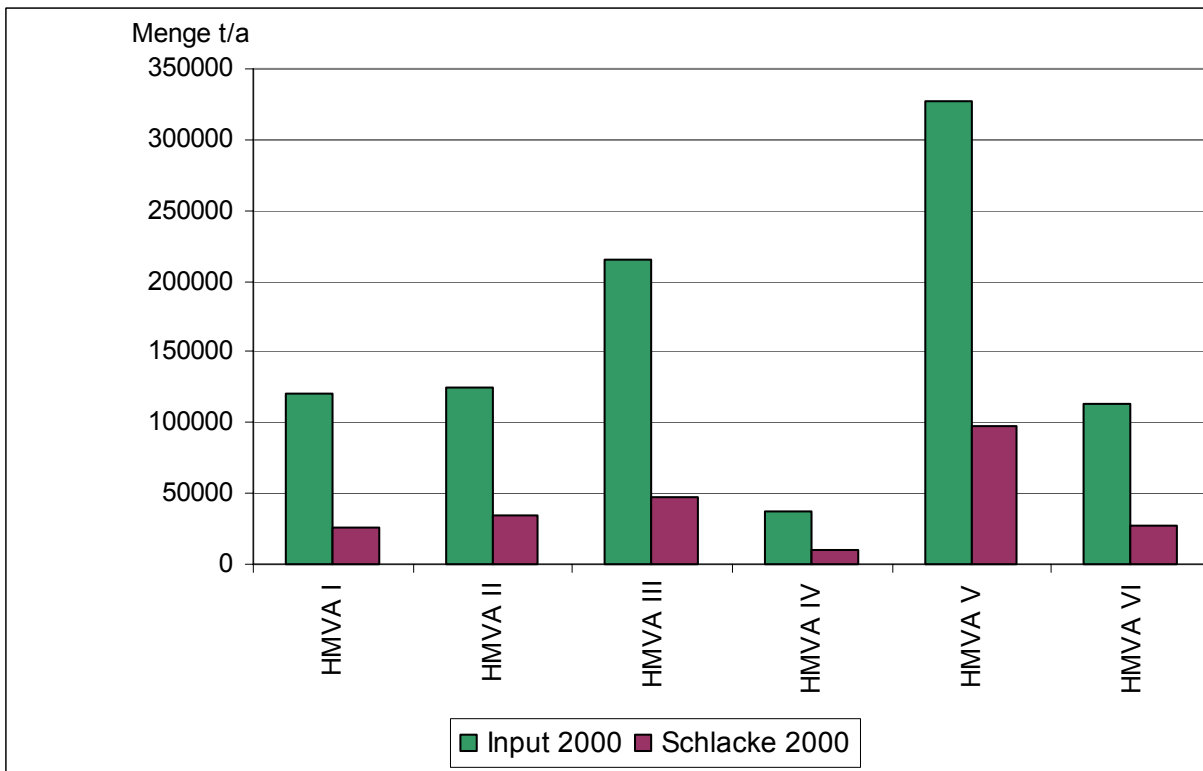


Abbildung 1: Schlackenmengen im Jahr 2000 im Vergleich zum Abfallinput

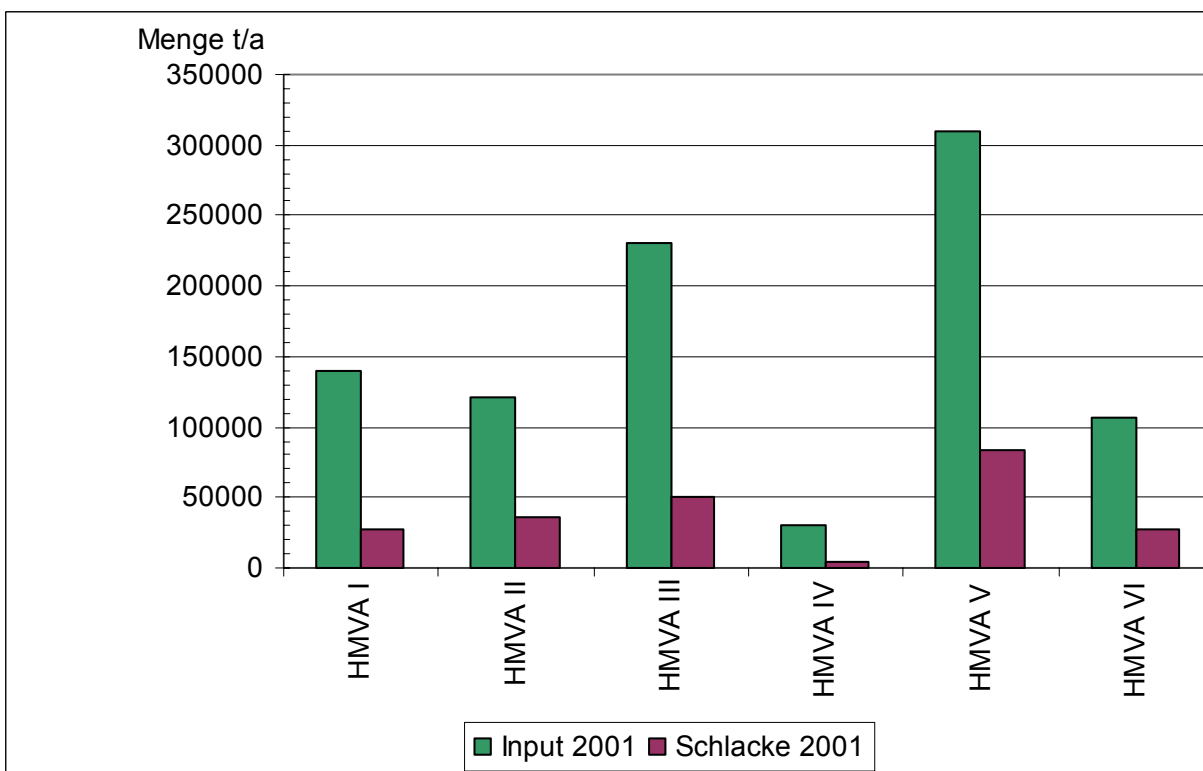


Abbildung 2: Schlackenmengen im Jahr 2001 im Vergleich zum Abfallinput

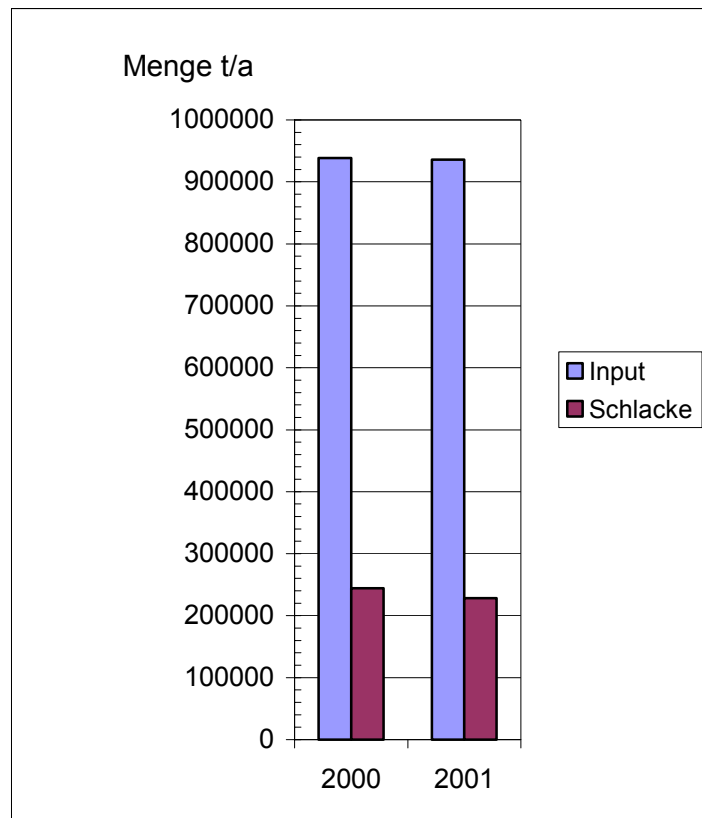


Abbildung 3: Gesamt-Input der HMV I bis VI im Vergleich zur jeweiligen Schlackenmenge in den Jahren 2000 und 2001

5.2 Qualitäten der Schlacke

Die gelieferten Analysenwerte sind zusammengefasst in den Tabellen „Schlackenqualitäten (Feststoffgehalte) der HMV in den Jahren 2000 und 2001“ und „Schlackenqualitäten (Eluatkonzentrationen) der HMV in den Jahren 2000 und 2001“ (Anhang 1 und 2) wiedergeben. In den Tabellen ist ein Vergleich zwischen den Analysenwerten und den Zuordnungs- und Untersuchungsdaten aus den LAGA M 19 und M 20 dargestellt.

Dabei ist zu beachten, dass nur im LAGA M 19 Vorgaben für den Betreiber einer HMV gemacht werden, und zwar im Anhang 6 „Untersuchungen im Feststoff für HMV-Rohschlacke.“ Diese Qualitätskontrolle wird nicht in dem LAGA M 20 genannt.

5.2.1 Feststoff-Analysenwerte

Für die Feststoffgehalte gibt es in den LAGA M 19 und M 20 Zuordnungswerte⁴ und in den LAGA M 19 zusätzliche Untersuchungswerte⁵.

Die Zuordnungswerte müssen bei einer Verwertung der Schlacke für Baumaßnahmen unterschritten werden⁶.

Die Untersuchungswerte dagegen dienen lediglich als Qualitätskontrolle und müssen entweder vierteljährlich oder nach Änderung der Feuerungsführung untersucht und protokolliert werden⁷.

⁴ LAGA M 19 Anhang 4; LAGA M 20 Tabelle II. 2.2-1; hier: Tabelle 2

⁵ Anhang 6; hier: Tabelle 1

⁶ siehe hierzu LAGA M 19 - 4.1.1. bzw. M 20 – 2.2.3.

⁷ siehe hierzu LAGA M 19 – 4.1.4.; M 20 keine Angaben

Im Anhang 1 sind die Feststoffgehalte der HMV-Schlacken der Jahre 2000 und 2001 aufgeführt. Es wurden die Analysenwerte „fett“ hervorgehoben, die die Zuordnungs- und Untersuchungswerte der LAGA Merkblätter überschreiten.

Es fällt auf, dass außer der HMV III keine andere Anlage Angaben über die allgemeinen Parameter (Farbe, Geruch, Aussehen) gemacht hat, obwohl diese lt. LAGA Merkblätter anzugeben sind (siehe Tabelle 8).

Tabelle 8: Feststoffgehalte im Vergleich zu den Angaben der LAGA Zuordnungs- und Untersuchungswerte

Hinweis:

! = vom Betreiber wurden keine Angaben gemacht

HMV	I	II	III	IV	V	VI	LAGA M 19 / M 20	
							Zuordnungswerte	Untersuchungswerte
Aussehen	!	!	inhomogen	!	!	!	ist anzugeben	
Farbe	!	!	grau	!	!	!	ist anzugeben	
Geruch	!	!	typisch	!	!	!	ist anzugeben	

In Tabelle 9 sind diejenigen Feststoff-Analysewerte zusammengestellt, die Zuordnungswerte nach LAGA M 19 und M 20 bzw. Untersuchungswerte nach LAGA M 19 überschreiten

Bei den Zuordnungswerten gab es Überschreitungen bei folgendem Parameter:

- TOC bei 2 HMV (der Wert für Altanlagen wird nicht überschritten)

Die Untersuchungswerte wurden bei folgenden Parametern überschritten:

- Glühverlust (bei 3 HMV; 1HMV ohne Angabe)
- Blei (bei der HMV I)
- Cadmium (bei der HMV I und II)
- Chrom ges. (bei der HMV IV)
- Kupfer (bei der HMV III, IV und VI)
- Nickel (bei der HMV III und VI)
- Zink (bei der HMV)

Tabelle 9: Feststoff-Analysenwerte, die die LAGA Zuordnungs- und Untersuchungswerte überschreiten.

Hinweis:

! = Werte, die nach LAGA M 19 nur an zugegeben sind, aber hier vom Betreiber keine Angaben gemacht wurden

leeres Feld = Zuordnungs- bzw. Untersuchungswerte sind ein gehalten

Parameter	HMV						LAGA M 19	
	I	II	III	IV	V	VI	Zuordnungs- werte	Unter- suchungs- werte
Glühverlust [%TS]	6	5 9			!	3 10 3 8 4 3,4 7	ist anzugeben	<3
AOX [mg/kg TS]					!			
TOC [M- %] ges. org. Kohlenstoff		1,7			1,2 1,4		1 (für Altanlagen gilt 3 Masse- %)	
Summe PAK 16 (GC-MS) [mg/kg TS]	!	!		!	!	!		ist anzugeben
Arsen [mg/kg TS]					!			ist anzugeben
Blei [mg/kg TS]	7300							6000
Cadmium [mg/kg TS]	88	390						20
Chrom ges. [mg/kg TS]				3553 3237 2117 2267 3322 2782 2299 2040				2000
Kupfer [mg/kg TS]			31800 8140	7459 7100		19000 9500		7000
Nickel [mg/kg TS]			3730			560 540		500
Quecksilber [mg/kg TS]					!			ist anzugeben
Zink [mg/kg TS]	13000	18000						10000

Bei der Bewertung der Überschreitungen ist folgendes zu beachten: Ein erhöhter Messwert von mehreren Messungen ist wahrscheinlich begründet in der Inhomogenität des Probenmaterials, so dass auch die weiteren Messungen betrachtet werden müssen.

Die HMV IV war in den Jahren 2000 und 2001 noch im Probetrieb.

5.2.2 Eluat-Analysenwerte

In den LAGA Merkblättern M 19 und M 20 sind Zuordnungswerte für die Eluatkonzentrationen festgelegt⁸. Diese Werte müssen bei einer Verwertung der Schlacke für Baumaßnahmen unterschritten werden⁹. Die Parameter DOC und Arsen sind nur zur Erfahrungssammlung zu bestimmen.

In Anhang 2 sind die Analysenwerte für die Eluatgehalte der HMV-Schlacken der Jahre 2000 und 2001 komplett aufgeführt. Es sind diejenigen Analysenwerte „fett“ hervorgehoben, die die Zuordnungswerte der LAGA Merkblätter überschreiten.

Die nachfolgende Tabelle 10 zeigt diejenigen Werte, die Zuordnungswerte nach den LAGA Merkblättern M 19 und M 20 überschreiten. Die Parameter, die gemäß LAGA Merkblätter zu analysieren sind, aber nicht bestimmt wurden, sind mit „!“ gekennzeichnet.

Es traten Überschreitungen bei folgenden Messwerten auf:

- elektrische Leitfähigkeit (bei HMV V)
- Blei (bei 4 HMV; 1 HMV ohne Angabe)
- Kupfer (bei 1 HMV; 1 HMV ohne Angaben)
- Nickel (bei 1 HMV; 2 HMV ohne Angaben)
- Quecksilber (bei 2 HMV)
- Zink (bei 2 HMV; 2 HMV ohne Angaben)

Besonders hohe Überschreitungen sind bei den Parametern Blei (bis zu 200-fach) und elektrische Leitfähigkeit (bis zu 7-fach) festzustellen.

⁸ M19 Anhang 5 bzw. M 20 Tabelle II. 2.2-2; hier: Tabelle 3

⁹ siehe hierzu LAGA M 19 - 4.1.1. bzw. M 20 - Punkt 2.2.3

Tabelle 10: Eluat-Analysenwerte die die LAGA Zuordnungswerte und Untersuchungswerte überschreiten

Hinweis:

! = Werte, die nach LAGA M 19 / M20 nur an zugegeben sind, aber hier vom Betreiber keine Angaben gemacht wurden

leeres Feld = Werte halten Zuordnungs- bzw. Untersuchungswerte ein

HMV	I	II	III	IV	V	VI	LAGA Zuordnungswerte
el. Leitfähigkeit (25°C) µS/cm	6700	8020 41000	7870 7150 6150 6470 6890 8850			13000 12000 11600 10600 13000 7000 10900	6000 µS/cm
DOC [mg/l]	!	!	!				zur Erfahrungs- sammlung zubestimmen
Chlorid [mg/l]	!	!				!	250 mg/L
Cyanid. leicht freisetzbar [mg/l]	!	!		!	!	!	0,02 mg/L
Arsen [mg/l]		!				!	zur Erfahrungs- sammlung zubestimmen
Blei [µg/l]	11000 3600	!	500 360 500 210 880 500 1500	73 51		2600 450 590 1600 2800 3100	50 µg/l
Cadmium [µg/l]	!	!				<10,0 <10,0 <10,0	5 µg/l
Chrom ges. [µg/l]		!				!	200 µg/l
Kupfer [µg/l]	460	!					300 µg/l
Nickel [µg/l]	!	!		54 42 <86,0		<50,0 <50,0	40 µg/l
Quecksilber [µg/l]			7,3	<55,0 <2,0 <50,0 <136, 0		1,4	1 µg/l
Zink [µg/l]	!	!	770 380 822 310 739 700 350			600 520	300µg/l

Bei der Bewertung der Überschreitungen ist zu beachten, dass einige Überschreitungen auch auf die Inhomogenität des Probenmaterials zurück zu führen sind, so dass auch die weiteren Messungen betrachten werden müssen. Zum Beispiel überschreitet bei der HMV IV der Mittelwert aller Messwerte von Blei und Nickel nicht den Zuordnungswert, dagegen liegen einzelne Werte über dem Zuordnungswert.

Es muss darauf hingewiesen werden, dass die Werte aus dem LAGA M 19 nur für Schlacke, die zu bautechnischen Zwecken eingesetzt wird, gilt. Für eine genaue Beurteilung der Schlackequalitäten müssen auch die Auflagen der Genehmigung und der jeweilige Verwertungsweg der Schlacke, (siehe hierzu Kapitel 7: Beurteilung der Analysen im Vergleich zu den Genehmigungen und den jeweiligen Verwertungswegen).

5.3 Häufigkeit der Kontrolle

Die Schlackenqualität wird von den Betreibern unterschiedlich häufig überprüft (Tabelle 11).

Tabelle 11: Angaben über die Häufigkeit der Kontrollen der Schlacke

HMV I	HMV II	HMV III	HMV IV	HMV V	HMV VI
Alle 10 000 t, d.h. ca. 2-3 mal im Jahr durch Fremdüberwachung	Alle 10 000 t, d.h. ca. 3-4 mal im Jahr durch Fremdüberwachung	4 mal im Jahr durch Fremdüberwachung	Monatliche Kontrolle durch Fremdüberwachung	4 mal im Jahr durch Fremdüberwachung und 14-tägig Eigenüberwachung	4 mal im Jahr durch Fremdüberwachung

5.4 Aufbereitung der Schlacke

Kein HMV-Betreiber bereitet die Schlacke selbst auf, sondern dazu werden jeweils externe Firmen beauftragt (siehe hierzu auch Pkt. 6).

Die Schlacken der HMV I, II und VI werden vom Aufbereiter A aufgearbeitet und dann von einer weiteren Firma als Versatzbaustoff im Salzbergwerk Kochendorf eingesetzt. Bei der Aufbereitung wird das Material grob entschrottet und gebrochen.

Die Schlacke der HMV III wird von einer „ARGE Schlackenaufbereitung“ (zu der 5 Firmen gehören) an die Aufbereitungsanlagen A und B zur mechanischen Bearbeitung vergeben. Bisher wurde diese Schlacke überwiegend als Deponiebaustoff auf zwei Deponien der Stadt Stuttgart und den Deponien des Landkreises Lud-

wigsburg verarbeitet. Seit August 2002 wird der Großteil jedoch auch als Versatzbaustoff im Salzbergwerk Kochendorf durch die Firma C eingesetzt.

Die Schlacke der HMV V wird von einer Aufbereitungsanlage wie folgt aufgearbeitet:

- 4 bis 8 Wochen Lagerung
- danach in den Aufgabebunker der Anlage
- in der Magnettrommel: Auftrennung in Fe-Metalle und Schlacke
- Absiebung: Grob- (>40mm) und Feinschrott (≤40mm)
- Absiebung der Schlacke 0-32mm
- mindestens 3 Monate Lagerung auf dem Nachlager
- Überkorn auf die Deponie

Diese aufgearbeitete Schlacke wird in Lärmschutzwällen, im Deponiebau, als Ver-

füllmaterial im Industriebau, als Damm-bau/Unterbau, als Frostschutzschicht, als Schot-ter-Tragschicht usw. eingesetzt.

Die Schlacke der HMV IV ist nicht direkt ver-gleichbar mit der Schlacke aus anderen HMV. Das anfallende Mischgranulat ist durch den pro-zessintegrierten Einschmelzprozess eine ver-glaste Schlacke. Dieses Mischgranulat entsorgt

Aufbereiter D. Es findet eine Trennung der me-tallischen und der mineralischen Fraktion statt. Die metallische Fraktion wird durch Altmetall-verwerter in der Verhüttung ver-wertet. Die mi-neralische Fraktion wird laut Angaben des HMV-Betreibers bei Deponiebaumaßnahmen und als Bauzuschlagstoffe verwertet.

6 Auswertung der Anfrage bei den Schlackeaufbereitern

Es wurden zehn Schlackenaufbereiter, die von den Betreibern der HMV genannt wurden, be-fragt. Die Angaben von sechs Aufbereitern konn-ten ausgewertet werden.

6.1 Verarbeitung, Aufbereitung, De-ponierung und Versatz von Schlacke in den Jahren 2000 und 2001

In der Tabelle 12 sind die Angaben der Schla-ckenaufbereiter zur Verarbeitung, Deponierung und zum Versatz dargestellt.

Tabelle 12: Angaben der Aufbereiter über die angelieferte und aufbereitete Schlackenmenge und Verbleib der Schlacke

Hinweis:

leeres Feld = es liegen uns keine Angaben von den Aufbereitern vor.

Aufbereiter	anliefernde HMV bzw. Aufbereiter	Jahr	angelieferte Mengen (t/a)	Deponierung t/a	aufbereitete Mengen (t/a)	Verwertung im Deponiebau (t/a)	Metallfraktion (t/a)	Versatz (t/a)
A	I, II, VI	2000	94.360 bis 99.911 ¹		84.924	8.822		76.102
		2001	95.430 bis 101.044 ²		85.887	27		85.860
B	III	2000	47.663		46.057	42.360	3.697	
		2001	49.859		49.395	45.096	4.299	
C	erhält aufbereitete Schlacke von A	2000	76.102					76.102
		2001	85.860					85.860
D	IV	2000	5.800					
		2001	4.500					
E	erhält aufbereitete Schlacke von D	2001	1.476		1.476			
		2002	7.158		7.158			
F	V	2000	98.433	8.610	82.600		6.215	
		2001	83.087	7.808	41.000		6.477	

1 Bei der Erhebung hat der Aufbereitungsbetrieb A nur die Mengen der aufbereiteten Schlacken angegeben. Die „von-bis“ Angabe der angelieferten Mengen wurde mit der Angabe, dass 85-90 % der Rohschlacke verwertet werden, berechnet.

² Siehe ¹

Aufbereiter A bekommt die Schlacke von drei HMV. Etwa 85-90 % der Roh-Schlackenmengen werden als obertägiger Baustoff oder als Versatzmaterial verwertet. Der Rest besteht aus einer Metallfraktion und ggf. zur Verbrennung zurückgelieferte unverbrannte Bestandteile.

Aufbereiter B bereitet die Schlacke in einem Trockenaufbereitungsprozeß auf und entnimmt erst dann die Metallfraktion.

Der Aufbereiter C hat zusammen mit einer anderen Firma geantwortet, da er eine 100 %-ige Tochter dieser Firma ist. Aufbereiter C ist für die Verwertung im Versatzbergwerk Kochendorf zuständig. Er erhält bereits aufbereitete Schlacke.

Aufbereiter D verarbeitet das angelieferte Granulat zu Strahlmittel und verkauft es aufbereitet weiter.

Aufbereiter E erhält bereits aufbereitete Schlacke. Es findet keine Zwischenlagerung und keine weitere Behandlung des Materials statt.

Aufbereiter F ist nur als Dienstleister im Bereich der Aufbereitung und Vermarktung für eine Abfallbeseitigungsgesellschaft tätig und die Schlacke geht nicht in deren Eigentum über. Er verarbeitet die Schlacke aus der HMV V und einer weiteren HMV aus einem anderen Bundesland. Er erhält ca. 80 % der verarbeiteten Schlacke von der HMV V.

Er kalkuliert, dass 100 % angelieferte Rohschlacke ca. 70 % aufbereitete Schlacke ergibt, die dann vermarktet wird. Der Rest ist eine abgetrennte Metallfraktion und das sogenannte Überkorn (Unverbranntes, größere Steine). Das Überkorn wird deponiert.

Daraus folgt, dass im Jahr 2000 aus 244.317 t Rohschlacken, die in den HMV in Baden-Württemberg angefallen waren, mindestens 213.581 t aufbereitete Schlacken entstanden. Von diesen aufbereiteten Schlacken wurden ca. 63% als Bauersatzstoffe (davon ca. 24% als

Deponiebaustoff) verwendet. Im Bergversatz wurden 36% verwertet (aufbereitete Schlacken von Aufbereiter A bzw. C).

Im Jahr 2001 ergaben sich mindestens 177.758 t aufgearbeitete Schlacken aus 227.998 t bei den HMV angefallenen Rohschlacken. Von diesen aufgearbeiteten Schlacken wurden ca. 48 % als Bauersatzstoffe (davon ca. 25% als Deponiebaustoff) verwendet. Im Bergversatz wurden ebenfalls 48 % verwertet (aufbereitete Schlacken von Aufbereiter A bzw. C).

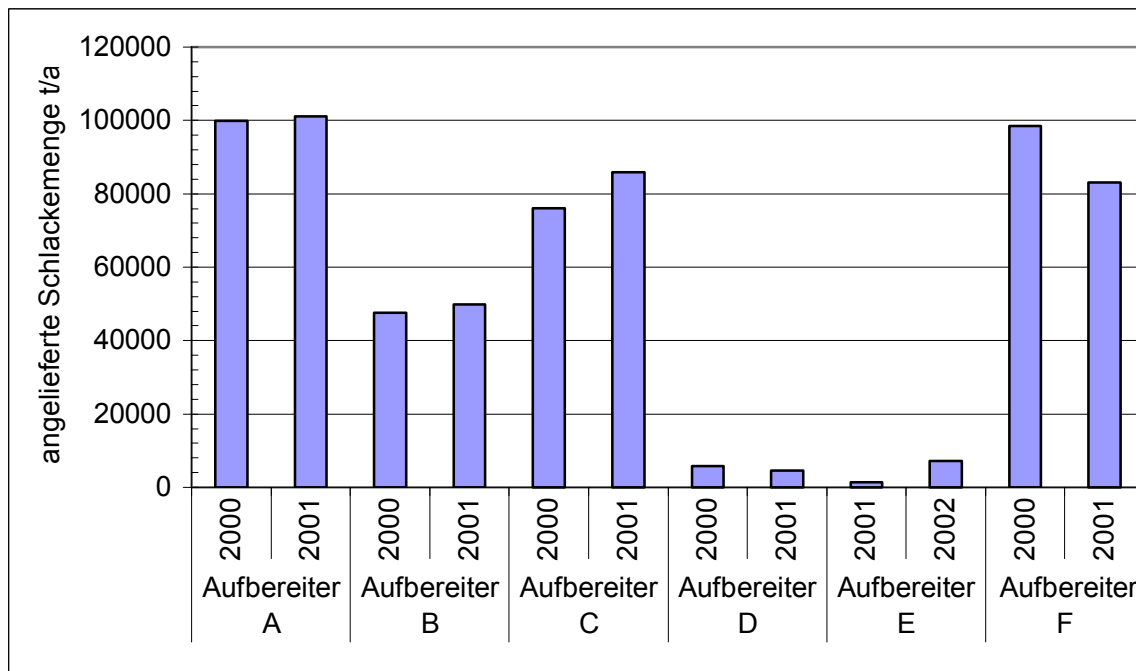


Abbildung 4: Darstellung der bei den Aufbereitern angelieferten Schlackenmenge für die Jahre 2000 und 2001. Der Aufbereiter E hat statt den Daten für das Jahr 2000 Daten für das Jahr 2002 geliefert.

In der Abbildung 4 werden die bei den Aufbereitern angelieferten Mengen gegenübergestellt.

Vergleicht man die bei den Aufbereitern angelieferte Schlackenmenge mit der bei den HMV angefallenen Schlackenmenge, dann erhält man eine große Differenz von 80.000 bis 100.000 t pro Jahr (Tabelle 13).

Dies lässt sich damit begründen, dass z.B. der Aufbereiter A die Schlacke aufbereitet und diese dann an den Aufbereiter C zum Versatz weiterleitet. Dasselbe geschieht bei dem Aufbereiter D, der die Schlacke aufbereitet und zum Teil an den Aufbereiter E zur Verarbeitung weiterleitet.

Tabelle 13: Gegenüberstellung der bei den HMV angefallenen Schlackemengen zu den angelieferten Schlackemengen bei den Aufbereitern.

	bei den HMV angefallene Schlacken	bei den Aufbereitern gesamte angelieferte Schlacken	bei den Aufbereitern angelieferte Schlacken jedoch ohne den Input von den Aufbereitern C und E
2000	244.317 t/a	327.908 t/a	251.806 t/a
2001	227.998 t/a	325.825 t/a	238.489 t/a

6.2 Beschreibung der Schlackenaufbereitung

In der Tabelle 14 sind die Angaben der Schlackenaufbereiter zur Aufbereitung und Entsorgung dargestellt.

Tabelle 14: Beschreibung der Schlackeaufbereitung

Aufbereiter	Aufbereitung	Entsorgung
A	Trennung der metallischen und der mineralischen Fraktion, Siebung, Überkorn gebrochen, z.T. befeuchtet (hoher Verbrauch an Wasser (Hydratation)). Alterung bei deponiebautechnischer Verwertung, unverbrannter Rest zurück zur Verbrennung	Versatz und Deponiebau
B	Trennung in metallische und der mineralische Fraktion. Die Schlacke wird mindestens 3 Tage gelagert.	Deponiebau
C	siehe Aufbereiter A	Versatz
D	Trennung in metallische und der mineralische Fraktion	keine Angaben; Angabe aus dem Internet: Strahlmittel
E	Gewaschene und aufbereitete Schlacke vom Aufbereiter D, keine weitere Behandlung bzw. Zwischenlagerung.	Baustoff
F	Vorlager ≥ 1 Monat, verschiedene Magnetsysteme trennen Eisenteile ab, Nichteisen-Teile händisch, Siebung (Körnung 0-32), Überkorn zur Deponie, Nachlager ≥ 3 Monate	Deponie und Vermarktung

6.3 Annahmekriterien der Schlackenaufbereiter

Die Annahmekriterien des Aufbereiters A orientieren sich an den weiterführenden Verwer-

tungswegen. Für den Deponiebau richten sich die Vorgaben nach den Einsatzgebiet der Schlacke, z.B. als Drainschicht, als Wegbefestigung, im Deponiekörper. Für den Versatz gilt im Wesentlichen die Versatz V, jedoch muss auch die

Arbeitsschutz-Richtlinie für die Arbeitnehmer im Bergbau eingehalten werden, d.h. jede Charge wird vom Landesbergamt genehmigt.

Aufbereiter B richtet sich nach den Vorgaben des LAGA M 19. Falls die Zuordnungswerte des Merkblattes M 19 um mehr als 100 % überschritten werden, darf die betreffende Schlacke nur nach Freigabe der Genehmigungsbehörde in die Aufbereitungsanlage gegeben werden.

Aufbereiter C verwertet die Schlacken als Schüttgüter im Direktversatz, d.h. ohne Aufbereitung, wenn folgende Voraussetzungen erfüllt sind:

1. Grobentschrottet
2. Restfeuchte 10-15 %
3. Restorganik ≤ 5 % (TOC-Wert)
4. Korngröße ≤ 60 mm
5. geomechanische Versatzfunktion
6. arbeitssicherheitliche Unbedenklichkeit im offenen Umgang

Werden die Voraussetzungen 1-6 nicht erfüllt, wird die Schlacke durch Aufbereitung, z.B. über den Aufbereiter A, in eine einbaugerechte Form gebracht. Hinsichtlich der Konzentrationen der Inhaltsstoffe gibt es keine Grenzwerte, es erfolgt eine Einzelstoffbetrachtung nach der Bestimmungen der Versatzverordnung sowie unter Berücksichtigung der arbeitssicherheitlichen Vorgaben.

Aufbereiter D gibt als Annahmekriterium die Zuordnungswerte aus dem LAGA M 19 an. Auch für den Aufbereiter E gelten LAGA M 19 und M 20, sowie die DIN 4226 „Gesteinskörnungen für Beton und Mörtel“.

Aufbereiter F hat keine Annahmekriterien, da die zuständige Abfallbeseitigungsgesellschaft die direkten Vertragsbedingungen zu den HMV unterhält.

7 Beurteilung der Untersuchungsergebnisse im Vergleich zu den Genehmigungen und ihren jeweiligen Verwertungswegen

Für eine weitere Beurteilung der Schlacken wurden die Untersuchungsergebnisse mit den Anforderungen aus der Genehmigung (siehe hierzu Anhang 3) und mit den Angaben der Schlackenaufbereiter verglichen.

In der Tabelle des Anhangs 3 „Schlackenqualitäten der HMV in Baden-Württemberg im Vergleich zu den Anforderungen immissionsschutzrechtlicher Genehmigungen“ wurden die Anforderungen der Genehmigung den HMV zugeordnet und dazu die jeweiligen Zuordnungs- und Untersuchungswerte eingetragen. Die Beurteilung der Untersuchungsergebnisse erfolgt an Hand der nachfolgend aufgeführten Abkürzungen:

- X:** Genehmigung eingehalten
- o:** Genehmigung nicht eingehalten
- a:** analysiert, obwohl lt. RV nicht gefordert
- na:** nicht analysiert, obwohl lt. RV gefordert
- xxx:** Werte lt. LAGA eingehalten

Die HMV I, II, V und VI haben in der Genehmigung bzw. in den Antragsunterlagen die LAGA Merkblätter genannt.

Die Schlacken der HMV I und II können nicht in Erd- und Straßenbau eingesetzt werden, da zum Teil erhebliche Überschreitungen der Zuordnungswerte vorliegen. Die Schlacken werden in Kochendorf als Versatzbaustoff verwertet. Bei der Verwertung als Versatzbaustoff muss die VersatzV eingehalten werden, die nur die Einhaltung der Parameter TOC und Glühverlust vorschreibt. Diese Werte werden eingehalten.

Diese Schlacken werden von dem Aufbereiter A aufbereitet und von dem Aufbereiter C als Versatzbaustoff im Salzbergwerk verwertet.

Die Schlacke der HMV IV wird chargenweise überprüft und dann wird über den Verwertungsweg entschieden. Das Mischgranulat wird vom Aufbereiter D in eine mineralische und eine metallische Fraktion getrennt. Zum einen wird es als Strahlmittel verarbeitet und zum anderen als Baustoff an den Aufbereiter E weiter verkauft.

Die LAGA Zuordnungswerte werden bei der Schlacke aus der HMV V eingehalten und somit kann diese Schlacke für bautechnische Zwecke eingesetzt werden. Die Aufbereitung der Schlacke wird als Dienstleistung von dem Aufbereiter F für die HMV V vorgenommen. Die Schlacke wird in metallische und mineralische Fraktionen getrennt, sowie in Vor- und Nachlager gelagert.

In der Genehmigung der HMV III wird für die Schlacke auf die TASI-Zuordnungswerte (möglichst die Deponieklasse I) hingewiesen (diese Zuordnungswerte sind in der Abfallablagereverordnung übernommen worden). Die Schlacke der HMV III hält die Zuordnungswerte der Deponieklasse I für Blei und für Quecksilber nicht ein. Bei der Betrachtung der gesamten Messwerte, d.h. je vier Messungen im Jahr, erkennt man, dass der Bleiwert immer zu hoch ist. Dagegen wurde der Quecksilberwert in drei Jahren nur einmal überschritten, so dass diese Messung auch als „Ausreißer“ betrachtet werden kann (Tabelle 15).

Tabelle 15: Eluat-Analysenwerte (Blei und Quecksilber) der HMV III im Vergleich zu den TASI-Zuordnungswerten.

Eluatwerte	2000	2001	2002	TASI – Zuordnungswert	
	mg/l	mg/l	mg/l	Deponieklasse I	Deponieklasse II
Blei	0,500	0,360	0,480	$\leq 0,2 \text{ mg/l}$	$\leq 1 \text{ mg/l}$
	<0,005	0,500	0,340		
	0,210	0,800	0,048		
	0,500	1,500	0,440		
Quecksilber	<0,0001	0,0002	<0,0001	$\leq 0,005 \text{ mg/l}$	$\leq 0,02 \text{ mg/l}$
	<0,0001	<0,0001	<0,0001		
	<0,0001	0,0073	<0,0001		
	<0,0001	<0,0001	<0,0001		

Der Genehmigungsbehörde ist bekannt, dass der Bleigehalt der frischen Schlacke problematisch ist. Aus diesem Grunde besteht die Auflage, dass die Schlacke mindestens drei Tage zwischengelagert werden muss (Carbonatisierung der frischen Schlacke).

Die Verwertung und Entsorgung der Schlacke der HMV III wird durch eine „ARGE Schlackenaufbereitung“ durchgeführt. Die Schlacke wird von dem Aufbereiter A aufbereitet und entweder als Deponiebaustoff eingesetzt oder (seit August 2002) auch als Versatzbaustoff im Salzbergwerk Kochendorf verwertet.

Im Planfeststellungsbeschluss für die VI gibt es keine besonderen Anforderungen an die Qualität der Schlacke. Im Vordergrund stand die sachgerechte und umweltgerechte Entsorgung als Bergversatz im Salzbergwerk Kochendorf, d.h. es gilt die VersatzV. Die in dieser Verordnung (siehe 2.4) geforderten Werte für TOC und

Glühverlust werden von der Schlacke eingehalten. Für den Versatz der Schlacke gelten jedoch noch weitere Rechtsverordnungen, z.B. für den Arbeitsschutz der Bergleute, die jedoch nicht Gegenstand dieses Berichts sind.

Auch die Schlacke aus HMV VI wird, bevor sie als Versatzbaustoff verwertet wird, von dem Aufbereiter A aufbereitet.

Die Menge der aufbereiteten Schlacke, die als Versatzmaterial im Bergbau verwertet wird, hat sich erhöht. Es wurden im Jahr 2000 ca. 36% der aufbereiteten Schlacke und im Jahr 2001 ca. 48% der aufbereiteten Schlacke auf diesem Weg verwertet. Die aufbereitete Schlackemenge die als Bauersatzstoff eingesetzt wurde, hat sich verringert. Im Jahr 2000 waren es ca. 63 % und im Jahr 2001 ca. 48 %. Davon wurden im Jahr 2000 ca. 24 % und im Jahr 2001 25 % als Deponiebaustoff verwertet.

8 Abkürzungsverzeichnis

AbfAbIV	Abfallablagerungsverordnung; Verordnung über die umweltverträgliche Ablagerung von Siedlungsabfällen vom 20. Februar 2001 (BGBl. S. 305)
AOX	Adsorbierbare organische Halogenverbindungen im Wasser (X steht in der organischen Chemie für die Halogene Fluor, Chlor, Brom und Jod)
BImSchG	Bundes-Immissionsschutzgesetz; Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge vom 14. Mai 1990 (BGBl. I S. 880) zuletzt geändert am 26. September 2002 (BGBl. I S. 3830)
BSB5	Biochemical oxygen demand (BOD), Maßzahl für die Menge an im Wasser gelöstem Sauerstoff (nach 5 Tagen), der zum biologischen Abbau gelöster organischer Verbindungen im Abwasser benötigt wird
CSB	Chemische Sauerstoffbedarf (CSB) Chemical oxygen demand (COD); CSB ist ein Maß für die Summe aller organischen Stoffe im Wasser, einschließlich der schwer abbaubaren.
DIN	Deutsche Industrienormung
DOC	Dissolved organic carbon; gelöster organisch gebundener Kohlenstoff
EOX	Extrahierbares organisch gebundenes Halogen
GAA	Gewerbeaufsichtsamt
HMV	Hausmüllverbrennungsanlagen
HMV-Rohschlacken	Ein als Rostabwurf und Rostdurchfall anfallendes Gemenge aus gesinterten Verbrennungsprodukten, die aus den Feuerräumen von Abfallverbrennungsanlagen ausgetragen werden
HMV-Schlacken	Aufbereitete und gealterte HMV-Rohschlacken
LAGA M 19	Merkblatt der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall über die Entsorgung von Abfällen aus Verbrennungsanlagen für Siedlungsabfälle (M 19), März 1994, veröffentlicht im GABL. Nr. 1/1995 S. 66
LAGA M 20	Anforderungen an die Stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfällen“(M 20), November 1998
Ø	Durchschnittswert
PAK	Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe
PCDD/PCDF	Polychlorierte Dibenzodioxine/Polychlorierte Dibenzofurane
RP	Regierungspräsidium
RV	Rechtsverordnung
t	Tonnen
t/a	Tonnen pro Jahr
TASi	TA Siedlungsabfall ; Dritte Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Abfallgesetz: Technische Anleitung zur Verwertung, Behandlung und sonstigen Entsorgung von Siedlungsabfällen; vom 14. Mai 1993 (BAnz.-Anlage Nr. 99a)
TC	Total carbon; gesamter vorhandener Kohlenstoff
TIC	Total inorganic carbon; gesamter anorganisch gebundener Kohlenstoff
TOC	Total organic carbon; gesamter organisch gebundener Kohlenstoff
TS	Trockensubstanz
VersatzV	Versatzverordnung; Verordnung über den Versatz von Abfällen unter Tage vom 24. Juli 2002 (BGBl. S 2833)

Dezimalstellen	Faktor	Name	Symbol
1000000000000	10^{12}	Tera	T
1000000000	10^9	Giga	G
1000000	10^6	Mega	M
1000	10^3	Kilo	k
0,001	10^{-3}	Milli	m
0,000001	10^{-6}	Mikro	μ
0,000000001	10^{-9}	Nano	n
0,000000000001	10^{-12}	Pico	p

9 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Untersuchungen im Feststoff für HMV-Rohschlacken (Anhang 6 des LAGA M 19).....	9
Tabelle 2:	Zuordnungswerte und Untersuchungsumfang im Feststoff für HMV-Schlacken (Anhang 4 des LAGA M 19)	9
Tabelle 3:	Zuordnungswerte und Untersuchungen im Eluat für HMV-Schlacken (Anhang 5 des LAGA M 19).....	10
Tabelle 4:	Zuordnungskriterien für Deponien, gemäß der AbfAbIV, Anhang 1.....	11
Tabelle 5:	Zuordnungswerte für Feststoffe (nach § 4 Abs. 3 der VersatzV – Tabelle 1a)	12
Tabelle 6:	Angaben über die geplanten Schlackenmengen/Jahr für die HMV in den Genehmigungs- bzw. Antragsunterlagen.....	14
Tabelle 7:	Schlackenmenge in den Jahren 2001 und 2002 in Tonnen pro Jahr..	16
Tabelle 8:	Feststoffgehalte im Vergleich zu den Angaben der LAGA Zuordnungs- und Untersuchungswerte	19
Tabelle 9:	Feststoff-Analysenwerte, die die LAGA Zuordnungs- und Untersuchungswerte überschreiten.	20
Tabelle 10:	Eluat-Analysenwerte die die LAGA Zuordnungswerte und Untersuchungswerte überschreiten	22
Tabelle 11:	Angaben über die Häufigkeit der Kontrollen der Schlacke	23
Tabelle 12:	Angaben der Aufbereiter über die angelieferte und aufbereitete Schlackenmenge und Verbleib der Schlacke	25
Tabelle 13:	Gegenüberstellung der bei den HMV angefallenen Schlackemengen zu den angelieferten Schlackemengen bei den Aufbereitern.	27
Tabelle 14:	Beschreibung der Schlackeaufbereitung	27
Tabelle 15:	Eluat-Analysenwerte (Blei und Quecksilber) der HMV III im Vergleich zu den TASI-Zuordnungswerten.	30

10 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Schlackenmengen im Jahr 2000 im Vergleich zum Abfallinput	17
Abbildung 2:	Schlackenmengen im Jahr 2001 im Vergleich zum Abfallinput	17
Abbildung 3:	Gesamt-Input der HMV I bis VI im Vergleich zur jeweiligen Schlackenmenge in den Jahren 2000 und 2001	18
Abbildung 4:	Darstellung der bei den Aufbereitern angelieferten Schlackenmenge für die Jahre 2000 und 2001. Der Aufbereiter E hat statt den Daten für das Jahr 2000 Daten für das Jahr 2002 geliefert.....	26

Anhang

Anhang 1 Schlackenqualitäten (Feststoffgehalte) der HMV in den Jahren 2000 und 2001

Beachte:

Die **Zuordnungswerte** nach Anhang 4 des Merkblatts der Landesarbeitsgemeinschaft Abfall für die Entsorgung von Abfällen aus Verbrennungsanlagen für Siedlungsabfälle müssen gemäß den §§4.1.1 und 4.1.4 **eingehalten werden**.

Die **Untersuchungswerte** nach Anhang 6 des Merkblatts der Landesarbeitsgemeinschaft Abfall für die Entsorgung von Abfällen aus Verbrennungsanlagen für Siedlungsabfälle **dienen** gemäß den §§ 4.1.4 **als Anhalt** und sind zu dokumentieren

! = lt. LAGA- Mitteilung ist es anzugeben

Fett = Überschrittene Werte

	HMVA I ¹		HMVA II ²		HMVA III ³		HMVA IV ⁴				HMVA V ⁵		HMVA VI ⁶		LAGA	
	2000	2001		2002	2000	2001	2000	2001	2000	2001	2000	2001	2000	2001	Zuordnungs-werte	Unter-suchungs-werte
Aussehen	!	!	!	!	inhomogen	inhomogen	!	!	!	!	!	!	!	!	ist anzugeben	
Farbe	!	!	!	!	grau	(hell-)grau	!	!	!	!	!	!	!	!	ist anzugeben	
Geruch	!	!	!	!	typisch	typisch	!	!	!	!	!	!	!	!	ist anzugeben	
Trockenrückstand [%TS]	89	86		83	84,8	98,0	96,3	91,4	86,4	96,6	!	!	77	80	ist anzu-geben	
			100		96,8	89,6	93,3	93,1	99,9	85,3			80	81		
Ø=				91,5	91,2	92,4		94,7		94,7			84	89		
					92,0	90,6	97,4		98,0	97,4			83	84,8		
Glühverlust [%TS]	2	6		5			n.b.	n.b.	n.n.	n.n.	!	!	3	10	ist anzu-geben	<3 [%TS]
				9			<0,01	<0,05	n.n.	n.n.			3	8		
							<0,01	<0,05	<0,2	<0,01			4	3,4		
Ø=				7			<0,01		n.n.	n.n.			7	2,03		
								<0,03		<0,11			4,7	5,9		

	HMVA I ¹		HMVA II ²		HMVA III ³		HMVA IV ⁴				HMVA V ⁵		HMVA VI ⁶		LAGA		
	2000	2001		2002	2000	2001	2000		2001		2000	2001	2000	2001	Zuordnungs- werte	Unter- suchungs- werte	
AOX [mg/kg TS]							n.b.	<1,0	21,8	64,0	!	!					
Ø=							<5,0	<1,0	52,3	25,1							
							<1,2	<1,0		n.b.							
							n.b.		4,2	24,0							
							<1,8		31,9								
EOX [mg/kg TS]					<1	<0,2					<0,5	n.b.			3		
Ø=					<1	<0,2					<0,5	<0,5					
					<1	<0,2		<1			<0,5	<0,5					
					<1	<0,2		<1			<0,5	<0,5					
TOC [M-%] ges. org. Kohlenstoff				1,7	0,43	0,66	0,05	<0,01	0,01	<0,01	0,4	1,4			1 M-% (für Altanlagen gilt 3 M-%)		
Ø=				0,4	0,50	0,34	0,081	0,03	<0,01	<0,01	1,2	0,8	1,4				
					0,42	0,34	<1,00	0,01	0,1	<0,1	0,7	0,8					
					0,46	0,34	n.b.		<0,01	0,03	0,8		1	0,63			
				1,05	0,453	0,42	<0,20		<0,04		0,8	1,0	1,2	0,63			
TIC [M-%] ges. anorg. Kohlenstoff				0,3	0,14	0,51											
Ø=				0,1	0,13	0,19							0,6				
					0,09	0,16							0,6	0,34			
				0,2	0,14	0,25							0,6	0,34			
TC [M-%] Kohlenstoff ges.				2	0,57	1,17	0,24	<0,01	0,01	<0,01							
Ø=				0,5	0,72	0,53	0,81	0,03	0,01	<0,01			2				
					0,51	0,52	<0,1	0,01	n.b.	<0,01							
					0,67	0,49	n.b.		<0,01	0,03			1,6	0,97			
				1,25	0,62	0,68	<0,20		<0,01				1,8	0,97			
Summe PAK 16 (GC-MS) [mg/kg TS]	!	!	!	!	0,00	0	!		!		!	!	!	!			
Ø=					0,06	0,41											
					0,21	0,38											
					1,06	9											
					0,33	2,45											
																ist anzu- geben	

	HMVA I ¹		HMVA II ²		HMVA III ³		HMVA IV ⁴				HMVA V ⁵		HMVA VI ⁶		LAGA	
	2000	2001		2002	2000	2001	2000	2001	2000	2001	2000	2001	2000	2001	Zuordnungs- werte	Unter- suchungs- werte
Cyanide ges. [mg/kg TS]				<0,5									0,5			
Ø=				<0,5									0,5	0,25		
Al [%TS]							4,43	4,08	3,92	2,21						
							4,72	4,48	3,48	2,61						
							5,37	5,59	n.b.	4,69						
							4,99		3,04	2,43						
Ø=							4,81		3,20							
Calcium [%TS]							9,53	9,62	11,6	6,27						
							9,85	8,6	9,93	9,63						
							8,72	6,46	n.b.	7,78						
							9,86		8,84	7,07						
Ø=							8,95		8,73							
Eisen [%TS]							8,75	10,2	7,14	21						
							8,96	9,17	8,85	9,11						
							8,05	10,8	n.b.	17,4						
							11,5		10,2	22,3						
Ø=							9,63		13,71							
Silicium [%TS]							21,0	24,8	23,3	9,26						
							24,6	17,0	20,2	14,2						
							27,6	10,0	n.b.	9,92						
							22,1		17	11,6						
Ø=							21,0		15,1							
Aluminium AL [mg/kg TS]	32 000	33 000		35000 10300			s.o.	s.o.					40000	30000		
													42000	25000		
													30000	46000		
													54000	36000		
Ø=				22650									41500	34250		

	HMVA I ¹		HMVA II ²		HMVA III ³		HMVA IV ⁴				HMVA V ⁵		HMVA VI ⁶		LAGA	
	2000	2001	2002	2000	2001	2000	2001	2000	2001	2000	2001	2000	2001	Zuordnungs- werte	Unter- suchungs- werte	
Antimon Sb [mg/kg TS]		58	140			13,5	11,2	<9,7	10,1			1,9				
Ø=			140			38,3	<26,9					40,0	80			
Arsen As [mg/kg TS]		7	7	6,8	9,8	<3,2	<4,5	<2,7	<5,9	!	!	1,9				ist anzu- geben
Ø=			25	6,7	6,3	<4	1,68	<3,7	<4,1			19	13			
			16	7,9	7,9	<3,7	<5,0					10,5	13			
Barium [mg/kg TS]			140									460				
Ø=			140									360	3500			
			140									410	3500			
Beryllium Be [mg/kg TS]			0,5									0,42				
Ø=			0,5									0,7	<1,0			
			0,5									0,56	<1			
Blei Pb [mg/kg TS]	7300	1000	710	464	1560	157	302	113	411			1300	1500			6000 [mg/kg TS]
Ø=			5100	796	848	273	682	204	277			1200	2100			
				1000	1120	238	333	229	529			1400	2600			
				1390	777	340		351	336			1100	1100			
Ø=			2905	913	1076	332	306					1250	1825			
Cadmium Cd [mg/kg TS]	13	88	19	2,96	3,8	<5,9	<5,9	<5,6	<6,9			5,8	2,9			20 [mg/kg TS]
Ø=			390	7,04	3,4	<6	3,23	<6,0	5,7			11	6,7			
				5,60	4,5	<1,5	1,43	<0,6	<3			2,8	16			
				7,10	7,9	<6		<5,9	<7,5			4,9	14			
Ø=			204,5	5,7	4,9	<4,28	<5,2					6,1	9,9			

	HMVA I ¹		HMVA II ²		HMVA III ³		HMVA IV ⁴				HMVA V ⁵		HMVA VI ⁶		LAGA	
	2000	2001	2002	2000	2001	2000	2001	2000	2001	2000	2001	2000	2001	Zuordnungs- werte	Unter- suchungs- werte	
Chrom Cr ges. [mg/kg TS]	510	310	200 130	214 255	193 210	3553 2117	1595 1603	1996 3237	2299 2267			300 210	100 360		2000 [mg/kg TS]	
Ø=			165	227	218	2151	2266					353	345			
Chrom Cr VI [mg/kg TS]		<1	<1					<5				<1				
Ø=			<1					<5				<1	0,21			
Cobalt Co [mg/kg TS]		25	270									17				
Ø=			270									16	<1			
Kupfer Cu [mg/kg TS]	5900	2900	1700 820	2890 2830	31800 2010	1502 1718	2663 7459	1347 1826	2125 1934			3100 19000	1700 3000		7000 [mg/kg TS]	
Ø=			1260	2418	10960	2936	2670					7025	4925			
Mangan [mg/kg TS]			650			1791 1662	1094 1219	1326 1190	741 1432			1000				
Ø=			650			n.b. 1200	1166	n.b. 1020	n.b. 894			1300	2400			
Nickel Ni [mg/kg TS]	440	280	220 53	79 196	133 107	76 63	170 291	69 137	86 128			300 160	59 440		500 [mg/kg TS]	
Ø=			136,5	148	1020	141	130					560 100	540 470			
												280	377			

	HMVA I ¹		HMVA II ²		HMVA III ³		HMVA IV ⁴				HMVA V ⁵		HMVA VI ⁶		LAGA		
	2000	2001	2002	2000	2001	2000	2001	2000	2001	2000	2001	2000	2001	Zuordnungs- werte	Unter- suchungs- werte		
Quecksilber Hg [mg/kg TS]	0	<0,1	<0,1 15	<0,05 <0,05 <1,0 <0,05	0,55 <0,05 <0,05 <0,05	<2,8 <3 <0,07 <3	<2,9 1,76 0,87 <3,1	<2,6 <2,8 <0,7 <3,1	<4,4 3,9 <0,7 3,9	!	!	<0,10 0,08 0,20 <0,1	<0,1 <0,1 <1,0			ist anzu- geben	
Ø=			7,55	<0,29	<0,18	<2,06	<2,8					<0,13	<0,33				
Silicium-dioxid (SiO ₂) [mg/kg TS]			325000									420000					
Ø=			325000									407000	49%				
Thallium Tl [mg/kg TS]			<0,5			<2,2 4,00 <1,7 5,00	3,40 <0,2 0,13	<2,3 3,3 0,5 4,3	4,9 1,7 <1 3,6			<0,5					
Ø=			<0,5			<2,38	<2,7					<0,5	<1,0				
Zink Zn [mg/kg TS]	13000	6 000	4300 18000	2580 11900 2300 3250	2920 2500 3820 3420	867 2015 768 822	1255 1952 383	464 809 477 1027	1169 1600 1160 1135			3600 3600 3200 4700	1400 3500 4600 3800			10 000 [mg/kg TS]	
Ø=			11150	5008	3165	1152	980					3775	3325				
Zinn Sn [mg/kg TS]			170 440			45,4 96 102 97	97,1 343 198	27,0 51 56 97,0	68,9 157 408 174			140					
Ø=			305			140	130					120	910				

¹ Die Analyse wird alle 10 000 t von der Firma C durchgeführt. Die angegebenen Werte sind ø-Werte von 2000 und 2001

² Alle 10 000 t wird eine Kontrollanalyse durchgeführt. Die oberen Werte sind von einer Vollanalyse und die unteren Werte von einer Kontrollanalyse

- 3 Die Schlackequalität wird vierteljährlich überprüft.
- 4 Im Rahmen der immissionsrechtlichen Genehmigung erfolgt eine monatliche Kontrolle.
- 5 Die Schlackequalität wird vierteljährlich überprüft.
- 6 Die Schlackequalität wird vierteljährlich überprüft, jedoch in unterschiedlichen Umfang.

	HMVA I		HMVA II		HMVA III		HMVA IV				HMVA V		HMVA VI		LAGA Zuordnungs- werte
	2000	2001		2002	2000	2001	2000		2001		2000	2001	2000	2001	
DOC [mg/l]	!	!		!	!	!	0,7	0,4	0,9	0,6	11,00	11,00			zur Erfah- rungssamm- lung zu- bestimmen
							0,8	0,7	0,8	2,3	7,00	11,00	20,00		
							9,9			<1,0		3,60			
							<0,5		0,6	0,5	3,60		16,00		
Ø=							<2,5		<1,0		7,20	8,53	18,00		
TOC [mg/l]					3,4	7,4									
					5,5	7,3									
					10,3	14,2									
Ø=					4,2	3,4									
					5,9	8,1									
CSB [mg/l]					21,9	13,1									
					48,5	19,2									
					24,6	10,5									
Ø=					23,2	7,5									
					29,6	12,6									
B5B5 mg/l]					6	<5									
					22	8									
					12	<5									
Ø=					7	<5									
					12	<8									
AOX [mg/l]					<0,010	<0,010					<0,02	0,03			
					<0,010	<0,010					0,01	<0,02	0,03		
					<0,010	<0,010						0,05			
Ø=					0,013	0,010					0,05				
					<0,011	<0,010					<0,03	<0,04	0,03		
Chlorid Cl [mg/l]	!	!		!	128	117	0,22	0,75	0,98	0,35	98	87	!	!	250 mg/l
					150	152	0,40	1,04	1,00	0,55	110	100			
					144	165	<1,0		<1,0	7,20	100	66			
					140	121	0,44		1,90	0,59	66				
Ø=					141	139		<0,64		<1,70	94	84			

	HMVA I		HMVA II		HMVA III		HMVA IV				HMVA V		HMVA VI		LAGA Zuordnungs- werte
	2000	2001		2002	2000	2001	2000		2001		2000	2001	2000	2001	
Cyanid. leicht freisetzbar [mg/l]	!	!		!	<0,005	<0,005	!		!		!	!	<0,005	!	0,02 mg/l
					<0,005	<0,005									
					<0,005	<0,005									
Ø=					<0,005	<0,005							<0,005		
Cyanid [mg/l]					<0,005	<0,005	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,005			
					<0,005	<0,005	<0,01	<0,01	<0,01	0,02	<0,01	<0,01			
					<0,005	<0,005	<0,02		<0,02	<0,02	<0,01	<0,01			
Ø=					<0,005	<0,005	<0,01		<0,01	<0,01	<0,01	<0,01			
Fluorid [mg/l]					0,41	0,35							0,82		
					0,27	0,51									
					0,58	0,73									
Ø=					1,33	0,22							0,97		
					0,65	0,45							0,90		
Nitrat [mg/l]					<1	<1									
					<1	<1									
					<1	8,4									
Ø=					<1	<1									
					<1	<2,9									
Phenolindex [mg/l]					<0,005	<0,005							<0,01		
					0,040	<0,005									
					0,022	0,007									
Ø=					<0,005	0,006									
					<0,018	<0,006							<0,01		
Sulfit [mg/l]													6		
													<2,5		
Ø=													<4,3		

	HMVA I		HMVA II		HMVA III		HMVA IV				HMVA V		HMVA VI		LAGA Zuordnungs- werte
	2000	2001		2002	2000	2001	2000		2001		2000	2001	2000	2001	
Sulfat [mg/l]					158	109	0,94	1,50	<0,30		390	512			600 mg/l
					155	81,4	2,20	1,15	2,10	2,37	280	210			
					133	65,2	<1,0		3,60	2,90	340	210			
Ø=					337	6,0	0,08		2,20	0,94	210				
Arsen As [mg/l]				!	<0,0003	<0,0003	0,0006		<0,019	<0,0005	<0,005	<0,005	!	!	zur Erfahrungs- sammlung zu- bestimmen
					<0,0003	<0,0003	<0,02	<0,0005	0,0014	<0,0003	<0,005	<0,005			
					<0,0003	0,0011	0,002		0,002	<0,001	<0,005	<0,005			
Ø=					<0,0003	<0,0003	<0,02		<0,0005	<0,0003	<0,005	<0,005			
Antimon Sb [mg/l]							0,012		<0,013	<0,001					
							0,026	0,008	0,0037	<0,040					
							0,01		0,01	0,008					
Ø=							<0,018		<0,010	<0,015					
Ammonium [mg/l]					0,44	0,37									
					0,27	0,26							1		
					0,23	0,36									
Ø=					0,18	0,17							0,6		
					0,28	0,29							0,8		
Bor [mg/l]															
													0,046		
Ø=													0,027		
													0,037		
Blei Pb [mg/l]	11	3,6		!	0,500	0,360	<0,025		<0,048	0,042	<0,005	<0,01	2,6	0,45	50 µg/l = 0,05mg/l
					<0,0005	0,500	0,073	<0,025	0,0014	<0,0025	0,005	<0,01	0,59		
					0,210	0,880	0,009		<0,005	0,02	<0,005	0,01	1,6	2,8	
					0,500	1,500	0,051		<0,0025	<0,001	0,01		3,1		
Ø=					<0,303	0,810			<0,037	0,048	<0,006	0,01	1,97	1,63	

	HMVA I		HMVA II		HMVA III		HMVA IV				HMVA V		HMVA VI		LAGA Zuordnungs- werte
	2000	2001		2002	2000	2001	2000		2001		2000	2001	2000	2001	
Cadmium Cd [mg/l]	<0,002	!		!	<0,001 <0,001 <0,001 <0,001	<0,001 <0,001 0,003 <0,001	0,0005 <0,002 <0,0005 <0,002	<0,009 <0,0001 <0,0005 <0,0003	<0,0003 <0,0005 <0,0005 <0,0002	<0,001 <0,001 <0,001 <0,001	<0,002 <0,002 <0,001 <0,001	<0,01 <0,0005 <0,01 <0,010	!	5 µg/l = 0,005 mg/l	
Ø=					<0,001 <0,002	<0,001 <0,002	<0,001 <0,0014	<0,001 <0,002	<0,001 <0,002	<0,001 <0,002	<0,001 <0,002	<0,001 <0,002			
Chrom ges. Cr ges. [mg/l]				!	0,021 0,010 0,035 0,033	0,006 0,011 0,011 0,010	<0,0005 <0,004 <0,005 <0,004	<0,005 <0,025 <0,005 <0,0002	0,010 <0,0025 <0,005 <0,001	<0,01 0,05 0,06 0,01	0,007 0,008 0,01	<0,05 <0,005	!	200 µg/l = 0,2 mg/l	
Ø=					0,025 0,010	0,010 0,010	<0,008 <0,004	<0,004 <0,001	<0,03 0,008	<0,03 0,008	0,008 <0,028	<0,028			
Chrom(VI) Cr VI [mg/l]	<0,05				0,020 0,014 0,029 <0,010	<0,010 <0,010 0,010 <0,010						<0,05 <0,05 <0,05 <0,05			
Ø=					<0,018 <0,010	<0,010 <0,010						<0,05 <0,05			
Kupfer Cu [mg/l]	0,084	0,46		!	0,090 0,200 0,120 0,019	0,066 0,160 <0,020 0,027	0,034 0,043 0,073 <0,003	0,053 0,004 <0,005 <0,005	<0,010 <0,010 0,042 0,005	0,03 0,04 0,04 0,04	0,067 0,099 0,04	0,23 0,2 0,06 0,16	0,14 0,041	300 µg/l = 0,3mg/l	
Ø=					0,107 <0,068	<0,068 <0,068	<0,032 <0,017	<0,017 <0,017	0,04 0,069	0,04 0,069	0,069 0,16	0,16 0,09			
Nickel Ni [mg/l]	<0,005	!		!	<0,005 <0,005 <0,010 0,005	<0,005 0,009 <0,010 0,005	0,054 0,042 0,01 <0,014	<0,086 0,0012 <0,01 <0,005	0,0038 <0,0010 <0,01 0,002	<0,01 <0,01 0,01 0,04	<0,01 <0,01 0,04	<0,05 0,005 <0,05 <0,010	!	40 µg/l 0 0,04 mg/l	
Ø=					<0,006 <0,007	<0,007 <0,007	<0,027 <0,027	<0,015 <0,015	<0,02 <0,02	<0,02 <0,02	<0,02 <0,02	<0,029 <0,029			
Quecksilber Hg [mg/l]	<0,0002				<0,0001 <0,0001 <0,0001 <0,0001	<0,0001 <0,0001 0,0073 <0,0001	0,00016 <0,055 <0,002 <0,05	<0,0002 <0,0002 <0,0002 <0,0002	<0,0002 <0,0002 <0,0002 <0,0002	<0,0005 0,0008 <0,0005 0,0009	<0,0002 <0,0002 0,0009	<0,0002 <0,0002 0,0014 <0,0002	!	1 µg/l = 0,001 mg/l	
Ø=					<0,0001 <0,0019	<0,0019 <0,0019	<0,022 <0,017	<0,017 <0,017	<0,0007 <0,0004	<0,0007 <0,0004	<0,0004 <0,0004	<0,0005 <0,0005			

	HMVA I		HMVA II		HMVA III		HMVA IV			HMVA V		HMVA VI		LAGA Zuordnungs- werte
	2000	2001		2002	2000	2001	2000	2001	2000	2001	2000	2001		
Thallium Tl [mg/l]							<0,005	<0,167	<0,001					
							<0,24	<0,005	<0,0008	<0,002			0,007	
							<0,001			<0,001				
							<0,014		<0,0008	<0,002				
Ø=							<0,053		<0,025				0,007	
Zink Zn [mg/l]	!	!		!	0,770	0,097	0,058	0,001	<0,010	<0,01	<0,01	1,0	!	300µg/l = 0,3 mg/l
					0,380	0,822	0,003	<0,025	0,011	0,021	0,06	0,014	0,60	
					0,310	0,739	0,01		<0,01	0,02	0,03	0,04		
					0,700	0,35	<0,03		0,052	0,018	0,04		0,52	
Ø=					0,540	0,502	<0,025		<0,018	<0,04	<0,02	0,71		
Zinn Sn [mg/l]							<0,005	<0,007	0,004					
							<0,014	<0,005	<0,005	<0,015				
							<0,01			<0,01				
							<0,014		<0,010	<0,015				
Ø=							<0,010		<0,009					

Anhang 3 Schlackenqualitäten der HVM in Baden-Württembergs im Vergleich zu den Anforderungen immissionsschutzrechtlicher Genehmigungen

Bedeutung der Ziffern im rechten Teil der Tabelle

na = wurde **nicht** analysiert, obwohl laut Regelwerke gefordert

a = wurde analysiert, obwohl laut Regelwerke nicht gefordert

X = alle Analysewerte halten Genehmigungswerte ein

o = nicht alle Analysewerte halten Genehmigungswerte ein, daher wird ein anderer Entsorgungsweg beschrieben (Bergversatz)

xxx = alle Analysewerte halten ILAGA Merkblatt ein und somit auch die Genehmigungswerte

Leeres Feld = keine Angaben

	Anforderungen nach					Hausmüllverbrennungsanlagen					
	LAGA- M 19 Zuordnungs- werte ⁱ	LAGA- M 19 Untersuchungs- werte ⁱⁱ	AbfAbIV ⁱⁱⁱ Depo- nieklasse I - Zu- ordnungswerte	AbfAbIV Depo- nieklasse II - Zuordnungs- werte	Versatz V Grenzwerte für Feststoffe ^{iv}	I	II	III	IV	V	VI
Anforderung in der Genehmi- gung						LAGA Merk- blätter	LAGA Merk- blätter	AbfAbIV (TASI) De- ponie- klasse I	LAGA Merk- blätter	LAGA Merk- blätter	Versatz Vo
Feststoff											
Aussehen	ist anzugeben	gilt als Anhalt				na	na	xxx	na	na	
Farbe	ist anzugeben	ist anzugeben				na	na	xxx	na	na	
Geruch	ist anzugeben	ist anzugeben				na	na	xxx	na	na	
Trockenrück- stand [%TS]	ist anzugeben					xxx	xxx	xxx	xxx	na	
Glühverlust [%TS]	ist anzugeben, <3	<3	≤ 3	≤5	≤12	xxx	xxx	xxx	xxx	na	X/xxx
AOX [mg/kg TS]									a		
EOX [mg/kg TS]	3	3						xxx		xxx	
TOC [M- %]	1 (für Altanlagen gilt 3 M- %)		≤1	≤3	6		xxx	xxx	xxx	X	X/xxx
TIC [M- %]							a	a			

	LAGA- M 19 Zuordnungs- werte ⁱ	LAGA- M 19 Untersuchungs- werte ⁱⁱ	Anforderungen nach			Hausmüllverbrennungsanlagen					
			AbfAbIV ⁱⁱⁱ Depo- nieklasse I - Zu- ordnungswerte	AbfAbIV Depo- nieklasse II - Zuordnungs- werte	Versatz V Grenzwerte für Feststoffe ^{iv}	I	II	III	IV	V	VI
TC [M- %]							a	a	a		
PCDD/PCDF [ng I-TE/kg]		0,6-30				na	na		na	na	
Summe PAK 16 (GC-MS) [mg/kg TS]		ist anzugeben				na	na	xxx	na	na	
Cyanide ges. [mg/kg TS]							a				
Aluminium [%TS]									a		
Calcium [%TS]									a		
Eisen [%TS]									a		
Silicium [%TS]									a		
Aluminium [mg/kg TS]						a	a				
Antimon [mg/kg TS]						a	a		a		
Arsen [mg/kg TS]		ist anzugeben				xxx	xxx	xxx	xxx	na	
Barium [mg/kg TS]							a				
Beryllium [mg/kg TS]							a				
Blei [mg/kg TS]		6000				xxx	xxx	xxx	xxx	na	
Cadmium [mg/kg TS]		20				o	o	xxx	xxx	na	
Chrom ges. [mg/kg TS]		2000				xxx	xxx	xxx	a	na	
Chrom (VI) [mg/kg TS]						a	a				
Cobalt [mg/kg TS]						a	a				
Kupfer [mg/kg TS]		7000				xxx	xxx	xxx	xxx	na	
Mangan [mg/kg TS]							a		a		

	LAGA- M 19 Zuordnungs- werte ⁱ	LAGA- M 19 Untersuchungs- werte ⁱⁱ	Anforderungen nach			Hausmüllverbrennungsanlagen					
			AbfAbIV ⁱⁱⁱ Depo- nieklasse I - Zu- ordnungswerte	AbfAbIV Depo- nieklasse II - Zuordnungs- werte	Versatz V Grenzwerte für Feststoffe ^{iv}	I	II	III	IV	V	VI
Sulfat [mg/l]	600					na	na		xxx	xxx	
Arsen [mg/l]	ist zur Erfah- rungssamm- lung anzugeben		≤0,2	≤0,5		na	na	X	xxx	xxx	
Antimon [mg/l]									a		
Ammonium [mg/l]			≤4	≤200				X			
Bor [mg/l]											
Blei [mg/l]	50 µg/l		≤0,2	≤1		o	na	o	o	xxx	
Cadmium [mg/l]	5 µg/l		≤0,05	≤0,1		xxx	na	xxx	o	xxx	
Chrom ges. [mg/l]	200 µg/l					na	na	xxx	xxx	xxx	
Chrom(VI) [mg/l]			≤0,05	≤0,1		a		X	a		
Kupfer [mg/l]	300 µg/l		≤1	≤5		xxx	na	xxx	xxx	xxx	
Nickel [mg/l]	40 µg/l		≤0,2	≤1		xxx	na	xxx	o	xxx	
Quecksilber [mg/l]	1 µg/l		≤0,005	≤0,02		xxx	na	o DKl.I	o	a	
Thallium [mg/l]								a	a		
Zink [mg/l]	300 µg/l		≤2	≤5		na	na	xxx	xxx	xxx	
Zinn [mg/l]								a	a		

ⁱ Die LAGA- Zuordnungswerte sind aus den Anhängen 4 und 5 aus dem "Merkblatt der Landesarbeitsgemeinschaft Abfall für die Entsorgung von Abfällen aus Verbrennungsanlagen für Siedlungsabfälle" M 19 entnommen; diese Werte sind einzuhalten.

ⁱⁱ Die LAGA- Untersuchungswerte sind dem Anhang 6 aus dem "Merkblatt der Landesarbeitsgemeinschaft Abfall für die Entsorgung von Abfällen aus Verbrennungsanlagen für Siedlungsabfälle" entnommen; sie dienen nur als Anhalt.

ⁱⁱⁱ In der AbfAbIV sind die Zuordnungskriterien für Deponien genannt (die Tabelle entspricht den Zuordnungswerten aus der TASI)

^{iv} nach §4 Abs.3 der VersatzV - Tabelle 1a : bei einer Verwendung des Versatzmaterials in Betrieben im Salzgestein

