



# Gutachten

## Überprüfung der nicht-explosionsfähigen Abluft für die geplanten Änderungsmaßnahmen der Sonderabfallverbrennungsanlage der GSB in Baar-Ebenhausen

Projektnummer WY 17 6044

Stand: 24. November 2017

### **horst weyer und partner gmbh**

Schillingsstraße 329

52355 Düren

**Tel.:** +49 (0) 24 21 - 69 09 1 - 141

**Fax:** +49 (0) 24 21 - 69 09 1 - 201

**E-Mail:** a.schoellhorn@weyer-gruppe.com

**Web:** www.weyer-gruppe.com

Dipl.-Ing. Anna Schöllhorn

Projektingenieurin

Britt Michelsen M.Sc

Projektingenieurin



# Inhaltsverzeichnis

1.	<b>Aufgabenstellung</b> .....	<b>3</b>
2.	<b>Grundlagen</b> .....	<b>3</b>
3.	<b>Überprüfung der nicht-explosionsfähigen Abluft</b> .....	<b>4</b>
4.	<b>Ergebnis</b> .....	<b>5</b>



## 1. Aufgabenstellung

Die GSB-Sonderabfall-Entsorgung Bayern GmbH plant auf dem Betriebsgelände in Baar-Ebenhausen den Neubau eines weiteren Tanklagers. Zudem soll ein bestehendes Tanklager durch ein neues mit mehr Fassungsvermögen für die Zwischenlagerung brennbarer gefährlicher Abfälle ersetzt werden. Die Tanklager werden zur Zwischenlagerung von Flüssigkeiten genutzt, die aufgrund ihrer giftigen Eigenschaften in der Sondermüllverbrennungsanlage thermisch behandelt werden.

Das neue Tanklager IV und das ertüchtigte Tanklager I liegen im nord-westlichen Teil des Betriebsgeländes, angrenzend an die beiden bestehenden Tanklager II und III. Das bestehende Tanklager I mit einem Fassungsvermögen von 200 m<sup>3</sup> wird abgerissen und durch das neue Tanklager I mit einem Fassungsvermögen von 400 m<sup>3</sup> (4 x 100 m<sup>3</sup>) ersetzt.

Die Absaugung der Pumpentassen des neuen Tanklagers IV und des ertüchtigten Tanklagers I werden an das vorhandene nicht-explosionsfähige Abluftsystem angeschlossen. Für das Abluftsystem soll überprüft werden, ob es durch den Anschluss der Abluftströme weiterhin als nicht-explosionsfähig eingestuft werden kann.

## 2. Grundlagen

Als Grundlage der Prüfung dienen die TÜV-Berichte „Rechnerischer Überprüfung von Abluftströmen aus dem Tanklager I – III des SEB Ebenhausen auf ihren Gehalt an Wasserstoff/Lösemittel“, Stand 06.03.1995, „Rechnerische Überprüfung von Abluftströmen aus verschiedenen Anlageteilen des Sondermüllentsorgungsbetriebes Ebenhausen auf ihren Gehalt an brennbaren Gasen und Dämpfen in der angesaugten Abluft“, Stand 17.05.1996 und „Bericht über die Prüfung des thermischen Abluftentsorgungssystems für nicht-explosible Abluft im Hinblick auf die Eignung der Abluft zur Verwendung als Verbrennungsluft (Primärluft) in der Sondermüllverbrennungsanlage VA3 und VA2 der GSB in Baar-Ebenhausen“, Stand 29.10.1999.

Im Zuge dieser Prüfungen wurde festgestellt, dass die Abluftströme aus den folgenden Bereichen als nicht-explosionsfähige Abluftströme eingestuft werden können:

- |  |                           |
|--|---------------------------|
| • Sumpfgruben Tanklager 1 – 3                          | (240 Nm <sup>3</sup> /h)  |
| • Keller im Annahmegebäude Tanklager 3                 | (1200 Nm <sup>3</sup> /h) |
| • Siebmaschinenraum im Annahmegebäude Tanklager 3      | (800 Nm <sup>3</sup> /h)  |
| • Feststoffabscheideraum im Abnahmegebäude Tanklager 3 | (100 Nm <sup>3</sup> /h)  |
| • Wärmekammer 1  | (250 Nm <sup>3</sup> /h)  |
| • Wärmekammer 2  | (250 Nm <sup>3</sup> /h)  |
| • Shredder an der Faßbehandlung                        | (2000 Nm <sup>3</sup> /h) |
| • Faßabsaugung (händisch mit Schlauch)                 | (500 Nm <sup>3</sup> /h)  |
| • Shredder am Bunker 5 (VA1)                           | (3000 Nm <sup>3</sup> /h) |



Durch die Ertüchtigung der Tanklager werden folgende Abluftströme eingebunden bzw. verändert:

- Sumpfgruben Tanklager 1 und 4 (je 40 Nm<sup>3</sup>/h)

Um zu gewährleisten, dass die Abluft weiterhin nicht-explosionsfähig ist, wird der Quellstrom aus einer mit brennbarer Flüssigkeit gefüllten Sumpfgarbe der Tanktassen ermittelt und überprüft. Dabei ist zu kontrollieren, ob die Konzentration der entstehenden explosionsfähigen Gase weiterhin unterhalb der UEG liegt.

### 3. Überprüfung der nicht-explosionsfähigen Abluft

Als Grundlage der Überprüfung der Abluftströme des ertüchtigten Tanklagers I und des neu gebauten Tanklagers IV dient das Dokument „Rechnerischer Überprüfung von Abluftströmen aus dem Tanklager I – III des SEB Ebenhausen auf Ihren Gehalt an Wasserstoff/Lösemittel“, Stand 06.03.1995. Darin findet die Ermittlung des Quellstromes aus einer mit brennbarer Flüssigkeit gefüllten Sumpfgarbe statt.

Für das ertüchtigte Tanklager I und das neu erbaute Tanklager IV wird die Ermittlung des Quellstromes auf der Berechnungsgrundlage des oben aufgeführten Dokumentes durchgeführt.

Für die Überprüfung wird der Quellstrom aus der Sumpfgarbe für Ethylacetat (eine entzündbare Flüssigkeiten, Kategorie 2) ermittelt.

Folgende Grundlagen wurden für die Ermittlung der Stoffübergangskoeffizient  $\beta$  festgelegt, wobei für den Stoffübergang analog zum Wärmeübergang gilt:

Wärmeübergang:

$$Nu = \frac{\alpha \cdot x}{\lambda}$$

$$Pr = \frac{\nu}{\alpha}$$

$$Re = \frac{v \cdot x}{\nu}$$

Temperaturleitzahl

$$\alpha = \frac{\lambda}{c_p \cdot \rho}$$

Stoffübertragung:

$$Sh = \frac{\beta \cdot x}{D}$$

$$Sc = \frac{\nu}{D}$$

$$Re = \frac{v \cdot x}{\nu}$$

Stoffübergangszahl:

$$\beta = \frac{Sh \cdot D}{x}$$

Für  $0,5 \leq Pr \leq 1000$  und  $Re \leq 500.000$  (laminare Strömung) gilt:

$$Nu = 0,664 \cdot Re^{1/2} \cdot Pr^{1/3}$$

$$Sh = 0,664 \cdot Re^{1/2} \cdot Sc^{1/3}$$

Mit den oben aufgeführten Formeln lässt sich der Stoffübergangskoeffizient berechnen.



Der Lösemittelmassenstrom wird wie folgt berechnet:

$$\dot{m}_L = \rho \cdot \beta \cdot A \cdot \frac{p_L^0}{p_o}$$

$\dot{m}_L$  = Massenstrom

$\rho$  = Dichte

$\beta$  = Stoffübergangszahl

$A$  = Benetzte Fläche

$p_L^0$  = Dampfdruck

$p_o$  = Umgebungsdruck

Weiterhin werden folgende Basisdaten der Berechnung zur Grunde gelegt:

Sumpfgarbe Tanklager I:

- Länge der Grube: 1 m
- Breite der Grube: 1 m
- Höhe der Grube: 1,25 m
- Volumen der Grube: 1,25 m<sup>3</sup>

Absaugvolumenstrom: 40 m<sup>3</sup>/h bzw. 200 m<sup>3</sup>/h

Sumpfgarbe Tanklager IV:

- Länge der Grube: 1 m
- Breite der Grube: 1 m
- Höhe der Grube: 0,5 m
- Volumen der Grube: 0,5 m<sup>3</sup>

Absaugvolumenstrom: 40 m<sup>3</sup>/h bzw. 200 m<sup>3</sup>/h

In Anlehnung an die oben genannten Berichte, wurden die Lösemittelmassenströme zusätzlich nach den TÜV Berichten berechnet.

#### 4. Ergebnis

Die Berechnung für die Ermittlung des Quellstromes bei Leckage in der Sumpfgarbe ist im Anhang 1 angehängt.

Für beide Tanklager wird in der abgegebenen Luft kein zündfähiges Lösemitteldampf-Luftgemisch erreicht (UEG Ethylacetat: 2 Vol.-%).



Eine Abschätzung, ob das Gesamtluftgemisch explosionsfähig ist kann vernachlässigt werden, da in den oben aufgeführten Berichten in den einzelnen Abluftsträngen keine zündfähige Lösemittelmenge erreicht wurde.



## Anhang

- Tabelle 1: Berechnung mit der Flüssigkeit Ethylacetat für die Sumpfgarbe (Tanktasse; Tanklager I und IV); Stand: 24.11.2017
- Tabelle 2: Berechnung mit der Flüssigkeit Ethylacetat für die Sumpfgarbe in Anlehnung an die TÜV Berichte (Tanktasse; Tanklager I und IV); Stand: 24.11.2017

Berechnung mit der A1 Flüssigkeit Ethylacetat für die Sumpfgrube (Tanktasse; Tanklager I und IV)

		Tanklager I	Tanklager I	Tanklager IV	Tanklager IV
Diff. Koeff. Von Essigester (in Luft 30°C) in Luft	m <sup>2</sup> /s	0,000012	0,000012	0,000012	0,000012
Wärmeleitfähigkeit (Luft 30°C)	W/m*K	0,026	0,026	0,026	0,026
Wärmekapazität (Luft 30°C)	Ws/kg*K	1008	1008	1008	1008
Dichte (Luft 30°C)	kg/m <sup>3</sup>	1,165	1,165	1,165	1,165
kin. Viskosität (Luft 30°C)	m <sup>2</sup> /s	0,0000159	0,0000159	0,0000159	0,0000159
Fläche	m <sup>2</sup>	1	1	1	1
Volumen	m <sup>3</sup>	1,25	1,25	0,5	0,5
charakteristische Länge	m	1,25	1,25	0,5	0,5
Anströmvolumenstrom	m <sup>3</sup> /h	200	40	200	40
Temperaturleitzahl	m <sup>2</sup> /s	2,21405E-05	2,21405E-05	2,21405E-05	2,21405E-05
Re		4367,575122	873,5150245	1747,030049	349,4060098
Pr		0,718141846	0,718141846	0,718141846	0,718141846
Sc		1,325	1,325	1,325	1,325
Sh		48,19776471	21,55469565	30,48294292	13,63238651
Stoffübergangszahl β	m/s	0,000462699	0,000206925	0,000731591	0,000327177
Massenstrom	kg/s	0,000287266	0,000128469	0,000454208	0,000203128
	kg/h	1,034159072	0,462489997	1,635149065	0,731260893
Lösemittelvolumenstrom (1013hPa, 30 °C)	m <sup>3</sup> /h	0,292041325	0,130604851	0,461757879	0,206504401
Konzentration in der angesaugten Luft	Vol%	0,146020662	0,326512127	0,230878939	0,516261003



Tabelle 2: Berechnung mit der Flüssigkeit Ethylacetat für die Sumpfgrube

Stand: 24.11.2017

Berechnung mit der A1 Flüssigkeit Ethylacetat für die Sumpfgrube (Tanktasse; Tanklager I und IV)

In Anlehnung an den TÜV Bericht:

		Tanklager I	Tanklager I	Tanklager IV	Tanklager IV
Diff. Koeff. Von Essigester (in Luft 30°C) in Luft	m <sup>2</sup> /s	0,000012	0,000012	0,000012	0,000012
Wärmeleitfähigkeit (Luft 30°C)	W/m*K	0,026	0,026	0,026	0,026
Wärmekapazität (Luft 30°C)	Ws/kg*K	1008	1008	1008	1008
Dichte (Luft 30°C)	kg/m <sup>3</sup>	1,165	1,165	1,165	1,165
kin. Viskosität (Luft 30°C)	m <sup>2</sup> /s	0,0000159	0,0000159	0,0000159	0,0000159
Fläche	m <sup>2</sup>	1	1	1	1
Volumen	m <sup>3</sup>	1,25	1,25	0,5	0,5
charakteristische Länge	m	1,25	1,25	0,5	0,5
Anströmvolumeinstrom	m <sup>3</sup> /h	200	40	200	40
Temperaturleitzahl	m <sup>2</sup> /s	2,21405E-05	2,21405E-05	2,21405E-05	2,21405E-05
Re		4367,575122	873,5150245	1747,030049	349,4060098
Pr		0,718141846	0,718141846	0,718141846	0,718141846
Sc		1,325	1,325	1,325	1,325
Sh		48,19776471	21,55469565	30,48294292	13,63238651
Stoffübergangszahl β	m/s	0,000462699	0,000206925	0,000731591	0,000327177
1. Näherung					
Massenstrom Lösemittel	kg/s	0,000539044	0,000241068	0,000852303	0,000381162
(mL=DichteLuft*β*F*(1-wL)	kg/h	1,940557682	0,867843778	3,068291103	1,372181496
Molstrom	kmol/h	0,022024262	0,009849549	0,034823415	0,015573505
Lösemittelvolumenstrom (1013hPa, 30 °C)	m <sup>3</sup> /h	0,548003737	0,245074722	0,866469988	0,387497159
Konzentration in der angesaugten Luft	Vol%	0,274001869	0,612686804	0,433234994	0,968742897
2. Näherung					
wL=mL/(DichteLuft*Volumenstrom+mL)		0,008259782	0,018282772	0,012997472	0,028603692
Massenstrom	kg/s	0,000534591	0,00023666	0,000841225	0,000370259
	kg/h	1,924529099	0,851977188	3,028411074	1,33293204
Molstrom	kmol/h	0,021842346	0,009669472	0,034370799	0,015128045
Lösemittelvolumenstrom (1013hPa, 30 °C)	m <sup>3</sup> /h	0,543477346	0,240594076	0,855208068	0,376413309
Konzentration in der angesaugten Luft	Vol%	0,271738673	0,601485191	0,427604034	0,941033273