

Thema:

## Schwachgasentsorgung

Biofilter, Fackel, VocsiBox<sup>®</sup> im Vergleich

Referent:

Dipl.-Ing. W. H. Stachowitz,

Dieser Vortrag wurde für Haase Energietechnik GmbH, Neumünster gehalten

**Schwachgasentsorgung**

**1. Deponiegas**

Die durch mikrobiellen Abbau organischer Substanzen in einem Deponiekörper (Ablagerung) gebildeten gasförmigen Stoffwechselprodukte werden als Deponiegas bezeichnet. Da es sich bei diesem Abbau um einen anaeroben Prozess handelt, besteht das Deponiegas im Wesentlichen aus den Hauptkomponenten Methan (CH<sub>4</sub>) und Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>). Hinzu kommen weitere Komponenten, die aufgrund ihrer chemisch-physikalischen Eigenschaften (z. B. Dampfdruck) von den abgelagerten Materialien in die Gasphase übergehen. Aufgrund ihrer in der Regel geringen Anteile werden diese auch als Spurenstoffe bezeichnet.

In der "stabilen Phase" stellt sich im Deponiegas ein Methangehalt von ca. 55 Vol.-% und ein Kohlendioxidanteil von ca. 45 Vol.-% ein. Die Spurenbestandteile sind mengenmäßig in der Regel nicht von Bedeutung.

Während ein solches Gas selbstgänglich verbrennt und ggf. auch genutzt werden kann, stellt die Behandlung von so genanntem Schwachgas andere Anforderungen. Als Schwachgas wird hier ein Gasgemisch mit weniger als 25 Vol.-% Methananteil, d. h. mit einem Brennwert von weniger als 2,5 kWh/m<sup>3</sup> (entspricht 9 MJ/m<sup>3</sup>) bezeichnet.

**2. Gefährdungspotential**

Das Gefährdungspotential kann zusammenfassend wie folgt beschrieben werden:

- Klimarelevanz
- Schädigung von Flora und Fauna
- Geruchsbelästigung
- Erstickungs-/Vergiftungsgefahr
- Brandgefahr
- Explosionsgefahr

Die Wirkungen können plötzlich und ohne erkennbare Vorankündigung eintreten.

### **3. Forderungen der TA Siedlungsabfall (TASI)**

Die TASI enthält unter der Nr. 10.6.5.2 "Gas" folgende Formulierung:

*Sofern im Rahmen der Kontrolle nach Nr. 10.6.6.2 signifikante Gaskonzentrationen gemessen werden oder aufgrund von Ausnahmen von der Zulassung von der Zuordnung nach Nr. 12.1 mit der Entstehung von Deponiegas zu rechnen ist, sind geeignete Einrichtungen zur Fassung und Verwertung des anfallenden Gases einzusetzen. In diesen Fällen ist Nr. 11.2.1 Buchstabe f zu beachten.*

In der Nr. 11.2.1 Buchstabe f (Altdeponien) ist Folgendes ausgeführt:

*Das Deponiegas aus betriebenen und stillgelegten Deponieabschnitten ist nach Möglichkeit zu fassen und zu verwerten. Stand der Technik ist z. B. die Verbrennung mit Energienutzung, ggf. nach vorheriger Reinigung, in Feuerungsanlagen oder Verbrennungsmotoranlagen. Eine Verbrennung ohne Energienutzung darf nur in begründeten Ausnahmefällen erfolgen.*

*Quantität und Qualität des gefassten Deponiegases sind regelmäßig zu untersuchen, die Wirkung der Entgasung ist durch regelmäßige Kontrollen nachzuweisen. Für Ausführung und Betrieb der Deponiegasfassung sowie die Deponiegasuntersuchung und die Wirkungskontrolle gelten die Anforderungen des Anhangs C.*

*Im Falle der energetischen Nutzung von Deponiegas geltende Anforderungen anderer, insbesondere immissionsschutzrechtlicher Vorschriften bleiben unberührt.*

D. h. in der TA Siedlungsabfall ist vorgeschrieben, dass Deponiegas nach dem Stand der Technik zu entsorgen ist. Das gilt auch für Altablagerungen (stillgelegte Hausmülldeponien), obwohl dort deutlich weniger Gas entsteht.

### **4. Gasfassung**

Als eine Maßnahme zur Sicherung von Gefährdungen durch Deponiegas ist dessen gezielte Erfassung anzusehen. Hierzu werden Kollektoren im Bereich der Ablagerung angeordnet. Im Kapitel 4.2, Anhang C der Technischen Anleitung zur Verwertung, Behandlung und sonstigen Entsorgung von Siedlungsabfällen (TASI), werden eine Reihe von möglichen Fassungselementen, Arten und Anordnungen beschrieben.

## **5. Ziele der Gasfassung**

Ziel der Deponiegasfassung und -behandlung ist es, die von der Ablagerung ausgehenden v. g. gasförmigen Emissionen und die daraus resultierenden Gefährdungen (siehe Kapitel 2) nachhaltig zu vermindern und hierdurch negative Auswirkungen auf die Umwelt zu vermeiden.

## **6. Bisheriger Stand der Technik: Biofilter und Hochtemperaturverbrennung**

Bisher wird das Deponiegas aus Altablagerungen entweder passiv durch so genannte Entgasungsfenster mit Biofüllung in die Umwelt entlassen oder aktiv abgesaugt und durch Biofilter geschickt. Eine Hochtemperaturverbrennung ist nur mit Hilfe einer Stützfeuerung (z. B. durch Beimischung von Erdgas) zu realisieren. Diese Technologien haben unterschiedliche Einsatzschwerpunkte, bei denen sie ihre jeweiligen Vorzüge entwickeln.

### **6.1 Biofilter**

Biofilteranlagen werden unterhalb der unteren Explosionsgrenze von Methan betrieben (typische Betriebspunkte: 1 - 2,5 Vol.-% CH<sub>4</sub> im Mischgas). Sie zeichnen sich durch relativ niedrige Investitionskosten aus. In Kauf genommen wird dabei jedoch, dass diese Anlagen hauptsächlich desodorierend wirken, grundsätzlich aber keiner Emissionsbegrenzung (TA-Luft) unterliegen und daraufhin auch nicht überwacht werden. Das umweltrelevante Methan wird in der Praxis so gut wie gar nicht reduziert (1). Die klimaschädigende Wirkung dieser Technologie liegt daher um 90 % höher als bei einer vollständigen Oxidation des Gases (Bild 1).

Typische Messwerte einer Biofilteranlage sind <sup>1)</sup>:

- Absaugmenge Deponiegas: 30 m<sup>3</sup>/h mit 22 Vol.-% CH<sub>4</sub>
- Mischgas zum Biofilter: 1,1 bzw. 2,3 Vol.-% CH<sub>4</sub>
- Abluftbeladung nach Biofilter: 0,5 bzw. 2,3 Vol.-% CH<sub>4</sub>

<sup>1)</sup> Eigene Messungen

**Schwachgasentsorgung**

Für Biofilteranlagen sind folgende Betriebskostenbereiche zu berücksichtigen:

- Größeres Sauggebläse für Mischbetrieb gegenüber Hochtemperaturverbrennung (HTV) mit Stützfeuerung
- Wasserkreislaufpumpe
- Elektroheizung für den Wasserkreis der Befeuchtungseinrichtung (Frostschutz)
- Biofiltermaterial

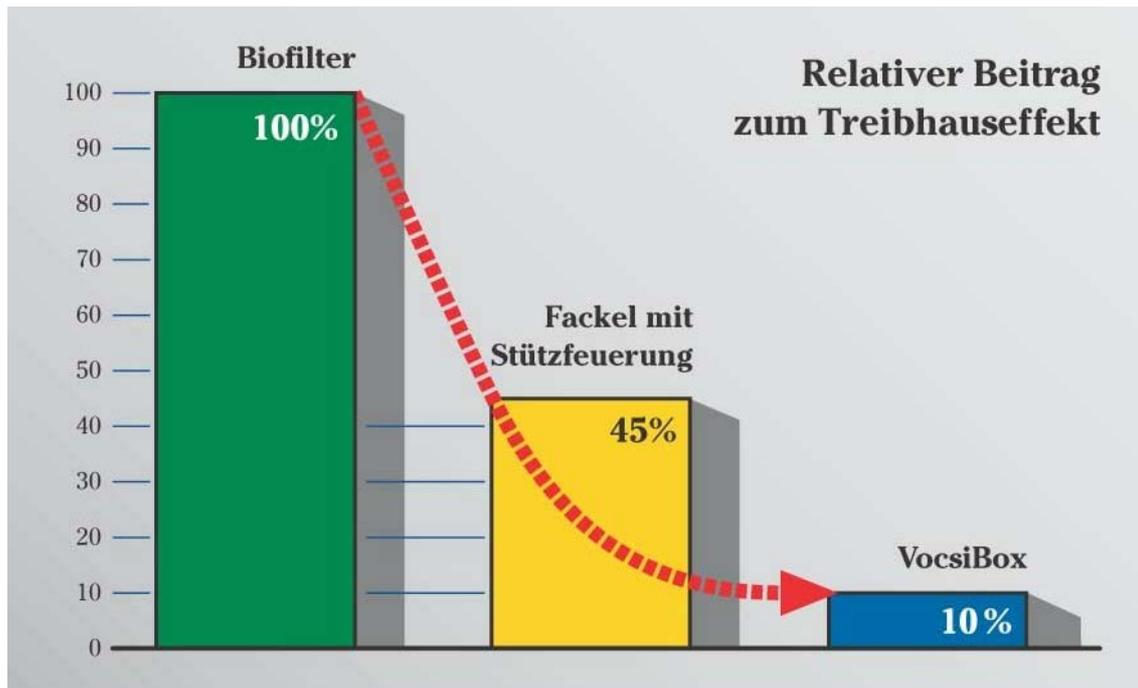


Bild 1: Relativer Beitrag zum Treibhauseffekt – Gegenüberstellung der Emissionen umweltrelevanter Gase bei Biofilter, Fackel mit Stützfeuerung und VocsiBox® (Quelle: Haase, Neumünster)

Rohgasqualität in diesem Beispiel: CH<sub>4</sub> 3 Vol.-%, CO<sub>2</sub> 7 Vol.-%, O<sub>2</sub> 3 Vol.-%, N<sub>2</sub> 87 Vol.-%

## 6.2 Hochtemperaturverbrennung (HTV)

Durch den Einsatz einer Hochtemperatur-Verbrennungsanlage (Bild 2) werden sämtliche Emissionswerte (TA-Luft), die feuerungstechnisch beeinflussbar sind, sicher eingehalten und oftmals um ein Vielfaches unterschritten.

Die Investitionskosten liegen gegenüber einer Biofilteranlage gleicher Größenordnung um ca. 50 bis 100 TDM höher.

### Schwachgasentsorgung

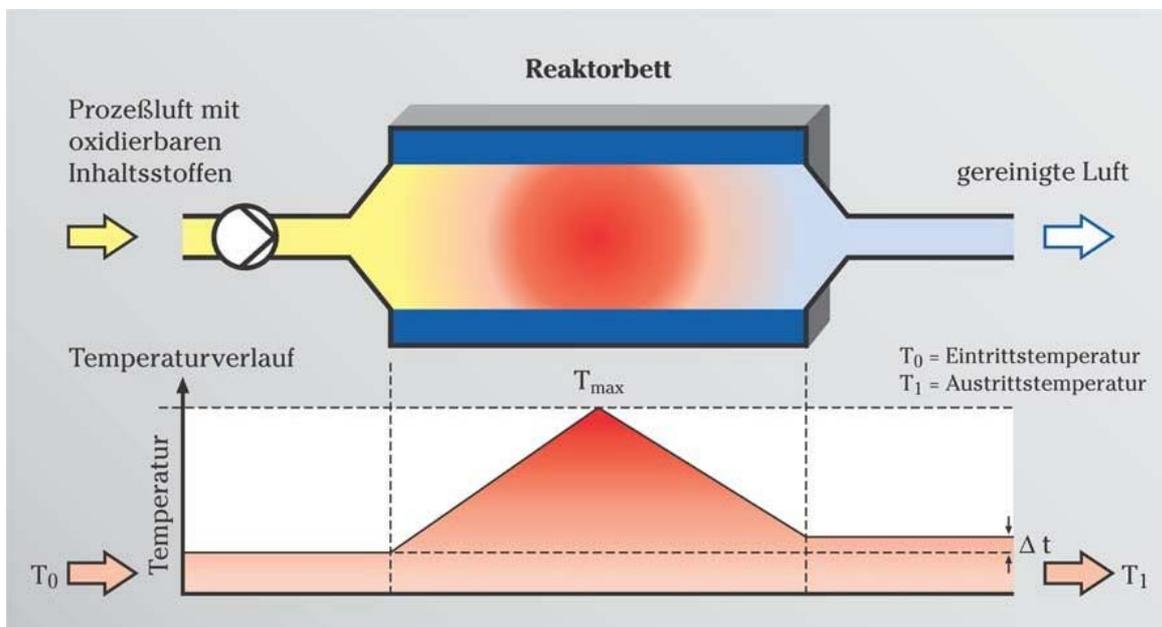
Die dazugehörige Gasverdichterstation ist nahezu baugleich mit der für eine Biofilteranlage notwendige. Das Gasfördergebläse wird jedoch kleiner ausgelegt, da kein Mischbetrieb erforderlich ist. Dadurch fallen auch die Betriebskosten für elektrische Energie geringer aus.

Die Betriebskosten für die Stützfeuerung erreichen jedoch leicht Größenordnungen von 100 TDM pro Jahr, wenn die Feuerungsleistung des Deponiegases unter 0,5 kW/h pro m<sup>3</sup> zurückgehen sollte (siehe Beispiel in Tabelle 1).

### 6.3 VocsiBox<sup>®</sup>/Nichtkatalytische Oxidation

Die flammenlose, nichtkatalytische Oxidation vereint die Vorteile der beiden oben dargestellten Verfahren miteinander: ähnlich niedrige Betriebskosten wie beim Biofilter, bei gleichzeitiger Aufoxidierung von Methan und weiterer Begleitstoffe wie in einer Hochtemperatur-Verbrennungsanlage. Das Verfahren wird unter der Bezeichnung VocsiBox<sup>®</sup> angeboten.

In der VocsiBox<sup>®</sup> wird ein nichtkatalytisches Material einmalig auf ca. 900 °C aufgeheizt. Das Schwachgas wird anschließend durch den heißen Reaktor gefördert. Dabei vollzieht sich eine vollständige Oxidation des CH<sub>4</sub>-Rohgases zu CO<sub>2</sub> und H<sub>2</sub>O, ohne dass weitere Energie von außen zugeführt werden muss (Bild 3).



**Symposium in Augsburg „Deponietechnik zwischen TASI und EU - Richtlinie:  
18./19.09.2001**

**Schwachgasentsorgung** (Quelle Haase Energietechnik, Neumünster)

Bis zu einer Mindestbeladung von 0,3 Vol.-% CH<sub>4</sub> (0,03 kWh/m<sup>3</sup>) wird die Anlage autotherm betrieben. Gegenüber der Hochtemperaturverbrennung wird dadurch ein erhebliches Betriebskosten-Potential eingespart. Im Vergleich zum Biofilter ist als Vorteil die erhebliche Reduzierung der Treibhausgase hervorzuheben (vgl. Tabelle 1).

VocsiBox<sup>®</sup>-Anlagen können komplett mit Gasverdichterstation, Analysetechnik und Reaktor geliefert werden. Alternativ ist es auch möglich, den VocsiBox<sup>®</sup>-Reaktor mit Steuerung an eine vorhandene Biofilteranlage anzuschließen, da auf ähnliche Steuerungs- und Regelungstechnik wie für die Deponieentgasung zurückgegriffen wird.

		<b>Biofilter</b>	<b>HTV mit Stützfeuerung*</b>	<b>VocsiBox<sup>®</sup></b>
Investitionskosten (Euro)	a)	50 – 75	100	100
	b)	75 – 90	125	125
Betriebskosten (8.000 h p. a.) (Elektroenergie, Stützgas, Füllmaterial, Wasser etc.)	a)	9 – 11	10 – 11	7 – 8
	b)	11 – 18	70 – 123	9 – 11
Wartungskosten p. a. (TDM)	a) + b)	4	4	8
Emissionsfrachten, Grenzwerte	a) + b)	nur Geruch	≤ TA-Luft	≤ TA-Luft
Reduzierung Treibhauseffekt auf CO <sub>2</sub> bezogen	a)	minimal	766 t/a	840 t/a
	b)	minimal	110 t/a	700 t/a

**Tabelle 1: Vergleich der Anlagen**

Auslegung a) 30 m<sup>3</sup>/h Deponiegas, Beladung 20 Vol.-% CH<sub>4</sub>  
 Auslegung b) 100 m<sup>3</sup>/h Deponiegas, Beladung 5 Vol.-% CH<sub>4</sub>

\* Erdgaszumischung von a) 4 m<sup>3</sup>/h oder b) 34 m<sup>3</sup>/h

Energiekosten: 0,125 Euro/kWh Elektroenergie

0,25 Euro/m<sup>3</sup> Erdgas

## 7. Abgasemissionen

		Feuerungsanlage	Verbrennungsmotor	Gasturbine
<b>O<sub>2</sub>-Bezug</b>	<b>Vol.-%</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>15</b>
Staub	mg/m <sup>3</sup>	5	50/150	Rußzahl 2/4*
CO	mg/m <sup>3</sup>	100	650	100
NO <sub>x</sub> (NO <sub>2</sub> )	mg/m <sup>3</sup>	200	500 (4-Takt) 800 (2-Takt)	300/350*
SO <sub>x</sub> (SO <sub>2</sub> )	mg/m <sup>3</sup>	35	500 (ab 5 kg/h)	500 (ab 5 kg/h)
HCl (ab 0,3 kg/h)	mg/m <sup>3</sup>	30	30	30
HF (ab 50 g/h)	mg/m <sup>3</sup>	5	5	5
org. Verbindungen	mg/m <sup>3</sup>	je nach Stoffklasse 20 bis 150		

\* bei Abgasvolumenstrom über/bis 60.000 m<sup>3</sup>/h

**Hinweis:** Novellierung der TA-Luft unter 5.4.8.1 a beachten.  
Anhörungsverfahren am 08./09.08.2001 in Bonn.

**Tabelle 2:** Ausgewählte Grenzwerte nach TA-Luft für die Verbrennung von Deponiegas.

## 8. Schlussbemerkung

Für die Entsorgung von Deponiegas aus Altablagerungen (Schwachgasentsorgung) und älteren Hausmülldeponien steht eine Technologie zur Verfügung, die bei annähernd gleichen Investitions- und Betriebskosten im Vergleich zur Biofilteranlage oder Hochtemperaturverbrennung wesentlich zur Reduzierung des Treibhauseffekts beiträgt.

### Literaturhinweis:

TerraTech 1/1999, Entgasung von Altablagerungen gemäß TASI, Glüsing/Stachowitz  
Symposium Schwachgasentsorgung März 1999, Tagungsband