

Basiswissen der Deponiegasfassung und -nutzung

Erfahrungen und Problemlösungen

Dipl.-Ing. W. H. Stachowitz,
DAS – IB GmbH

Die im Text erwähnten Fotos und Abbildungen finden sie unter dem Link: Anlagenfotos der www.das-ib.de

Bundesanzeiger

ISSN 0720-6100

Herausgegeben vom Bundesministerium der Justiz

G 1990 A

Jahrgang 45

Ausgegeben am Sonnabend, dem 29. Mai 1993

Nummer 99 a

DRITTE ALLGEMEINE VERWALTUNGSVORSCHRIFT ZUM ABFALLGESETZ (TA SIEDLUNGSABFALL)

TECHNISCHE ANLEITUNG ZUR VERWERTUNG,
BEHANDLUNG UND SONSTIGEN ENTSORGUNG
VON SIEDLUNGSABFÄLLEN

VOM 14. MAI 1993

WAS IST FÜR IHRE GASANLAGE WICHTIG?

Was ist für die Gasanlage wichtig?

- Begriffsbestimmungen, z. B. Deponieklassen, Müllarten
- Anforderungen an Deponien ca. ab S. 16
- 5.4.2.2.2 Anforderungen an das erzeugte Gas (Seite 18)
 - ↳ 1. BImSchV ⇔ "energetische Nutzung"
 - ↳ TA-Luft
- Betriebshandbuch
- 11.2.1 ff Fassung und Verwertung (Seite 38)
- Anhang C (Erfassung, Behandlung, Seite 46)
 - Dränrohr für Entgasungsschächte \geq DN 200 (Seite 48)
 - Schotter, Körnung \geq 16/32 (Seite 49)
 - Karbonat \leq 10 Masse %
 - Horizontale Entgasung, Neigung \geq 5 % (Seite 49)
 - Ausgangsgefälle \geq 7 % (Seite 49)
 - Dränageleitungen \geq DN 250
 - Gasgeschwindigkeiten \leq 10 m/s (Seite 50)
 - Unterflur Gefälle \geq 5 %, alle Leitungen (Seite 50)
 - Überflur Gefälle \geq 2,5 %, alle Leitungen (Seite 50)
 - Flexible Verbindungen \Rightarrow Kompensatoren (Seite 50)
 - Rohrdurchmesser \geq 100 mm = da 110, d. h. auch Gasbrunnenleitungen
Hinweis: Regelarmatur = Klappe technisch kleiner (Seite 50)
 - Manuell überwachte Regelgrößen: wöchentlich (Seite 51)
 - Kondensatauslegung ca. 100 g/m³ Deponiegas (Seite 51)
 - Wirkungskontrolle (Betrieb) (Seite 51 ff.)
 - Deponiegasuntersuchungen (Betrieb) (Seite 52)

1. Persönliche Einleitung – Worte des Autors

Der Autor startete seine Karriere Anfang 1987 beim führenden deutschen Spezialisten für Deponie- und Sondergastechnik Haase Energietechnik GmbH in Neumünster, anfangs als Projektleiter für Deponieentgasungsanlagen. Im Rahmen von ca. 400 Projekten wurden Deponiegasanlagen geplant und gebaut, in Betrieb genommen und betreut sowie sicherheitstechnische Konzepte entworfen und umgesetzt. Der Liefer- und Leistungsumfang bei Entgasungsanlagen beginnt am Gasbrunnen über Gassammelstationen, Kondensatabscheidersysteme, Gasverdichterstationen (ausgerüstet mit Zentrifugal- und Seitenkanalgebläsen über Drehkolbengebläse, Schraubenverdichter, Hubkolbenverdichter) bis zur Gasnutzung mittels Blockheizkraftwerken, Dampfkolbenmotoren, Muffel mit Abwärmenutzung und Gasfackeln verschiedener Typen. Gasanlagen wurden gebaut bis 10 bar Betriebsdruck, Dampfanlagen bis 30 bar Betriebsdruck.

Mit den steigenden gesetzlichen Anforderungen anfangs in Deutschland und dann auch schnell in Europa und der damit verbundenen Vergrößerung der Haase Energietechnik übernahm der Autor erst die Funktion eines Gruppenleiters, später die des Abteilungsleiters und seit Oktober 1996 die Funktion des Prokuristen und Verantwortlichen für den Unternehmensbereich GAS im Hause Haase Energietechnik.

In dieser Zeit wurden bis zum Dezember 2001 ca. 470 Gasanlagen verschiedenster Art für Europa, Afrika und Asien gebaut. Aus der Fülle dieser Erfahrungen, Hits und Nietens, entstand der nachfolgende Erfahrungsbericht anhand von Systemzeichnungen und Fotos, die in der Anlage nachschlagbar sind und im Vortrag bildlich erläutert und diskutiert werden.

Im Januar 2001 gründete Wolfgang H. Stachowitz seine eigene Firma „DAS – IB GmbH“
DeponieAnlagenbauStachowitz

2. Dimensionierung/Gasprognose Gasfassungssystem

Vor ca. 15 – 20 Jahren wurden aufgrund von falschen und fehlenden praktischen Basisdaten falsche Gasprognosen erstellt und somit Entgasungsanlagen oft zu groß, d. h. überdimensioniert, gebaut. Anhand eigener Gasprognoseprogramme (kostenlose Gasprognose kann angefordert werden) sowie praktischen Erfahrungen aus dem Betrieb wird ständig an einer Optimierung gearbeitet. In Zusammenarbeit mit verschiedenen Ingenieurbüros, Hochschulen, Kunden und eigenen Erfahrungen wurde dieses Modell ständig angepasst und überarbeitet. Über ein Feedback ist der Autor dankbar, damit weitere Erfahrungen einfließen können. Anhand von FID-Begehungen wird auch ständig die Gasfassungsrate kontrolliert

Ältere und einfache Gasfassungssysteme wurden nach dem Schema „preiswert“ z.B. durch Zusammenführung von Gasrohrleitungen, teilweise nicht vorhandene Gassammelstationen und damit nicht durchführbare Optimierungen des Gasfassungssystems, gebaut.

Die daraus resultierenden, langwierigen und kostenintensiven Gasoptimierungen führten dazu, dass in den heutigen Tagen Gasfassungssysteme mit Ringleitung und Stichleitungen zu den Brunnen gebaut werden, in denen nun einzelne Gasbrunnen in so genannten Gassammelstationen als feste oberirdische oder unterirdische oder offene Bauwerke gebaut werden.

Wesentlicher Vorteil dieser Systeme ist, dass jeder Gasbrunnen nach den für die Optimierung notwendigen Werten, wie Durchfluss, Unterdruck, Gaszusammensetzung und Temperatur, einzeln analysiert und eingestellt werden kann. Dadurch werden optimale Bedingungen für eine Gasnutzung und Reduzierung des Treibhauseffektes geschaffen. Durch diese Verschaltung kann eine optimale Gasfassungsrate – wie eingangs beschrieben – erreicht werden. Natürlich müssen für die o. angef. Messungen Messstutzen (½" bis ¾") an den richtigen Stellen projiziert werden, sonst kann man keine Messung durchführen, oder die Messung wird falsch.

Es folgt nun ein Abriss über das Gasfassungssystem: Vom Gasbrunnen bis zur Gasnutzung anhand von Systemen, die heutzutage auf verschiedenen Deponien in Europa gebaut werden.

2.1 Gasbrunnen und Gasbrunnenleitung

Einer der wichtigsten Aspekte bei der Realisierung der Gasbrunnen ist die Teleskopierbarkeit der Gasbrunnenrohre, damit Setzungen des Müllberges kompensiert werden können. Ferner sollte eine bestimmte Mächtigkeitsschicht aus einer Ton-Lehm-Schicht berücksichtigt werden, damit bei der Absaugung von Deponiegas über Randbereiche/Seitenflächen kein Sauerstoff in das Fassungssystem eindringen kann. Darüberhinaus ist zu beachten, dass Probemuffen und Handabsperklappen im Gasweg und die Ein- und Auslaufstrecken für Durchflussmessungen berücksichtigt werden. Zwischen dem Domschacht und der abgehenden Rohrleitung muss ein flexibler Kompensator (ca. 1 m) gesetzt werden, damit Setzungen zwischen dem Baukörper Deponie und der abgehenden Leitung ausgeglichen werden können. Ebenfalls sollte über eine mögliche Einfahrt einer Kamera nachgedacht werden, damit später mittels Kamerabefahrungen Schäden am Gasfassungssystem (Brunnen und Leitungen) einfach nachgewiesen werden können.

An dieser Stelle sei daran erinnert, dass bei der Entstehung von 1 m³ Deponiegas ca. 1 kg feste Masse biologisch abgebaut wird. Dies bedeutet, dass z. B. bei einer Gasabsaugrate von 2.000 m³/h und einem Betrieb von 8.700 h/a ca. 17.400 t/a Deponievolumen reduziert werden. Die bereits vorher erwähnten Setzungen können in den abgehenden Rohrleitungen nur dadurch teilweise berücksichtigt werden, dass ein Gefälle von 3 – 5 % berücksichtigt wird (vgl. z. B. Anforderungen in der deutschen TASI) und dass das abgehende Rohr mit einem Durchmesser von ca. 110 mm (vgl. ebenfalls Anforderungen der deutschen TASI) realisiert wird. Sollten hier kleinere Gefälle oder kleinere Rohrdurchmesser gewählt werden, kann es bei Setzungen zu so genannten Wasserverschlüssen kommen. Diese Wasserverschlüsse bewirken dann eine Nichtabsaugung des entsprechenden Gasbrunnens. Deshalb ist es bei der Optimierung wichtig, nicht nur die Gaszusammensetzung, sondern auch den

Durchfluss der Gasbrunnen zu ermitteln. Mittels Kamerabefahrung können der Ort und die Ursache des Schadens ermittelt werden.

Am Rande sei hier erwähnt, dass nach den 6 Langzeitphasen der Gasbildung und des Konzentrationsverlaufs der Hauptkomponenten von Deponiegas nach Rettenberger in der stabilen Methanphase (anaerob), d. h. nach ca. ½ - 1 Jahr Mülleinbau, Methanwerte zu CO₂-Werten von 1,3 : 1 entstehen, die dann durch die Optimierung und Entgasung eingestellt bzw. überprüft werden sollten. Abweichungen von diesen Werten zu erläutern, sprengen diesen Vortrag, können jedoch beim Autor in der Diskussion oder nachträglich abgefragt werden.

2.2 Gassammelstationen (GSS)

Die einzelnen Gasbrunnenleitungen werden dann, in so genannten Gassammelstationen zusammengeführt. Diese Gassammelstationen sollten mit der Mindestausstattung von ½"- und ¾"-Muffen (Messung der Gasanalysenwerte, Temperatur, Druck und Durchfluss) am richtigen Ort ausgerüstet sein. Ferner sollte für die Durchflussmessung eine mindestens 10fache Ein- und Auslaufstrecke des Durchmessers berücksichtigt werden, damit es nicht durch Verwirbelungen des Gasstromes zu Fehlmessungen kommt. Darüber hinaus ist zu berücksichtigen, dass die Handabsperklappe möglichst in der senkrechten Leitung und möglichst nicht mit der Achse senkrecht ausgerichtet ist, damit es bei möglichen Kondensatausfällen im Deponiegas nicht zu Korrosionen und Frost im Winter am Teller bzw. im Gelenk der Klappe kommen kann. Als Material empfiehlt sich HDPE_{el}, Edelstahl oder Stahl verzinkt für die Gasleitungen in der GSS.

Auch sollte bei der Realisierung der Gassammelstation über eine automatische Gasdruckentwässerung nachgedacht werden. Durch diese Installation werden kleinere Wasserverschlüsse in Abhängigkeit der Verdichterleistungen automatisch entwässert sowie durch Einstellung der mechanischen Regler.

Ebenfalls sollte über den Einbau eines "T-Stückes" mit Blindflansch nachgedacht werden, welches eine Kamerabefahrung der Gasbrunnenleitungen ermöglichen soll (s. Ausführung in 2.1)

2.3 Kondensatentwässerungseinrichtungen

Da das Deponiegas mit ca. 100 %iger relativer Feuchte aus einem warmen Deponiekörper kommt, der bis zu Temperaturen von 60 – 80 °C im Inneren aufgrund der biologischen Abbauvorgänge erreichen kann, kommt es durch die Abkühlung des Deponiegases an der Erdoberfläche im Gasbrunnenkopf und in Rohrleitungen vom Gasbrunnen zur Sammelstation oder weiteren Transportleitungen zu so genanntem Kondensatausfall. Deshalb sind

entsprechende Gefälle und Entwässerungseinrichtungen in den Rohrleitungen unbedingt zu berücksichtigen. Als Entwässerungseinrichtung der einfachen Bauart empfehlen sich Siphons, die möglichst in die Deponie zurück entwässern oder separate Bauwerke als Kondensatschächte, die mit verschiedenen Abscheidern (Prall-, Platten-, Zyklonabscheider oder Demisterabscheider) ausgerüstet werden können und sollten. Damit es nicht zu Grundwassergefährdungen kommen kann, empfiehlt sich eine Entwässerung "rückwärts" nur bei basisgedichteten Deponien.

Bei dem Bau dieser Entwässerungseinrichtung ist darauf zu achten, dass zwischen der Gasleitung und der maximalen Wasseroberfläche der Entwässerungsbehälter der Saugdruck der Verdichteranlagen als Höhenunterschied zu berücksichtigen ist. Damit in die Gastransportleitung kein Wasser eingesaugt werden kann, soll als Daumenwert bei einem Gebläse, welches 150 mbar Unterdruck erzeugen kann, zwischen der maximalen Wasseroberfläche und dem Entgasungsrohr dementsprechend 150 cm Sicherheitsabstand sein. Dieser Sicherheitsabstand muss durch entsprechende Schwimmerabscheider oder andere Füllstandsmessungen überwacht werden, damit es nicht zu Beschädigungen an der Anlagentechnik kommen kann (Wasserschäden). Darüber hinaus empfiehlt es sich, in wärmeren Ländern, in denen es zur Austrocknung der Wasservorlage kommen kann (Verdunstung und damit verbundener Sauerstoffeinbruch ins System), ebenfalls eine Minimum-Wassersäulen-Überwachung einzubauen, die die gleiche Schaltfunktion wie die Maximum-Überwachung einnimmt und zur Abschaltung der Maschinenteknik führt. Wie die einzelnen Kondensatabscheider entleert werden, ob mit Pumpen, die dann weitere Ausschalter benötigen oder über Absaugwagen oder ..., bleibt dem Geschmack des Betreibers der Deponie überlassen.

2.4 Aufbau des Gasfassungssystems

Das Gasfassungssystem als solches sollte möglichst als Ringleitung nach um die Deponie errichtet werden. Von dieser Ringleitung sollten stichartig die einzelnen Gassammelstationen und von da auch die einzelnen Gasbrunnen verschaltet werden, damit eine optimale Gasfassung erreicht werden kann. Bei den Optimierungen des Gasfassungssystems nach Qualität und Menge müsste nach Erfahrungen des Autors mindestens einmal im Jahr eine Oberflächenbegehung des Deponiekörpers mittels FID durchgeführt werden. Dies ist wichtig, um feststellen zu können, ob es nicht in bestimmten Bereichen der Deponie zu Ausgasungen kommt, die sonst nicht bemerkt werden können. An diesen Stellen können nachträglich weitere Gasbrunnen installiert werden. Der grundsätzliche Abstand zwischen den Gasbrunnen sollte für die Erstinstallation einen Abstand von ca. 50 m (abhängig von der Müllzusammensetzung und der Mülleinbautechnik) nicht überschreiten, da nach Erfahrungen des Autors Einzugsbereiche der Gasbrunnen zwischen 20 und 30 m im Radius nachgewiesen werden können.

3. Maschinenteknik

3.1 Gasverdichterstation

Die Gasverdichterstation sollte als Mindestausstattung das eigentliche Absauggebläse sowie Absperrklappen oder andere technische Einrichtungen zur Regulierung der Durchflussmenge berücksichtigen, wie z. B. mechanische oder elektrische Bypässe oder Frequenzumformer für die Antriebsmotoren der Gebläse. Darüber hinaus empfiehlt es sich, Messgeräte einzusetzen, um den Gesamtdurchfluss, den Saugdruck und den Enddruck zu überwachen. Dito für die Temperatur des Deponiegases. Oftmals kann der Durchfluss auch indirekt über die Abhängigkeit $p = f(F)$ und einer Werksprüfstandkurve ermittelt werden.

Inwieweit ein stationäres Gasanalysensystem zum Explosionsschutz nach den deutschen Sicherheitsstandards für O₂- und/oder CH₄-Überwachung sowie CO₂ angebaut werden soll, sollte der Anlagenbetreiber unter Sicherheitsaspekten abwägen und auswählen. Die gleichen Abwägungen hat der Betreiber der Anlagen ebenfalls dahingehend durchzuführen, inwieweit für die eingesetzten Bauteile bestimmte Materialien (HDPE, HDPE-leitfähig, Stahl, Stahl verzinkt, Edelstahl etc.) eingesetzt werden sollen. Das Gleiche gilt für die eingesetzten Armaturen und Baugruppen, die nach Meinung des Autors nicht zwingend nach deutschem Standard mit BAM-, PTB-Prüfnummern und Zertifikaten ausgerüstet werden müssen. Die sichere Funktion der Bauteile sowie die Materialauswahl (keine Al-Ni-Ko-Metalle) ist wesentlicher. Zwei kleine Hinweise in Richtung Sicherheitstechnik und Explosionsschutz seien hier als Sachverständiger nach GUV 17.4 erwähnt:

1. Die mögliche technische Explosionsschutzüberwachung mit einem Gasanalysator sollte auf CH₄ erfolgen. Dieses Signal kann für die spätere Aufschaltung auf eine Gasmotorennutzung ebenfalls genutzt werden. Dies ist dann notwendig, wenn die Gasmotoren Abgaswerte nach der deutschen TA-Luft oder nach der schweizerischen Luftreinhalteverordnung einhalten sollen.
2. Anhand des Explosionsdreiecks kann nach Meinung des Autors dann auch sicher ausgeschlossen werden, dass ständig explosionsfähiges Gemisch in einer Gasfeuerungsanlage zur Verbrennung mittels Brennertechnologie oder Gasmotoren gefördert werden kann.

Beispiele:

- a) Gasmotoren, insbesondere für Deponien, sind für einen Betrieb mit Methangehalten von mindestens 35 – 40 Vol.-% CH₄ dimensioniert. Bei Volllast benötigen sie meist sogar 50 Vol.-% Methan. D. h. diese Systeme haben Sicherheitseinrichtungen, die eine Abschaltung hervorrufen, sollte die Anlage mit einem niedrigeren Methangehalt betrieben werden.
- b) Bei Fackelanlagen verschiedener Hersteller lässt sich feststellen, dass im Betrieb, je nach Dimensionierung der Brennertechnologie, automatisch Mindestregelbereiche auf Methangehalte zwischen ± 5 bis 10 Vol.-% CH₄ abgedeckt werden können. Danach schalten solche Anlagen

aufgrund der Flammenüberwachung (UV-Sonde) ab, so dass auch hier ein Betrieb der Gasförderanlage ohne Gasanalysensystem nach Meinung des Autors möglich wäre/ist.

Die Gasverdichterstation an sich muss je nach Anlagenort und Witterung in geschlossenen Gebäuden aufgestellt werden. Wenn solche Anlagensysteme in geschlossenen Gebäuden realisiert werden sollen, ist dabei zu berücksichtigen, dass das Gebäude aufgrund möglicher Leckagen neben den notwendigen zusätzlichen Einrichtungen, wie Licht und Heizung, über eine CH₄-Ex-Gaswarnanlage mit Be- und Entlüftung verfügen muss.

Die Fotos zeigen verschiedene Anlagen (Container, Gestell, Radialgebläse, Drehkolbengebläse, Gebäude) in unterschiedlichen Ländern.

3.2 Fackelanlagen/Hoch-Temperatur-Verbrennungsanlagen

Im Laufe der Jahre wurden die anfangs eingesetzten offenen Verbrennungsanlagen (eigentliche Fackel) mit einer weithin sichtbaren Flamme, in denen keinerlei Abgaswerte sicher eingehalten werden können, durch geschlossene Bauformen abgelöst. Die Entwicklung erfolgte über unisolierte Fackeln mit Flammenschutz zu nun als Stand der Technik bekannten Brennkammern zur Hochtemperaturverbrennung bis 1.200 °C. Die mit ca. 100 mm aus Keramikfasern isolierten Brennkammern weisen konstante Temperaturen der Rauchgase über den vollen Regelungsbereich auf sowie zusätzlich definierte Verweilzeiten der heißen Abgase. Bei der Konzipierung dieser Verbrennungsanlagen ist zu bedenken, dass bei unterschiedlichen Temperaturen aufgrund des physikalischen Zusammenhanges zwischen CO- und NO_x-Bildung die Gegenläufigkeit dieser Kurven zu beachten ist (Abbildung 12). Bei der "UK Guidance of Best Practice Flaring of Landfill Gas" ist eine Verbrennungstemperatur von 1.000 °C zu berücksichtigen. Bei der deutschen TA-Luft werden 1.200 °C gefordert. Auf europäischer Ebene sind derzeit Systeme mit 850 °C bzw. 1.100 °C in der Diskussion, die dann jedoch die Σ C als organisch zwischen Roh- und Abgas auf 1/100 bringen müssen. Die verschiedenen Fackeltypen sind im ppt-Vortrag und in der Veröffentlichung Verbrennung von Deponiegas dargestellt.

Als Stand der Technik darf mittlerweile eine konstante Temperaturregelung der heißen Abgase mittels Thermoelement, Regler und Zuluftregulierung bei den verschiedenen Anbietern festgestellt werden. Für den Betreiber ist wichtig, zu vergleichen, dass die Hersteller unterschiedliche Verweilzeiten bei ihren Verbrennungsanlagen berücksichtigen und definieren, z. B. ab Brennerkrone oder mitten in der Flamme oder oberhalb der maximalen Flammenlänge. Dadurch ist zu erklären, dass verschiedene Verbrennungsanlagen unterschiedliche Höhen haben. Die unterschiedlichen Durchmesser hängen von den unterschiedlichen Verbrennungstemperaturen innerhalb der Verbrennungsanlagen ab. Je schlanker und höher eine Verbrennungsanlage ist, umso höher ist die Verbrennungstemperatur im gesamten Regelbereich und je größer die Verweilzeit ab Flammenspitze.

Mit größerem Durchmesser nimmt die Verbrennungstemperatur im Teillastbetrieb ab, z. B. Kleinlastbetrieb (mit < 70 % der Leistung) ergibt ca. 80 % Verbrennungstemperatur, und 30 % der Leistung ergibt ca. 50 % der Verbrennungstemperatur.

Ferner ist für den Betreiber wichtig, zu entscheiden, welche Methode die Hersteller der Verbrennungsanlagen für die Befestigung der Keramikisolierung in ihren Brennkammern benutzen. Relativ kostengünstig sind die so genannten "Clips". Diese haben jedoch den Nachteil, bei längerem Vollastbetrieb der Verbrennungsanlage im Betrieb durch Verzundern abzufallen, so dass dann über die Wartung und den Service diese Teile nachgerüstet werden müssen. Das ist zwar in der Investition billig, aber im laufenden Betrieb teurer. Es gibt ebenfalls Hersteller, die nach außen verschraubte Isolierungen verwenden. Somit gibt es keinen Verschleiß von Befestigungsteilen im Brennraum/-kammer der HTV.

Auf ein Dach (Fackelhut) auf Verbrennungsanlagen sollte m.E. grundsätzlich verzichtet werden, da

- a) die Emissionen durch das Dach umgelenkt werden und im Aufstellungsort stärker immitieren

und
- b) durch den Widerschein der Verbrennung Vögel oder andere Lebewesen angelockt werden und dann in der Verbrennungsanlage zu Tode kommen.

Verschiedene Hersteller haben deshalb Brennersysteme entwickelt, die unempfindlich gegen Schnee- und Regeneinfall sind und auch unter diesen Bedingungen problemlos ohne Fackelhut gestartet werden können

3.3 Gasnutzung

Inwieweit eine Gasnutzung mittels Gasmotoren, Dampfmotor, Gasturbine etc. für den Betreiber einer Deponie wirtschaftlich ist, sollte unter kaufmännischen und ökologischen Gründen abgewogen werden. Es muss jedoch schon deutlich an dieser Stelle darauf hingewiesen werden, dass eine Deponiegasnutzung unter Berücksichtigung der Investition des Gasfassungssystems und deren Betrieb unter wirtschaftlichen Rahmenbedingungen derzeit in keinem Land der Erde möglich ist. Verschiebt man jedoch die Schnittstelle dahingehend, dass das Gasfassungssystem aus ökologischen Gründen ("global warming") installiert werden muss und berücksichtigt dann nur noch die Mehrinvestitionen (Mehrkosten für einen O & M-Betrieb und Deponiegasnutzung), sind Gasnutzungsanlagen wirtschaftlich einsetzbar. Voraussetzung zum wirtschaftlichen Betrieb ist die Einhaltung von definierten Rohgaswerten der Gasmotorenhersteller.

Die Probleme auf Deponien für den Betrieb von Gasnutzungsanlagen sind meistens zu hohe Fluor-, Chlor- oder Siloxanverbindungen. Hier werden in den letzten Jahren entweder Kälteanlagen oder Aktivkohleverfahren zur Reduzierung dieser Rohgaswerte eingesetzt. Hier sei auf diverse weiterführende Fachaufsätze und die Beispiele ausgeführter Anlagen hingewiesen.

Ferner ist bei der Auswahl "Gasnutzung" zu berücksichtigen, ob nur Strom ins EVU-Netz eingespeist oder zusätzliche Abwärme aus dem Abgas- und/oder Motorkühlwasserkreis genutzt werden kann und in welchem Verhältnis dies steht. Dies ist insbesondere notwendig bei der Abwägung zwischen Gasturbinen und Gasmotoren sowie Dampfmotoren bzw. Dampfturbinen und nachgeschaltet liegenden Muffeln mit Wärmetauschern aufgrund der unterschiedlichen Wirkungsgrade.

Nicht vergessen werden sollte, dass in einigen Ländern in Europa ebenfalls für die Gasmotoren Abgasgrenzwerte einzuhalten sind, die dann wieder die Auswahl der Gasmotoren einschränken. Als Hinweis sei hier erwähnt, dass Hersteller gleichen Gasmotorentyps mit unterschiedlichen Abgaswerten operieren. Als Beispiel sei hier die Motorenreihe der Jenbacher AG, JES 320, erwähnt, die unter TA-Luftbedingungen ca. 826 kW_{el} leistet und der gleiche Gasmotor bei freigegebenen Abgaswerten ca. 1.006 kW elektrische Leistung abgibt.

Gasturbinen werden in sehr kleiner Anzahl eingesetzt. Es kommt zu einer höheren Investition auf der Gasverdichterstrecke, da Gasturbinen mit höheren Drücken von 10 – 30 bar beschickt werden müssen und Gasturbinen zusätzlich einen kleineren Wirkungsgrad elektrisch als Gasmotoren haben. Selbst bei 60 – 100 MW-Anlagen in England, Australien und Korea wurden und werden in der Regel Gasmotoren und keine Gasturbinen installiert. Der Weg Dampfkolbenmotor und Dampfturbine macht nur dann Sinn, wenn hoch belastetes Deponiegas mittels Hochtemperaturverbrennungstechnologie verbrannt werden muss. Unter dieser Voraussetzung macht der Umweg über Abwärmekessel zur Dampferzeugung Sinn. Die Wirkungsgrade sind dementsprechend niedrig. Vorteil ist jedoch, dass eine Gasnutzung auch für hoch belastete Deponiegase realisiert werden kann. Vom Autor wurden mehrere Dampf- und Warmwasseranlagen von der Projektierung bis zur Inbetriebnahme und Probetrieb begleitet (Fotos 16 und 17).

3.4 Schwachgasnutzung

Zur Definition des so genannten Schwachgases sei auf die entsprechenden Publikationen verwiesen.

Unter der Berücksichtigung, dass nach ca. 20 – 30 Jahren die Gasproduktion und die Gasfassungsrate unterhalb der zur Verbrennung notwendigen Methangehalte fallen werden, müssen dennoch Gasfassungssysteme zum

Personen-, Gebäude- und Umweltschutz betrieben werden. Anfangs kommen dann Hochtemperaturverbrennungsanlagen mit Stützfeuerung, z. B. Naturgas, zum Einsatz, später Biofilteranlagen oder nichtkatalytische und katalytische Oxidationsanlagen (Manch,mal auch RTO genannt).

Der wesentliche Unterschied im Betrieb der v. g. Systeme ist, ein sicherer Betrieb unterhalb der Explosionsgrenze von O₂-/CH₄-Gemischen. D. h. aufgrund dieser Tatsache werden Biofilteranlagen und nicht-/ katalytische Oxidationen unter Methangehalten im Mischbetrieb von 2 – 3 Vol.-% (20 – 30 % UEG) Methan operieren. Durch den sicherheitstechnischen Aspekt wird das Mischgas in der Regel auf ca. 1 Vol.-% Methan durch die Beimischung von Luft erreicht. Wie der Literatur zu entnehmen ist, sind Biofilteranlagen im Wesentlichen dazu ausgelegt, das Schwachgas – sprich Deponiegas – zu desodorieren und nicht zur Aufoxidierung von Treibhausgasen, wie Methan und FCKWs, und damit zur Reduzierung des "global warming". Biofiltersysteme, die einen Beitrag zur Aufoxidierung des Methans beitragen, bedürfen hoher Betriebs- und Investitionskosten, damit die notwendigen Feuchten und Temperaturen etc. im Biofilter ständig vorgehalten werden können. Als Baugröße werden z. B. 300 m³ Filtermaterial zur Behandlung von 10 m³/h CH₄ ermittelt.

Eine verfahrenstechnische Variante, bei der alle im Deponiegas enthaltenen Schadstoffe auch bei niedrigen CH₄-Gehalten noch komplett thermisch zerstört werden können, ist die nichtkatalytische Oxidation. Dabei wird ein keramisches Reaktorbett auf ca. 1.000 °C einmalig vorgeheizt. Nach Erreichung der Betriebstemperatur wird dann das Methangas durch den Eigenenergiegehalt (Energie aus der Oxidation von CH₄) "selbständig" oxidiert. Das oxidierte Gas gibt seine Reaktionswärme an das Keramikbett (Wärmespeicher) ab, so dass dann ein autothermer Betrieb aufrecht erhalten werden kann (vgl. Abbildung 16). Ein autothermer Betrieb ist ab Methangehalten ≥ 0,3 Vol.-% möglich.

Dadurch entsteht eine Reduzierung des Treibhauseffektes um 90 %.

Zusammenfassung

Anhand des Vortrages wurde gezeigt, wie sich innerhalb von 15 Jahren die technische Entwicklung von Deponiegasfassungssystemen bis zur Gasnutzung entwickelt hat und welche Probleme und technischen Anforderungen wie gelöst wurden bzw. werden können sowie ein kurzer Abriß über die zukünftige Schwachgasnutzung gegeben.

Für weitere Anregungen, Diskussionen und darüber hinausgehende Problemstellungen ist der Autor sowohl in einer Diskussion wie auch fernmündlich und schriftlich dankbar.

Dipl.-Ing. Wolfgang H. Stachowitz

DAS – IB GmbH

DeponieAnlagenbauStachowitz

Flintbeker Str. 55

D-24113 Kiel

Tel. + Fax 0431 / 683814

Mobile: 0170 / 4037939

www.das-ib.de

E-Mail: info@das-ib.de

References:

- Bundesministerium für Umweltweltschutz und Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA-
Reaktorsicherheit der Bundesrepublik Luft, 27. Febr. 1986
Deutschland
- Bundesemissionsschutzgesetz
- Bundesverband der Unfallversicherungsträger Sicherheitsregeln für Deponien, GUV 17.4, Ausgabe Okt.
der öffentlichen Hand – BAGUV - 1993
- Butz, Wolfgang Neue rechtliche Entwicklungen, Trierer Berichte zur
Abfallwirtschaft, Deponiegas 2001
- Clarke Energy NEWS Issue No. 3 Summer 2000
- Dammann, B.; Streese, J.; Stegmann, R. Microbial oxidation of methane from landfills in biofilters,

Der Bundesminister für Forschung und Technologie Deutz MWM div. Autoren	Sardinia 99, 7th Int. Landfill Symposium Gasabsauge- und Gasverwertungsanlagen an Mülldeponien, FuE-Vorhaben 1430293, Juli 1986 Mindesteigenschaften von Brenngasen für Gasmotore Schwachgasentsorgung von Altablagerungen gemäß TASI, Symposium März 1999 in Offenbach (Tagungsband)
Glüsing, Jens und Stachowitz, Wolfgang Horst	Entgasung von Altablagerungen gemäß TASI, TerraTech 1/1999
Haase Energietechnik GmbH Haase Energietechnik GmbH	div. Deponiegas-Lehrgänge, 1996 – 2000 VocsiBox [®] , Autothermal oxidation for landfill and other gases of low calorific value; CD 1999
Hegemann, Joachim und Stachowitz, Wolfgang Horst Jenbacher AG Jenbacher AG Rettenberger, G.; Tabasaran, O.	Gase sicher entsorgen, Industrieservice 11/2000 Specifications for Jenbacher gas engines Technische Datenblätter zum Deponiegasmotor JES 320 Untersuchung zur Entstehung, Ausbreitung und Ableitung von Zersetzungs gasen, Umweltbundesamt 12/1982, Forschungsbericht 10302207 Teil I
Schweizer Luftreinhalteverordnung Smith, Richard	Emissionsgrenzwerte, Kap. 714 Guidance on best practice flaring of landfill gas in the UK, Sardinia 99, 7th Int. Landfill Symposium
Stachowitz, Wolfgang Horst	UK Launch of the VocsiBox [®] , Dec. 2000, Conference in Gravesend (Kent)
Stachowitz, Wolfgang Horst	Gasentsorgung bei Altdeponien, Wasserwirtschaftliches Kolloquium beim Institut für Siedlungswasserwirtschaft und Abfalltechnik an der Universität Hannover, 8th Dec. 2000
Stachowitz, Wolfgang Horst und Herz, Jürgen	Integrierte Deponiegas-Nutzungsanlage auf der Deponie Budenheim, WLB 10 / 1996
Streese, J; Dammann, B; Stegmann, R.	Behandlung von Deponiegas in Biofiltern zum Abbau von Methan und Spurengasen, Trierer Berichte zur Abfallwirtschaft, Deponiegas 2001
UK Environment Agency	March 1999, Interim internal technical guidance for best practice flaring of landfill gas
Weber Dr., Burkhard Wilkins, Graham Thomas	Gasprognose, div. Quellen M. Phil. Thesis 2000, The development of a strategy for Biffa Waste Services to reduce its atmospheric emissions of landfill methane
wlb	Biologische Abluftreinigung, 9/95