

Deponienachsorge mit einer Schwachgasfackel HT-SG 0.2 am Beispiel Deponie Haferteich / Schleswig

Axel Ramthun, Falk Karstens

HAASE Energietechnik AG, Neumünster

Experiences with a lean-gas flare on the landfill site Haferteich/ Schleswig

Abstract

A lean-gas flare has been used on the landfill site Haferteich/ Schleswig since 2007. The flare is able to burn landfill gas with a methane concentration 10-30% in the lean-gas mode. It uses a innovative heat-retrieval and burner system. The flare covers also landfill gas with methane concentration 30-60% with standard technology. The flare fulfills the emission guidelines of the TA-Luft in the whole methane range. Experiences are given under technical aspects. The leangas flare is capable for aftercare of landfill sites in long terms.

Zusammenfassung

Auf der Deponie Haferteich/ Schleswig wird seit Ende 2006 eine Schwachgasfackel der Fa. HAASE Energietechnik AG betrieben. Die Schwachgasfackel mittlerer Leistung entsorgt Deponiegas mit einem Methanoxidationspotential von 10-30% im Schwachgasmodus unter Einsatz eines innovativen Wärmerückgewinnungs- und Brennersystems. Alternativ stellt die Fackel für höhere Methanwerte zwischen 30-60% einen Gutgasmodus in herkömmlicher Technologie zur Verfügung. Die Fackel erfüllt die Vorgaben der TA-Luft für Verbrennungstemperatur, Verweilzeit und Emissionen. Die Erfahrungen mit der Schwachgasfackel werden unter Angabe der technischen Randbedingungen dargestellt. Die Schwachgasfackel erlaubt somit eine langjährige Nachsorge der Deponie bei abklingendem Methananteil im Deponiegas.

Keywords

Schwachgas, Nachsorge, Fackel, Verbrennung, Deponiegas

lean gas, aftercare, flare, combustion, landfill gas

1 Einleitung

Mit dem Ablagerungsende unbehandelter Siedlungsabfälle Mitte 2005 sinkt auf den meisten deutschen Siedlungsabfalldeponien die erfassbare Deponiegasmenge und häufig auch die Gasqualität. Dies ist zurückzuführen auf den üblichen Verlauf der Gasmengenentwicklung sowie auf zeitlich bedingte Funktionsstörungen der Gasfassungssysteme.

Vor diesem Hintergrund ergeben sich veränderte Anforderungen an die Größe und Ausführung von Deponiegasförder und -gasbehandlungsanlagen. Für die Deponiegasbehandlung stehen für verschiedene Gasqualitäten, Gasmengen und standortspezifische

Randbedingungen unterschiedliche Anlagentechniken zur Verfügung. Bei der Auswahl der für den jeweiligen Standort optimalen Gasbehandlungsanlage sind ortspezifische Besonderheiten zu berücksichtigen.

Ist die erfassbare Deponiegasmenge und Gasqualität ausreichend, stellt die Deponiegasverwertung die ökonomisch und ökologisch sinnvollste Variante der Deponiegasbehandlung dar. Diese wird mit der Novellierung des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) ab Januar 2009 noch attraktiver.

Kann jedoch aufgrund der zu geringen Deponiegasmenge oder Gasqualität die wirtschaftliche Gasverwertung nicht durchgeführt werden, ist das aktiv erfasste Deponiegas sicher und kostengünstig zu behandeln. Hier wurde in den vergangenen Jahren die Anlagentechnik weiterentwickelt, so dass die bislang üblichen Mindestanforderungen des Anlagenbetriebes an die Gasqualitäten deutlich nach unten erweitert werden konnten.

Im vorliegenden Text werden kurz die zur Zeit zur Verfügung stehenden Gasbehandlungstechniken für aktive besaugte Mülldeponien und die erforderlichen Randbedingungen vorgestellt. Anschließend werden die Vorteile des Einsatzes einer HAASE-Schwachgasfackel zur Erhöhung der Entgasungssicherheit am Beispiel der Deponie Haferteich erläutert.

2 Entwicklung der Deponiegassituation

2.1 Deponiegasproduktion

Die Deponiegasproduktion läuft in verschiedenen Teilschritten ab. Im Rahmen der Deponienachsorge ist i.d.R. weniger der Beginn der Gasproduktion als vielmehr deren Abklingen relevant für die Auswahl der Gasbehandlungstechnik.

Nach dem Erreichen der stabilen Deponiegasproduktion entsteht Deponiegas mit 55 – 60 Vol.-% Methan und 40 – 45 Vol.-% Kohlendioxid sowie einer Anzahl Spurengasen. Das Maximum der Deponiegasproduktion wird, einen gleichmäßigem Schüttbetrieb vorausgesetzt, ca. 1 – 2 Jahre nach dem Ende der Müllablagerung erreicht. D. h. auch die bis Mitte 2005 mit signifikanten Müllmengen beschickten Deponien sollten das Maximum der Deponiegasproduktion bereits erreicht haben.

Auf fast allen Deponien sinkt nun (bei gleich bleibenden Randbedingungen) die Gasproduktion stetig. Die Änderungsgeschwindigkeit der Gasproduktion ist abhängig vom Gasbildungsmilieu. Wichtige Einflussfaktoren sind neben der Deponiekubatur und -exposition die Ausführung der Oberflächenabdichtung sowie daraus resultierend der Wassergehalt und der Wassertransport im bzw. durch den Deponiekörper.

Betriebserfahrungen auf deutschen Mülldeponien zeigen, dass für nicht abgedichtete Deponien eine Halbierung der Gasproduktion innerhalb von je 5 bis 8 Jahren zu erwarten ist. In Gebieten mit hohen und jahreszeitlich gleich verteilten Niederschlägen, z. B. in Nordwestdeutschland, kann der Abbau des Gasbildungspotentials schneller erfolgen, in Gebieten mit nur geringen Niederschlägen, z. B. im östlichen Brandenburg etwas langsamer.

Wird durch die Errichtung einer wasserundurchlässigen Abdichtung der Deponieoberfläche die Wasserzufuhr in den Müllkörper unterbrochen bzw. bei mineralischen Abdeckungen stark eingeschränkt, verlangsamt sich die Gasproduktion bis hin zur Mumifizierung, d.h. dem Aussetzen der Gasbildungsprozesse.

Im Allgemeinen gilt, dass für nicht abgedichtete Mülldeponien eine hohe maximale Gasproduktion und anschließend ein schnelles Absinken der Gasproduktion zu erwarten ist. Auf abgedichteten Mülldeponien ist die maximale Gasproduktion deutlich geringer, gleichzeitig ist die Änderungsgeschwindigkeit für die Gasproduktion klein, d. h. es ist über einen längeren Zeitraum Deponiegas in ähnlicher Größe zu erwarten.

Die Gasqualität ändert sich für das produzierte Deponiegas im Vergleich zur o. g. Gaszusammensetzung nicht bzw. erst zum Ende der biologischen Abbauprozesse, wenn die sehr schwer abbaubaren organischen Abfallbestandteile umgesetzt werden. Dann steigt die Methankonzentration noch einmal an und kann Werte von über 80 Vol.-% erreichen.

2.2 Erfassbare Deponiegasmenge/ Gasqualität

Die zu erfassende Gasmenge sollte in Menge und Qualität mit der Gasproduktion korrelieren. Jedoch zeigen Erfahrungen auf vielen aktiv entgasten Deponien, dass die erfassbare Gasmenge im Verhältnis zur erwarteten Abnahme der Gasproduktion sinkt, gleichzeitig jedoch die Gasqualität durch verstärkte Verdünnung des Deponiegases mit Luft schlechter wird. Da das Deponiegas in unveränderter Zusammensetzung entsteht, liegen die Ursachen für die Verschlechterung der Gasqualität bei der aktiven Entgasung im Gasfassungssystem selbst.

Häufig sinkt der Wirkungsgrad des Gasfassungssystems mit zunehmendem Alter der technischen Einrichtungen durch Funktionsstörungen einzelner Entgasungselemente. D.h. es können nicht mehr alle errichteten Gaskollektoren besaugt werden. Grund hierfür sind i.d.R. ungleichmäßige Setzungsprozesse im Müllkörper, durch die z. B. Gaskollektoren gestaucht/ geknickt/ abgeschert werden oder Rohrleitungen neue Tiefpunkte ohne Zwischenentwässerung aufweisen. In der Folge können einzelne Deponiebereiche nicht mehr optimal besaugt werden.

Die häufigsten Schäden treten im Bereich der Gassammelleitungen zwischen Gaskollektor und Gassammelstation auf. Diese sind im Rahmen der regelmäßigen Funktionsprüfung einfach festzustellen und z. B. durch das Neuverlegen von Rohrleitungen bzw. Rohrleitungsabschnitten relativ kostengünstig zu beheben.

Um auch bei sinkender Gasproduktion das Deponiegas aus allen Deponiebereichen zu erfassen, müssen die kollektorspezifischen Förderströme und damit die Druckverhältnisse bei der Entgasung gleich bleiben im Vergleich zu der Entgasung bei hoher Gasproduktion. Die Beibehaltung der kollektorspezifischen Förderströme führt dazu, dass mangels Deponiegas mehr Luft über die Deponieoberfläche bzw. gasgängige Ausgleichsschichten unterhalb von Oberflächenabdichtungen mit angesaugt wird. Dies führt zu einer Verringerung der Gasqualität.

Sowohl die erfassbare Gasmenge als auch die Gasqualität können optimiert werden, wenn das Gasfassungssystem regelmäßig funktionsgeprüft und ggf. instand gesetzt wird. In Einzelfällen kann auch das Errichten neuer Entgasungselemente (Gaskollektoren) sinnvoll sein.

2.3 Betriebserfahrungen

Die HAASE Energietechnik AG betreibt zur Zeit auf ca. 30 Deponiestandorten Anlagen zur Deponiegasverwertung/ -behandlung. Auf allen Standorten sinkt die Deponiegasproduktion. Das Anheben der erfassbaren Deponiegasmenge ist nur noch über den Anschluss bislang noch nicht aktiv entgaster Deponiebereiche an die Gasfassungssysteme möglich.

Mit zunehmendem Alter weisen die meisten der von HAASE betriebenen Gasfassungssysteme Schäden im Bereich der Gaskollektoren und der verbindenden Rohrleitungen auf, die zur Minderung der Entgasungswirksamkeit führen. Die Instandsetzung des Gasfassungssystems führt i.d.R. zu einer signifikanten Verbesserung der Deponiegassituation. An Standorten mit Deponiegasverwertung, an denen die Gasfassung nicht bautechnisch betreut wird, droht schnell die Unwirtschaftlichkeit der Gasverwertung.

3 Anlagentechniken für die Deponiegasbehandlung

3.1 Allgemeine Anforderungen

Die TA Siedlungsabfall schreibt die optimale Entgasung von Deponien und die nachfolgende qualifizierte Gasbehandlung vor.

Für die Deponiegasbehandlung stehen unterschiedliche Anlagentechniken zur Verfügung, deren Einsatz durch technische und wirtschaftliche Faktoren begrenzt wird. Die wesentlichen Kriterien für die Auswahl der Gasbehandlungstechnik sind¹:

- Aktuelles Gasdargebot (Deponiegasmenge und –qualität)
- Zeitliche Entwicklung des Gasdargebots
- Behördliche Anforderungen
- Genehmigungssituation
- Elektrotechnische Anbindung der Deponie
- Geplante bauliche Änderungen am Deponiebauwerk
- Betriebspersonal vor Ort

Die folgenden Grafiken zeigen die für die aktive Deponieentgasung zur Verfügung stehende Anlagentechnik:

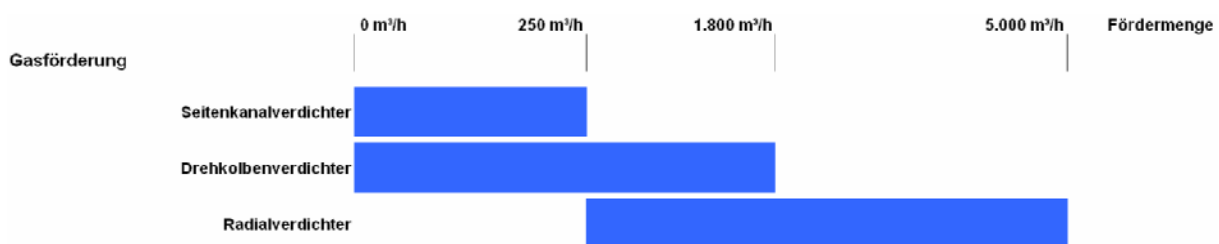


Abbildung 1: Einsatzbereiche für die Deponiegasförder- und Gasbehandlungstechnik

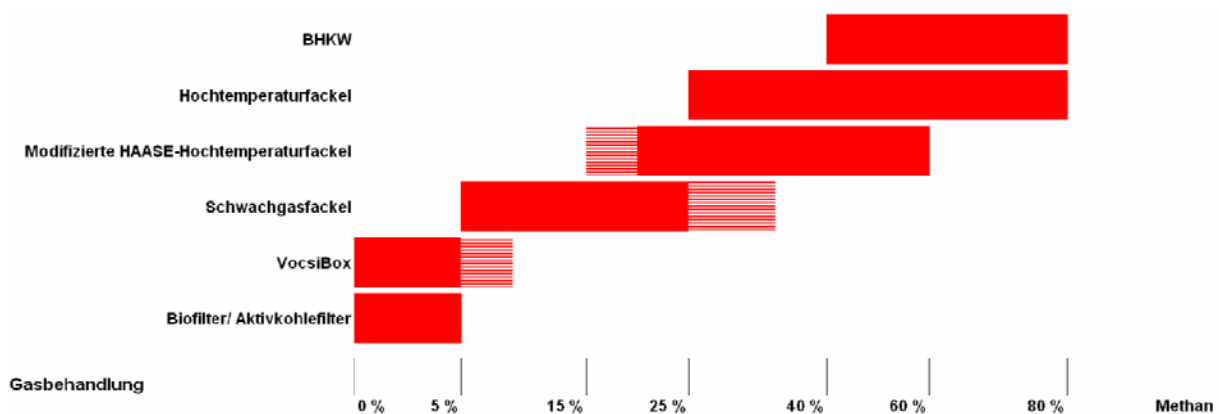


Abbildung 2: Einsatzbereiche für die Deponiegasbehandlungstechnik

¹ Es wird vorausgesetzt, dass die Deponie mit einem intakten und für die optimale Entgasung ausreichend dimensionierten Gasfassungssystem ausgestattet ist.

3.2 Deponiegasförderung

Die Deponiegasförderung erfolgt bei der aktiven Entgasung mittels Gasverdichtern. Zum Einsatz kommen vorwiegend Drehkolben-, Radial-, und Seitenkanalverdichter. Die Verdichter unterscheiden sich hinsichtlich der Verdichtungsleistung sowie der Investitions- und Betriebskosten. Aufgrund der verschiedenen Anforderungen der Gasbehandlungsanlagen an die Gasförderanlagen empfiehlt es sich, die Gasbehandlungsanlagen mit einer eigenen, jeweils optimal bezüglich Fördermenge, Druckverhältnissen und Anlagensteuerung/ -überwachung an die Behandlungstechnik angepassten Gasförderanlage auszurüsten. Diese Anlagen lassen sich einfach und kostengünstig installieren und ggf. durch neue Anlagen (anderer Größe oder Gasbehandlungstechnik) austauschen.

3.3 Deponiegasverwertung

3.3.1 Allgemeines

Aus wirtschaftlichen Überlegungen ist wenn möglich die energetische Verwertung des Deponiegases anzustreben. I.d.R. erfolgt die Gasverwertung durch die gasmotorische Nutzung in BHKW, wobei hier Stromerzeugung und –verkauf auf Grundlage des Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) im Vordergrund stehen.

Mit steigenden Primärenergiekosten erhöht sich das Interesse an der Abwärmenutzung von Gasbehandlungsanlagen. Die Abwärme von Gasmotoren bei der Deponiegasverstromung wird z.Zt. bereits genutzt, wenn es Wärmesenken (häufig zum Heizen von Gebäuden) in direkter Nähe zum Anlagenstandort gibt.

Durch den Preisanstieg für Erdöl und Erdgas verstärkte sich die Nachfrage nach anderen Primärenergieträgern wie z.B. Holz, Sekundärbrennstoffen etc., so dass vor allem durch Trocknungsprozesse neue Wärmesenken auf Deponiestandorten geschaffen werden können.

3.3.2 Einsatzgrenzen/ Genehmigungssituation/ Richtkosten

Für den Einsatz von Deponiegas-BHKW ist eine Mindestgasqualität notwendig. Eckpunkte bilden die Methankonzentration (ca. 40 Vol.-%) sowie die Höhe der im Gas vorhandenen Spurenstoffe. Die Methankonzentration bildet den wichtigsten Parameter, da das Unterschreiten des Grenzwertes die gasmotorische Verwertung unmöglich macht. Die zur Verfügung stehenden Anlagentechniken zur Verbesserung der Gasqualität (z.B. durch die Erhöhung der Methankonzentration) sind nach unseren Erfahrungen auf Deponien i.d.R. nicht wirtschaftlich zu betreiben. Das Überschreiten der Grenzwerte für die Spurenstoffe wird auf HAASE-Standorten i.d.R. durch die optimierte Betriebsführung der Anlagentechnik ausgeglichen.

HAASE Energietechnik betreibt Deponiegas-BHKW mit einer elektrischen Leistung von mindestens 150 kW auf den meisten Deponiestandorten mit entsprechendem Gasdarangebot wirtschaftlich. Das sich hier vor allem auf den zukünftigen Verlauf der Deponiegasproduktion beschränkende Risiko wird im Rahmen eines Betreibermodells durch den möglichen Austausch der BHKW-Module gering.

3.3.3 Betriebsbeispiel



Abbildung 3: Deponiegas-BHKW mit Gasverdichter (Kompaktanlage 143 kWel)

3.4 Deponiegasfackel

3.4.1 Allgemeines

Deponiegasfackeln kommen zum Einsatz, wenn die gasmotorische Gasverwertung aus Gründen der Wirtschaftlichkeit oder einer zu geringen Gasqualität (Methankonzentration dauerhaft < 40 Vol.-%) nicht möglich ist. Zudem sind viele BHKW-Anlagen aus Gründen der Redundanz mit Fackeln ausgerüstet.

Die in Kapitel 2 beschriebenen Veränderungen der erfassbaren Deponiegasmenge und Gasqualitäten können zu Problemen für den sicheren Fackelbetrieb führen. Der (thermische) Regelbereich von Hochtemperaturfackeln beträgt 1:5. Für eine Deponiegasfackel für maximal 500 Nm³/h Deponiegas mit 50 Vol.-% Methan beträgt die Mindestgasmenge bei gleicher Gasqualität 100 Nm³/h. Sinkt die erfassbare Deponiegasmenge unter diesen Wert, sinkt auch die Verbrennungstemperatur unter Grenzwert.

Wird die vorhandene Deponiegasmenge für die Fackel zu klein, muss die Fackelanlage gegen eine kleinere Fackelanlage ausgetauscht werden. Möglich ist hierbei der Umbau der bestehenden Fackel oder der Anlagenaustausch.

Der Anlagenumbau erfolgt i.d.R. durch die Reduzierung des Brennraumquerschnitts sowie den Austausch des Deponiegasbrenners. Für den Anlagenaustausch kommen wie bei den BHKW häufig containerisierte Kompaktanlagen zum Einsatz.

Wie bei der Wärmenutzung an Gasverwertungsanlagen wird auch bei Fackeln das im Deponiegas enthaltene Energiepotential mit zunehmenden Kosten für die herkömmlichen Primärenergieträger interessant. An vielen HAASE-Hochtemperaturfackeln kann die bei der Verbrennung freigesetzte Wärme durch das Nachrüsten von Wärmetauschern ausgekoppelt und anschließenden Prozessen zugeführt werden. Neu gebaute Fackeln können gleich entsprechend vorkonfiguriert werden.

3.4.2 Einsatzgrenzen/ Genehmigungssituation/ Richtkosten

Die Anforderungen an die Gasqualität für Fackelanlagen sind in obiger Grafik dargestellt, die aufgeführten Grenzwerte können nicht unterschritten werden.

Übliche Deponiegasfackeln können sicher betrieben werden ab einer Mindestmethankonzentration von 25 Vol.-% im Brenngas. Modifizierte Ausführungen der HAASE-Hochtemperaturfackeln erreichen einen erweiterten Arbeitsbereich bis 15 Vol.-% Methan. Die Fackelgrößen betragen zwischen 30 kW und 15.000 kW. Dies entspricht Deponiegasmengen zwischen 6 Nm³/h und 3.000 Nm³/h, bezogen auf 50 Vol.-% Methan im Brenngas.

Für die Beistellung und den Betrieb einer containerisierten Deponiegasverdichter- und Fackelanlage entstehen standortspezifische Kosten zwischen 20.000 – 35.000 €/a. Die Kosten umfassen i.d.R. alle für den langfristigen Betrieb und die Betriebsdokumentation erforderlichen Leistungen.

3.4.3 Betriebsbeispiel



Abbildung 4: Deponiegasverdichter- und Fackelanlage (750 kW_{th})

3.5 HAASE-VocsiBox®

3.5.1 Allgemeines

Die HAASE VocsiBox ist ein patentiertes, regenerativ thermisches Oxidationsverfahren (RTO), das ohne Katalysator arbeitet und daher auch als nicht katalytische Oxidation bezeichnet wird.

Die VocsiBox arbeitet mit einem Reaktorbett aus Hochtemperaturkeramik, das vor Beginn der Behandlung elektrisch vorgeheizt wird. Das zu reinigende Gas wird durch das Reaktorbett geleitet und dabei erwärmt. In der heißen Oxidationszone (ca. 1.000 °C) werden sämtliche organischen Inhaltsstoffe zu CO₂ und Wasserdampf umgewandelt.

3.5.2 Einsatzgrenzen/ Genehmigungssituation/ Richtkosten

Für die VocsiBox ist eine Mindestmethankonzentration von 0,3 Vol.-% bei einem für die Oxidation ausreichendem Sauerstoffanteil erforderlich.

Mit den gängigen VocsiBox-Größen können Methanmengen zwischen 2 m³/h und 40 m³/h behandelt werden d.h. es kann maximal eine originäre Deponiegasmenge von 70 – 80 m³/h behandelt werden.

Die Kosten für Gasverdichteranlagen mit einer VocsiBox für die Gasbehandlung sind anlagen- und standortspezifisch verschieden, sie liegen jedoch bezogen auf die zu behandelnde Methanmenge deutlich über den Kosten für eine Fackelanlage.

3.5.3 Betriebsbeispiel



Abbildung 5: HAASE-VocsiBox Altlast Barsbüttel (östlich Hamburgs)

4 HAASE--Deponieschwachgasfackel

4.1 Weiterentwicklung der Fackeltechnik

Niedertemperaturfackeln und Hochfackeln besitzen eine *flammenartige* Verbrennung, für die die bekannten Zündgrenzen UEG und OEG gelten.

Demgegenüber ist die für die VocsiBox genutzte nicht katalytische *flammenlose* Verbrennung ein Prozess mit sehr geringen Kohlenwasserstoffkonzentrationen und hohem Luftüberschuss außerhalb des üblichen Zündbereiches, der Prozess läuft deshalb flammenlos ab. Keramische Füllkörper dienen als Energiespeicher, der das Gas-Luft Gemisch auf ein hohes Temperaturniveau anhebt, auf dem die Oxydationsreaktionen dann stattfinden.

Die HAASE-Hochtemperaturfackel ist eine Anlagentechnik zwischen den o. g. Techniken. Die keramisch ausgekleidete Brennkammer stellt einen isothermen Bereich dar, in dem ein hohes Temperaturniveau herrscht. In den vorherrschenden Randbedingungen gelten die bekannten Zündgrenzen nicht mehr. Die Mindestanforderungen an das Brenngas können gesenkt, der Arbeitsbereich gegenüber der üblichen Fackeltechnik erweitert werden.

Bei der HAASE-Schwachgasfackel wird zusätzlich zur keramischen Brennkammer der Hochtemperaturfackel die Verbrennungsluft durch Wärmerückführung aus dem Abgas vorgewärmt, so dass die Mindestanforderungen an das Brenngas weiter gesenkt und der Arbeitsbereich einer HAASE-Schwachgasfackel gegenüber der Hochtemperaturfackel nochmals signifikant ausgedehnt werden kann.

In der folgenden Abbildung 6 sind Verbrennungsprozesse für eine HAASE-Hochtemperaturfackel und eine HAASE-Schwachgasfackel dargestellt. Beide Anlagen unterscheiden sich im Wesentlichen durch einen Abgas/ Luftwärmetauscher, der ergänzend für die HAASE-Schwachgasfackel berücksichtigt wird.

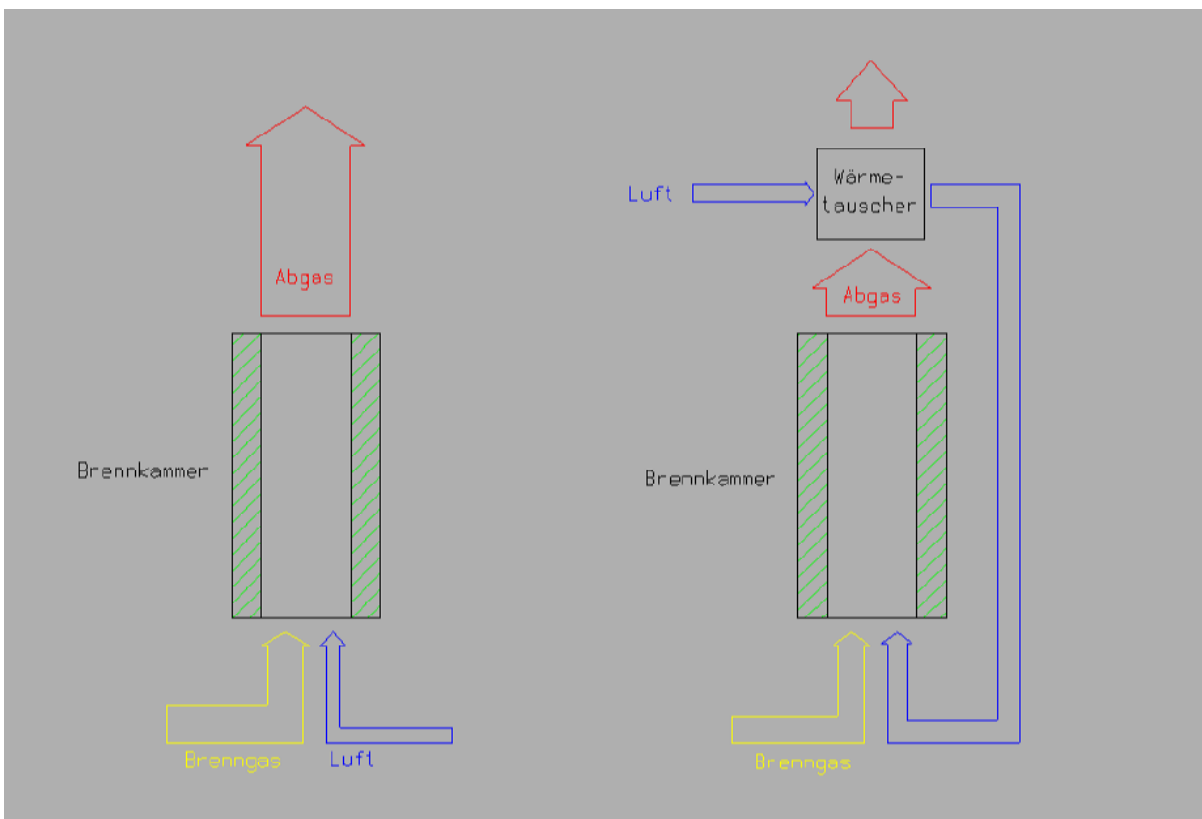


Abbildung 6: Prinzipdarstellung einer HAASE-Hochtemperaturfackel und einer HAASE-Schwachgasfackel

In dem Wärmetauscher wird die Verbrennungsluft durch das heiße Abgas auf bis zu 500 °C vorgewärmt und ermöglicht so die Erweiterung des Arbeitsbereiches.

Abbildung 7 zeigt beispielhaft den Zusammenhang zwischen der Verbrennungslufttemperatur und der Abgastemperatur bei einem Lambda von 1,5. Die Abgastemperatur wurde idealisiert, Wärmeverluste nicht berücksichtigt.

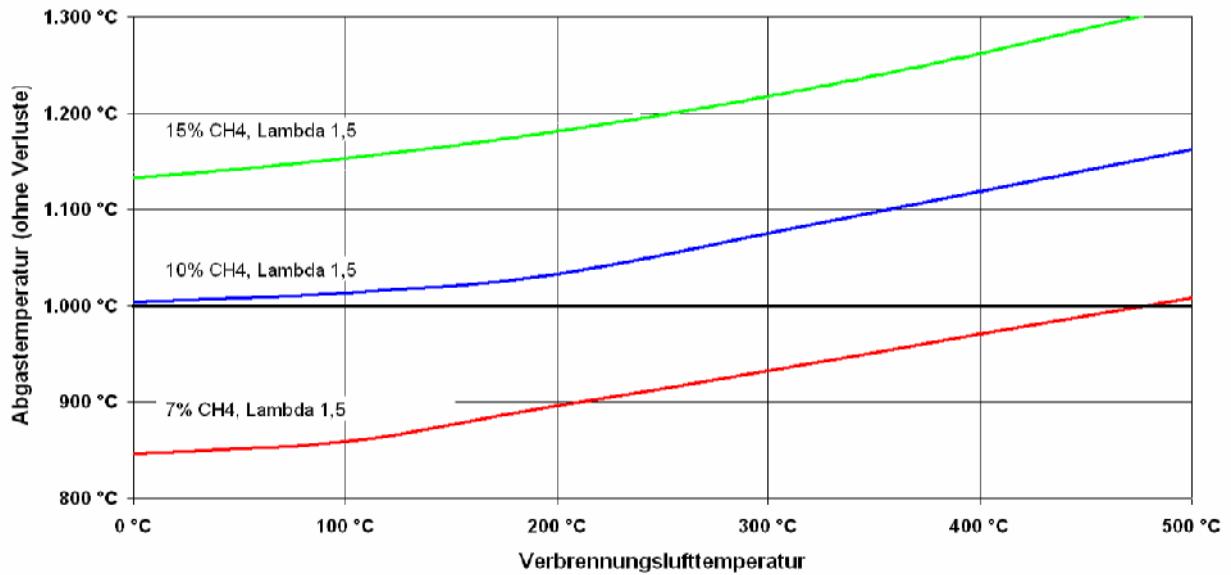


Abbildung 7: Zusammenhang zwischen Verbrennungsluft- und Abgastemperatur

Die HAASE-Schwachgasfackel ermöglicht die nahezu vollständige Oxidation von Deponie-Schwachgasen mit Methangehalten niedriger als 15 Vol.-%. Die chemische Oxidation des Methans und Sauerstoffs zu Kohlendioxid und Wasser findet dabei wie in der VocsiBox flammenlos innerhalb des Brennkammervolumens statt.

4.2 Wärmerückgewinnung

In der Regel erfolgt die thermische Verbrennung autotherm ohne Zusatzenergie. Bei niedrigem Energiegehalt des Deponiegases, ist eine Verbrennung mit Zusatzenergie möglich (z.B. Erdgas- oder Propanbrenner). Alternativ kann durch den Einsatz von Wärmerückgewinnungssystemen bereits bei geringeren Rohgaskonzentrationen eine autotherme Verbrennung erreicht werden. Die Fackeln sind mit einem innovativen Hochtemperatur-Wärmetauscher ausgestattet. Durch die modulare Bauweise der Fackeln kommt der Wärmetauscher bei Methangehalten unter 15 - 20 vol. % zum Einsatz.

4.3 Anforderungen der TA-Luft

Durch den Wärmetauscher ist eine Verbrennung auf hohem thermischen Niveau von 1000 °C ohne Zusatzenergie ermöglicht. Der Ausbrand des Deponiegases von mindestens 99,9 % der oxidierbaren organischen Bestandteile wird durch eine Verweilzeit von mindestens 0,3 Sekunden in der Brennkammer gewährleistet. Mit diesen Voraussetzungen kann mit einer Schwachgasfackel die TA-Luft auch für Deponieschwachgas mit mindestens 10 Vol. % Methan eingehalten werden.

4.4 Einsatzgrenzen/ Genehmigungssituation/ Richtkosten

Mit der in der Entwicklung der HAASE-Deponieschwachgasfackel steht eine ergänzende Anlagentechnik zur Verfügung, die Deponiegas mit deutlich geringerem Heizwert als eine Hochtemperaturfackel behandeln kann, jedoch bezüglich der Investitions- und Betriebskosten gegenüber einer VocsiBox optimiert wurde.

Die Kosten für die Beistellung und den Betrieb einer Schwachgasfackelanlage sind nur wenig höher als für eine Fackelanlage.

Der Gasbehandlungsprozess in einer Deponieschwachgasfackel ist vergleichbar mit den Prozessen in einer Hochtemperaturfackel, demnach haben die gleichen Genehmigungsanforderungen Gültigkeit. Auch für künftige Anlagen rechnen wir mit vergleichbaren Anforderungen wie für herkömmliche Fackelanlagen.



Abbildung 8: HAASE-Schwachgasfackel im Werk Neumünster

5 Die HAASE-Schwachgasfackel auf der Deponie Haferteich

5.1 Deponie Haferteich

Die Deponie Haferteich ist eine stillgelegte Siedlungsabfalldeponie im Landkreis Rendsburg-Eckernförde (Schleswig-Holstein), die mit einer Oberflächenabdichtung versehen wurde. Für die Deponiegasfassung steht ein Gasfassungssystem aus 15 vertikalen Gaskollektoren zur Verfügung.

Direkt an den Deponiekörper angrenzend befindet sich auch nach Ende des Ablagerungsbetriebes ein Wertstoffhof einschließlich der erforderlichen befestigten Verkehrsflächen und Betriebsgebäude sowie weitere befestigte Betriebsflächen des lokalen Müllentsorgers, die vorwiegend für das Zwischenlagern von Müllbehältern, Containern etc. genutzt werden.

In der Deponie findet weiterhin die Bildung von Deponiegas statt. Für die Deponiegasförderung und –behandlung wurde durch die HAASE Energietechnik AG seit 2002 eine Deponiegasverdichter- und Hochtemperaturfackelanlage vorgehalten und betrieben. Ziel der Entgasung ist neben der ökologisch zu begründeten Vermeidung der Gasemission die sichere Ableitung und Behandlung der Deponiegase zur Sicherung der Gasfreiheit im Bereich der angrenzenden Betriebsflächen.

Aufgrund stark schwankender und häufig schlechter Deponiegasqualitäten im abgesaugten Gas konnte die Hochtemperaturfackel nur intermittierend betrieben werden. Wurde die Deponie jedoch zeitweise nicht entgast, konnte die Migration geringer Mengen an Deponiegas unter die Betriebsflächen des Wertstoffhofes nachgewiesen werden.

5.2 Betrieb einer Hochtemperaturfackel bis Dezember 2006

Die bis Ende Dezember 2006 am Standort der Deponie Haferteich betriebene Hochtemperaturfackel konnte anfangs nur Deponiegas mit einer Mindestmethankonzentration von 25 Vol.-% sicher behandeln.

Die Deponiegasqualität unterlag jedoch vor allem bei stark schwankenden Luftdruckverhältnissen sehr starken Schwankungen. Die Methankonzentration konnte ohne Veränderung der kollektorspezifischen Absaugsituationen zwischen 15 und 45 Vol.-% schwanken. Dabei waren wie auf einer Vielzahl von Deponien hohe Methankonzentrationen bei fallendem Luftdruck und geringe Methankonzentrationen bei steigendem Luftdruck nachzuweisen.

Die Anlagenverfügbarkeit der Hochtemperaturfackel lag bei unter 60 %, maßgeblich verursacht durch die zu geringe Deponiegasqualität.

Aufgrund der Anforderungen einer Schutzentgasung an den Anlagenbetrieb wurden Lösungen zur Ausweitung des Arbeitsbereiches der installierten Anlagentechnik gesucht, in deren Ergebnis die HAASE-Deponieschwachgasfackel als Prototyp auf der Deponie Haferteich installiert wurde.

5.3 Einsatz der Deponieschwachgasfackel ab Januar 2007

5.3.1 Anlagentechnik

Die Schwachgasfackel hat eine Gesamtfeuerungsleistung von 180 kW und deckt einen Regelbereich von 5:1 ab, somit lassen sich Absaugleistungen zwischen 35 und 180 m³/h erzielen.

5.3.2 Betriebsergebnisse

Die grundsätzliche Funktionsweise der HAASE-Schwachgasfackel ist im Punkt 4 dargestellt. Die Schwachgasfackel wurde im Januar 2007 installiert und probetrieben. Im Rahmen des Probetriebes konnten die folgenden Betriebszustände nachgewiesen werden:

Maximale Methankonzentration	kein Grenzwert
Minimale Methankonzentration	8 Vol.-%
Maximale Feuerungsleistung	180 kW
Minimale Feuerungsleistung	40 kW
Thermische Arbeitsbereich	1:4,5
Hydraulischer Arbeitsbereich	ca. 1:10
Methanbedingte Anlagenstillstände in 2006	ca. 40 %
Methanbedingte Anlagenstillstände in 2007	15 %
Methanbedingte Anlagenstillstände in 2008	2 %
Anlagenverfügbarkeit in 2008	92 %

Durch den Einsatz der HAASE-Deponieschwachgasfackel konnte die Anlagenverfügbarkeit signifikant erhöht werden. Für das Jahr 2007, in dem die Anlagentechnik getestet und optimiert wurde, betrug sie 81 %, für das aktuelle Betriebsjahr 92 %.

5.3.3 Ausblick

Die Betriebsergebnisse für die HAASE-Deponieschwachgasfackel auf der Deponie Haferteich zeigen, dass mit der Entwicklung dieser Anlagentechnik nun eine Deponiegasbehandlungstechnik zur Verfügung steht, die die Vorteile geringer Investitions- und Betriebskosten sowie den einfachen Betrieb einer Hochtemperaturfackel vereint mit dem weiten Arbeitsbereich und der dadurch hohen Anlagenverfügbarkeit auch bei schlechten Gasqualitäten, die bislang nur die VocsiBox als RTO-Anlage auszeichneten.

Für Deponien mit längerfristig 15 Vol.-% Methan und mehr ist der Einsatz modifizierter Hochtemperaturfackeln ausreichend. Sind Methankonzentrationen < 15 Vol.-% zu erwarten und ist das Gas trotzdem kontinuierlich und sicher zu behandeln, dann kann die HAASE-Deponieschwachgasfackel zum Einsatz kommen.

5.3.4 Auswirkungen auf den HAASE-Anlagenpool

Aufgrund der Betriebserfahrungen bei der Entgasung der Deponie Haferteich sowie der aktuellen Marktlage im Bereich von Deponieentgasungsanlagen wurde ein Teil der HAASE-eigenen Deponiegasförder- und Hochtemperaturfackeln modifiziert, so dass nun mit dieser Anlagentechnik Deponiegas bis zu einer Mindestmethankonzentration von 15 Vol.-% sicher behandelt werden kann. Mit dieser Maßnahme konnten wir die Anlagenverfügbarkeiten auf vielen Deponiestandorten erheblich erhöhen.

6 Zusammenfassung

Die Deponiegassituation auf Siedlungsabfalldeponien verändert sich stetig. Aufgrund des Ablagerungsendes für unbehandelte Siedlungsabfälle sinkt die Gasproduktion auf fast allen Deponien. Der zeitliche Verlauf der qualitativen und quantitativen Veränderungen ist jedoch standortspezifisch. Erfahrungen auf von der HAASE Energietechnik AG betriebenen Deponien zeigen, dass mit einer Halbierung der zur Verfügung stehenden Deponiegasmenge ca. alle 5 bis 8 Jahre zu rechnen ist.

Für die zeitlich veränderten Deponiegasmengen und -qualitäten stehen verschiedene Gasbehandlungstechniken zur Verfügung. Am Markt durchgesetzt haben sich für alle Gasbehandlungstechniken containerisierte, mobile Anlagen, die entsprechend der Entwicklung der Gassituation ausgetauscht und angepasst werden können.

Als Reaktion auf häufiger auftretende schlechte Deponiegasqualitäten mit Methankonzentrationen deutlich kleiner 25 Vol.-% hat die HAASE Energietechnik AG eine Deponieschwachgasfackel entwickelt und den Prototyp seit Anfang 2007 auf der Deponie Haferteich in Betrieb.

Die HAASE-Schwachgasfackel ermöglicht am Standort Deponie Haferteich die Behandlung von Deponiegas mit Methankonzentrationen > 8 Vol.-%. Möglich wird dies durch die Optimierung der Fackelkomponenten Brennkammer und Brenner sowie die Verbrennungsluftvorwärmung.

Durch den Einsatz der Schwachgasfackel konnten die brenngasbedingten Anlagenausfallzeiten signifikant gesenkt und die Qualität der als Schutzentgasung durchgeführten Deponieentgasung damit erhöht werden.

Mit der HAASE-Schwachgasfackel steht nun eine Gasbehandlungstechnik zur Verfügung, die die vorhandene Lücke zwischen der Hochtemperaturfackel und der VocsiBox schließt.

7 Literatur

G. Rettenberger (Hrsg.), 1995, Betriebsleiterhandbuch Deponiegas.

K.-U. Heyer, K. Hupe, R. Stegmann, 2002, Technische Umsetzung und Kosten der in-situ Stabilisierung mit dem AEROflott-Verfahren: Erfahrungen auf den Altdeponien Kuhstedt, Amberg und Milmersdorf, Deponietechnik 2002,

R. Kahn, 2005, Was tun mit Deponieschwachgas

R. Kahn, 2002, Ergebnisse eines BMBF-Forschungsvorhabens zur MBA-Abluftreinigung

W. Butz, 1997, Klimarelevanz von Deponiegasemissionen, Trier

L. Kügler, 2006, Schwachgasverbrennung, Ludwigsburg

Anschrift der Verfasser

Dipl.-Ing. Axel Ramthun
HAASE Energietechnik AG
Gadelander Straße 172
D-24531 Neumünster
Telefon +49 4321 878 322
Email: axel.ramthun@haase.de
Website: www.haase-energietechnik.de

Dr. Falk Karstens
HAASE Energietechnik AG
Gadelander Straße 172
D-24531 Neumünster
Telefon +49 4321 878 216
Email: falk.karstens@haase.de
Website: www.haase-energietechnik.de