

LANDFILL GAS EXTRACTION SYSTEMS AND UTILISATION IN HUNGARY PUSZTAZAMOR LANDFILL SITE OF FKF ZRT. BUDAPEST

WOLFGANG H. STACHOWITZ*, GÁBOR EÖRSI-TÓTA**

* *DAS - IB GmbH – Flintbeker Str. 55, D-24113 Kiel*

** *ERBE ENERGETIKA Kft. – Budafoki út 95., H-1117, Budapest*

SUMMARY: Die Deponie von Pusztázámor ist die grösste Hausmülldeponie in Ungarn, die nach dem neuesten Stand der Technik im Jahre 2000 errichtet wurde. Der Hausmüllleinbau begann im Jahre 2000 und soll vorraussichtlich bis zum Jahre 2025 ausreichen. Im ersten von 3 Einbauabschnitten wurde in einer Sektion eine Gasabsauganlage mit Gasverdichterstation und Fackelanlage im Herbst 2006 in Betrieb genommen um die Auslegung der endgültigen Gasnutzungsanlage bezüglich der Gasmenge und Gasqualität zu dimensionieren. Nach bereits ca. 6 monatigen Probetrieb zeigte sich, dass die Gasqualität für die gasmotorische Nutzung – sogar nach der strengen deutschen TA – Luft 2002 – geeignet ist, jedoch die üblichen westeuropäischen Gasprognosemodelle sich in Ungarn nicht 1:1 übertragen lassen. Die konservativen Auslegungen und Berechnungen werden in der Gasmenge vermutlich um den Faktor „1,5 bis 2“ übertroffen. Gründe sind u.a. das mildere Klima und höhere Wassereinträge in den Deponiekörper. Wie sich dies auf den zeitlichen Verlauf der Gasproduktion auswirken wird bleibt abzuwarten.

1. EINLEITUNG

Der Autor Wolfgang H. Stachowitz kam im Übrigen durch seine Suche nach Deponien, die als Kyoto-Mechanismus Projekte (Clean Development Mechanism Projekte) finanziert werden könnten, im Jahre 2004 / 2005 auf die Deponie Pusztázámor und zeitgleich suchte die Betreiberin (Budapester Stadtreinigungsbetriebe - Fővárosi Közterület-fenntartó FKF Zrt.) nach geeigneten Planungsbüros mit langjährigen Erfahrungen für die gastechische Betreuung sowie Hilfestellungen zur Umsetzung der Entgasung in diesem Bereich. Ostern 2005 wurde dann die gemeinsame Zusammenarbeit gestartet.

Die Deponie Pusztázámor wurde erst mit einer Grundfläche für die Abfallablagerung von rund 18 ha im Jahr 2000 in Betrieb genommen. Die zukünftige gesamte Deponieeinbaufläche ist in drei Abschnitten mit je vier Sektionen aufgeteilt (vergl. Bild 1 bis 3).

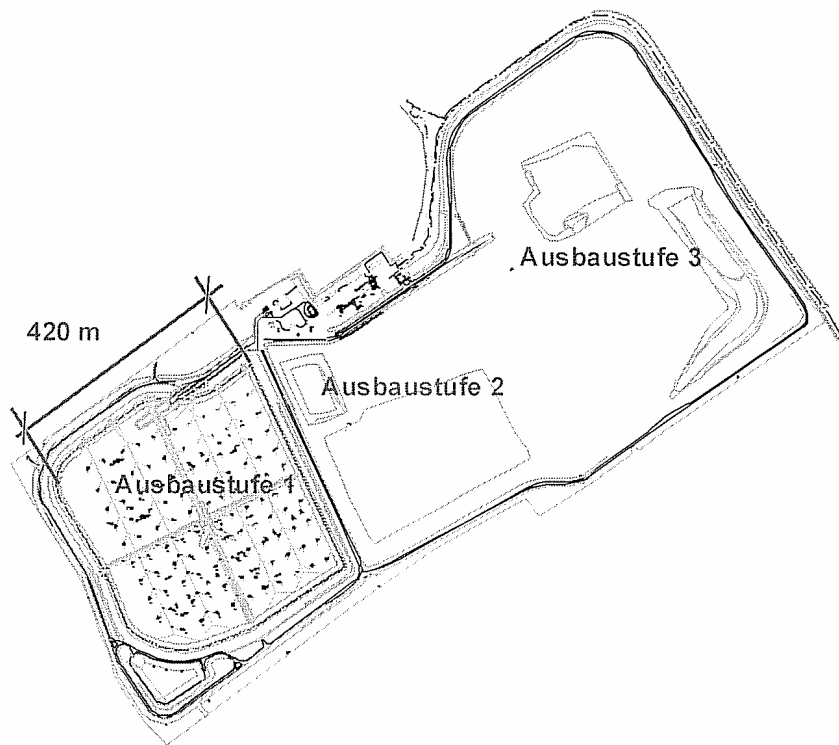


Bild 1. Ausbaustufen / Einbauabschnitte

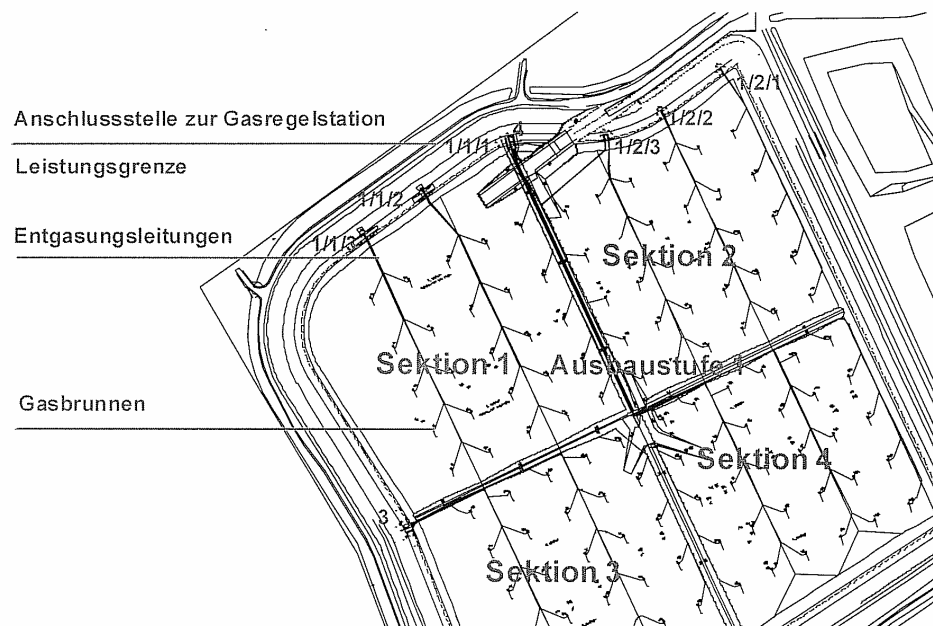


Bild 2. 4 Sektionen im Abschnitt 1



Bild 3: Luftbild während des Deponiebaus im Jahre 2000

Betrieben wird die Deponie von den Budapester Stadtreinigungsbetrieben (FKF Zrt.); jährlich werden etwa 350.000 t Restmüll, überwiegend aus der Stadt Budapest, abgelagert. Die Deponie entspricht mit einer Kombidichtung als Deponiebasisabdichtung hinsichtlich der geologischen und hydrogeologischen Ausführung dem Stand der Technik. Im Zuge des Baus der Deponiebasisabdichtung wurden Deponiegasbrunnen und –leitungen für eine Deponiegasabsaugung von unten errichtet.



Bild 4: Luftbild während des ersten Müllleinbaus im Jahre 2000 mit den Gasbrunnen

Die im Jahre 2000 ausgeführte Gasbrunnenvariante mit einer kurzfristig greifende kontinuierlichen Gasabsaugung von unten, zeigte sich dann später in den Gasabsaugversuchen im Jahre 2006 als sehr anfällig für Kondensateinstauungen im Deponiekörper.



Bild 5: Gasbrunnen für die horizontale Basisabsaugung im Jahre 2001

Table 1. Auslegungen der Deponie Pusztazámor

		Ausbaustufe 1	Ausbaustufe 2	Ausbaustufe 3	Gesamt
Deponie-Basisfläche	ha	18,4	14,2	21,7	54,3
Schüttvolumen (ohne Oberflächeabdichtung)	Mio.m ³	4,6	4,5	6,2	15,3
Restmüllmenge	Mio.t	2,9	2,8	3,9	9,6
Schüttungshöhe	m	65	65	71	
Inbetriebnahme		2000	2010	2017	

2. Umsetzung des Absaugversuches zur Überprüfung der Gasprognosemodelle und der Gasabsaugung über die Deponiebasis

Ab Ostern 2005 wurden die Regularien für die Vertragsgestaltungen zwischen der Betreiberin der Deponie der Fővárosi Közterület-fenntartó (FKF Zrt.), den beteiligten ungarischen Planungsbüros und der DAS – IB GmbH gefunden und vereinbart. Im Juni 2005 wurden die ersten Verträge zwischen der FKF und DAS – IB mit dem Ziel, auf Basis der vorliegenden Gasprognosen und der installierten Basisgasabsaugung, eine maschinentechnische Anlage für die Sektion 4 bestehend aus:

- * einer Gassammelstation mit 16 Gasbrunnenanschlüssen

- * Kondensatschacht

zum Kauf und der Anmietung

- * einer 500 m³/h (ca. 2, 5 MW_{th} Feuerungsleistung) Gasverdichterstation mit Hochtemperaturfackel abgeschlossen.

Die DAS – IB GmbH war für die Maschinentechnischen Anlagen zuständig und das ungarische Büro MÉLYÉPTEKV KOMPLEX MÉRNÖKI Rt. übernahm die Arbeiten für die Anschlüsse an die bestehenden Gasbrunnenleitungen, die Elektroversorgung und die zu erstellenden Außenanlagen am geplanten Aufstellort der Sektion 4.



Bild 6: Projektierter Aufstellungsort der maschinentechnischen Anlage für die Sektion 4

Die Ausschreibungen wurden im Herbst 2005 erstellt, die Auswertungen erfolgten um die Jahreswende 2005 / 2006 und die Bietergespräche konnten somit im Februar 2006 durchgeführt werden. Nach einer intensiven Prüfung und Auswahl erfolgte eine Generalunternehmervergabe an die ERBE ENERGETIKA Kft. im März 2006. Die wesentlichen Hauptunterlieferanten sind die Pro2 – Anlagentechnik GmbH für die Gasverdichterstation und Hochtemperaturfackel und die HEERS & BROCKSTEDT UMWELTTECHNIK GmbH für die Gassammelstation und den Kondensatschacht.



Bild 7: Vertragsunterzeichnungen am 29. III. 2006

Im Juli / August 2006 erfolgten dann die Installationen, die Inbetriebnahme und die Einschulung des Betreiberpersonals zum Betrieb der Gasfassungs- und Gasentsorgungsanlage auf der Deponie Pusztažámor.



Bild 8: Bauphase im Juli und August 2006

Parallel zur Inbetriebnahme erfolgten durch DAS – IB die Einschulung des Betreiberpersonals und die notwendigen Optimierungen des Gasfassungssystems und die ersten FID – Messungen des Deponiekörpers und der Randbereiche. Ziel dieser einwöchigen Einschulungen war, dass das Betriebspersonal in die Lage versetzt wird, eigenverantwortlich den Betrieb und die notwendigen Messungen an der Gasanlage selbstständig durchzuführen. Neben der FID – Messung wurde Wert auf die Ermittlung der Rohgaswerte: CH₄, CO₂ und Sauerstoff sowie der Gastemperatur und des Gasabsaugdruckes gelegt. Die FKF legte nicht nur Wert auf eine umfangreiche Einschulung, sondern kaufte auch alle notwendigen Messgeräte zur Durchführung dieser Arbeiten incl. der notwendigen Personenschutzmeßgeräte. Seit September 2006 führt nun die FKF durch eigenes Personal diese Messungen durch. Die Begleitung und Auswertung erfolgt parallel durch DAS – IB als Kontrollinstanz. Zum Abgleich und der notwendigen Diskussion der Daten und Informationen sowie zum Erfahrungsaustausch finden monatlich regelmäßig Treffen auf der Deponie zwischen allen Beteiligten vom Auftraggeber über den Generalunternehmer bis zum Planungsbüro statt. Auf diesen Treffen werden auch die weiteren Schritte zum weiteren Ausbau der Deponieentgasung und deren notwendiger Ausführung diskutiert. Ferner wurden im ersten halben Betriebsjahr noch zwei Rohgasuntersuchungen von einem unabhängigen Labor auf die Gasbegleitstoffe: F, Cl, \sum Si und S durchgeführt, um eine Aussage für einen wartungsarmen Deponiegasmotorenbetriebes abzuschätzen. Bis zum Jahresende 2007 ist geplant, die Gasfassung durch neue Gasbrunnenbohrungen zu optimieren und die Anlagenausbaugröße für die Verdichterstation und Hochtemperaturfackel um 1000 m³/h zu vergrößern.



Bild 9: Messungen und Optimierungen in der Testphase der Entgasung

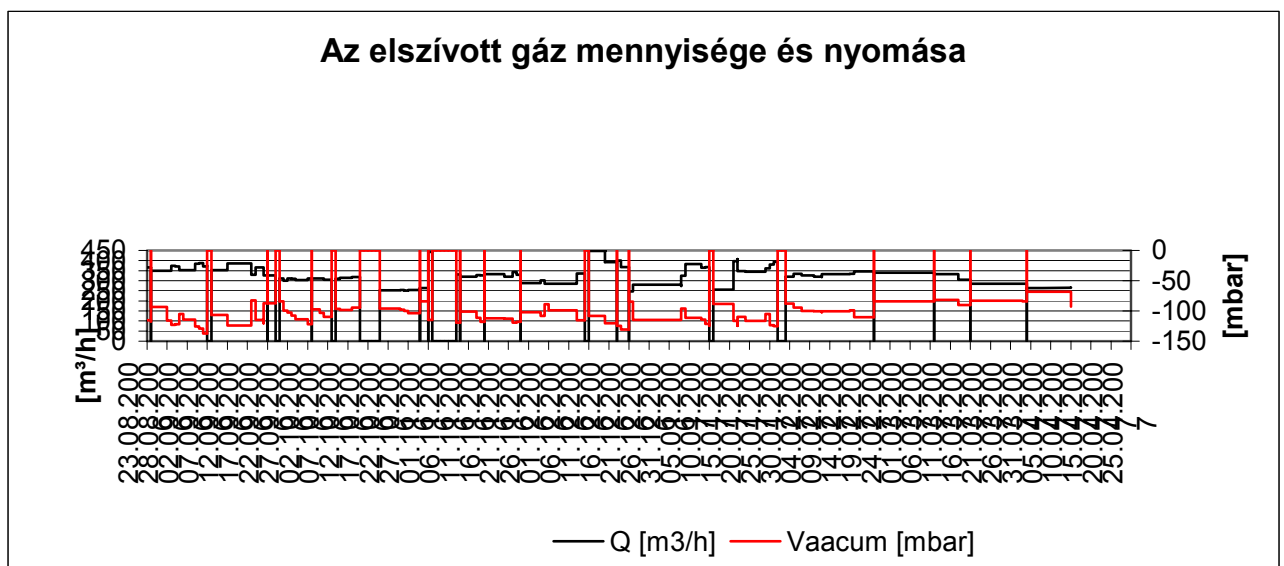


Diagramm 1: Begleitende Versuchsauswertungen, hier: Gasmenge und Gasunterdruck

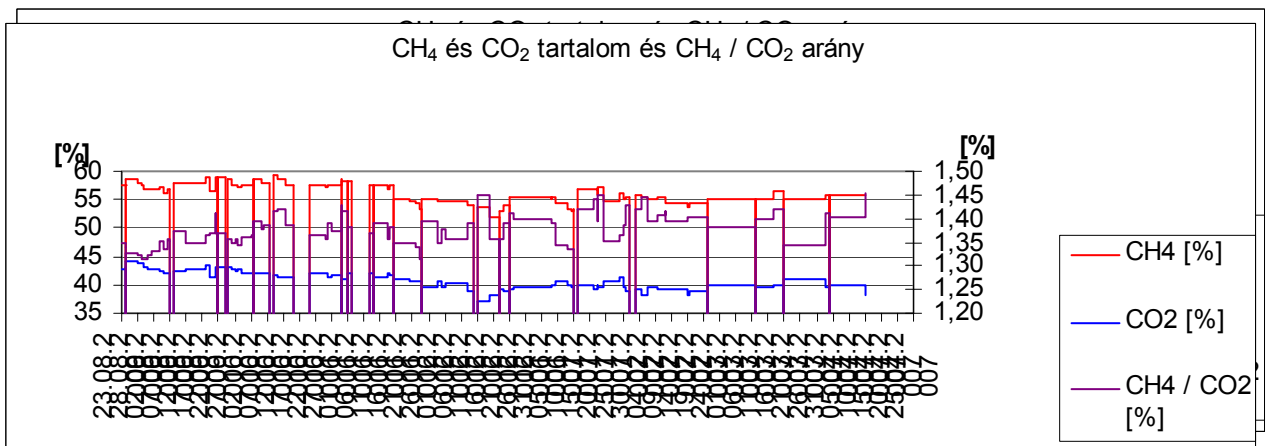


Diagramm 2: Begleitende Versuchsauswertungen, hier: CH₄ und CO₂ – Gehalt im Rohgas

3. Auswertungen / Feststellungen und weitere Schritte

Folgende Gegebenheiten wurden nach ca. einem halben Jahr Probebetrieb festgestellt:

- * Die installierte maschinentechnische Anlage ist zu klein, sowohl in der Gasmenge, wie auch in der Feuerungsleistung und in der Auslegung für die notwendigen Absaugunterdrücke, obwohl die besaagte Basisfläche nur ca. 4,5 ha und die abgelagerte Restmüllmenge in den vergangenen 6 Jahren ca. 500.000 t betragen.
- * Die benutzen Gasprognosemodelle berücksichtigen zu wenig die Klimabedingungen am Standort bzw. die Auswirkungen des Klimaeffektes (warmer Winter, viel Regen)
- * Die Gasabsaugung von unten ist nicht effektiv genug – es gibt bereits nach ca. 6 Jahresmülleinbaubetrieb Wasserlinsen bis zu 8 m im Deponiekörper.
- * Die Gasaustrittstemperaturen von den Gasbrunnenleitungen zum Eintritt in die Gassammelstation betragen nur $< 20^{\circ}\text{C}$.
- * Das Deponiegaskondensat im Kondensatschacht schäumt und gelangt zu der Absauganlage, wo es zu Abschaltungen führt.
- * Die wärmeren klimatischen Bedingungen müssen bei dem endgültigen Bau der Gasabsauganlage und dem späteren BHKWs berücksichtigt werden



Bild 10: Maschinentechnische Anlage im Frühjahr 2007

Parameter, row gas		concentration	
		September 2006	March 2007
Sauerstoff O ₂	Vol %	0,7	0,9
Stickstoff N ₂	Vol %	3,6	4
Stickstoff, luftfrei	Vol %	1	
Methan CH ₄	Vol %	54,4	54
Methan, Luftfrei	Vol %	56,3	
Kohlendioxid CO ₂	Vol %	41	40,2
Kohlendioxid, luftfrei	Vol %	42	
Gesamtchlor \sum Cl	mg/m ³	11,5	19
Gesamtflour \sum F	mg/m ³	15	11
Gesamtschwefel \sum S	mg/m ³	110	25
Hexamethyldisiloxan	mg/m ³	0,21	1,27
Hexamethylcyclotrisiloxan	mg/m ³	<0,19	< 0,57

Octamethyltrisiloxan	mg/m ³	<0,06	< 0,18
Octamethylcyclotrisiloxan	mg/m ³	0,42	< 3,31
Decamethyltetrasiloxan	mg/m ³	<0,08	< 0,18
Decamethylcyclopentasiloxan	mg/m ³	0,11	0,99

Tabelle 4. Rohgasanalysen nach Schadstoffen für die gasmotorische Nutzung

Aufgrund der durchgeführten Rohgasanalysenergebnisse kann die Aussage erfolgen, daß das Deponiegas der Deponie Pusztázámor für die Nutzung in Gasmotoren derzeit geeignet ist.

Schlussbemerkung:

Invasation to Budapest - Hungary

Everyone stays longer in Hungary than planned...

Romans

for 400 years,

Ottomans

for 150 years,

Soviets

for 45 years

I

for over 2 years now



Danksagung

The Authors wish to thank Mr. Hortobágyi József, Mr. Mile Gábor and Mr. Mészáros Ákos. for their valuable help in the work.

REFERENCES

- DAS – IB GmbH (Hrsg.), Tagungsbuch "High noon ... höchste Zeit zu handeln", 2005, ISBN – Nr.: 3-938775-01-7
- ERBE ENEGETIKA Kft. (2005) Pusztazámori Hulladéklerakó, Depóniagáz Mérési Metodika
- Fővárosi Közterület-fenntartó Zrt. Részvénytársaság. (2001) Pusztazámori Regionális Hulladéklerakó Központ
- Hortobágyi, József, Fővárosi Közterület-fenntartó Zártkörűen Működő Részvénytársaság (2004) Aufgabenstellung für die ingeniertechnische Auslegung der Deponiegasentsorgungsanlage in Pusztazámor/Ungarn
- Hortobágyi, József, Stadtreinigungsbetriebe Budapest. Vortrag über die Lösungen zur integrierten Abfallwirtschaft in Budapest. Abfallwirtschaftskongress in Wien 2001.
- Stachowitz, Wolfgang Horst, DAS – IB GmbH, 15 years of experience in the field of landfill gas disposal: standards, problems, solutions and procedures, Eighth International Waste Management and Landfill Symposium 2001
- Stachowitz, Wolfgang Horst, DAS – IB GmbH, Carbon trading with landfill gas (LFG) and carbon credits; Ji and CDM projects, Tenth International Waste Management and Landfill Symposium 2005
- Stachowitz, Wolfgang Horst, DAS – IB GmbH, Biogas- und Deponiegashandbuch, 6. Auflage 2007, ISBN – Nr.: 3-88312-296-3