

Landeshauptstadt Magdeburg - Der Oberbürgermeister -		Datum 08.03.2004
Dezernat I	Amt SAB	

I N F O R M A T I O N

I0088/04

Beratung	Tag	Behandlung
Der Oberbürgermeister	13.04.2004	nicht öffentlich
Betriebsausschuss SAB	20.04.2004	öffentlich

Thema: Deponie Hängelsberge - Deponiegasverwertung

Entsprechend den gesetzlichen Bestimmungen und den abfallrechtlichen Genehmigungen wurde auf dem Altkörper und auf den Teilfeldern 1b und 2a der Deponie Hängelsberge (Neudeponie) ein Deponiegasfassungssystem installiert.

Die Gasfassung der Teilfelder 1b und 2a wurde im Herbst 2003 an die bestehende Gasverdichter- und Fackelanlage angeschlossen.

Aus dem Altkörper, als auch aus der Neudeponie werden derzeit Deponiegasmengen von ca. je 140 m³/h mit unterschiedlicher Gasqualität (Methangehalt) abgesaugt und über eine Hochtemperaturfackel verbrannt.

Der Methangehalt aus der Altdeponie weist einen durchschnittlichen Wert von ca. 30 Vol. % aus.

Dieser Wert ist für eine energetische Nutzung nicht ausreichend.

Eine energetische Nutzung (Verstromung) des Deponiegases erfordert einen Methangehalt von ≥ 40 Vol. %.

Der Methangehalt aus der Neudeponie beträgt ca. 55 Vol. %.

Durch Vermischen der beiden Deponiegasströme aus dem Altkörper und der Neudeponie wird ein Methangehalt von > 40 Vol. % erreicht.

Damit wird eine Verwertung des Deponiegases technisch möglich.

Mit Inbetriebnahme der Gasfassung der Neudeponie wurden verschiedene Varianten der Entgasung und Modelle für den Betrieb einer Gasverwertung/-nutzung untersucht.

In Anlage 1 sind hierzu die Gasmengenprognose und das Deponiegasbildungspotential in einem Diagramm dargestellt.

Aus dem Kurvenverlauf sind die Gasmengenströme der beiden Deponien einzeln und vermischt mit unterschiedlichem Erfassungsgrad und einem Methangehalt von 50 - 55 Vol. % über der Nutzungszeit dargestellt.

Es ist zu erkennen, dass anhand des Kurvenverlaufes eine Gasnutzung mit zwei in der Leistung unterschiedlichen BHKW's optimal möglich ist.

Von 2004 bis 2012 ist bei einer Gasmenge von ca. 200 m³/h eine elektrische Leistung von $P_{el} = 310$ kW möglich.

Ab 2012 bis 2020 verringert sich die Gasmenge auf ca. 120 m³/h.

Mit einem entsprechend kleineren BHKW mit $P_{el} = 165 \text{ kW}$ ist damit auch eine Verwertung gewährleistet.

In Tabelle 1 sind drei Varianten der Gasfassung, Mischgas aus Altkörper und Neudeponie (Variante 1 und 2) sowie nur aus der Neudeponie (Variante 3) dargestellt und mit möglichen Modellen der Verwertung untersetzt.

	1. Variante	2. Variante	3. Variante
Gasmenge Altkörper	140 m ³ /h	60 m ³ /h	0 m ³ /h
Gasmenge Teilfelder 1b und 2a	140 m ³ /h	140 m ³ /h	130 m ³ /h
Gesamtgasmenge	240 - 280 m ³ /h	200 m ³ /h	130 m ³ /h
Methangehalt Mischgas	45 Vol. %	50 Vol. %	55 Vol. %
Gasqualität Mischgas		wurde nicht untersucht	
Σ Chlor	29,6 mg/m _n ³ CH ₄		30,7 mg/m _n ³ CH ₄
Σ Fluor	20,1 mg/m _n ³ CH ₄		18,5 mg/m _n ³ CH ₄
Σ C1 + F	49,7 mg/m _n ³ CH ₄		49,2 mg/m _n ³ CH ₄
Σ Silizium	26,5 mg/m _n ³ CH ₄		55,0 mg/m _n ³ CH ₄
Σ Schwefel	1,9 g/m _n ³ CH ₄		2,0 g/m _n ³ CH ₄
Feuerungswärmeleistung (FWL)	1.080 - 1.260 kW	1.000 kW	715 kW
Auswahl BHKW	a) 1x BHKW-Modul mit FWL = 1.414 kW $P_{el} = 495 \text{ kW}$ (Nutzung eines Moduls vom Cracauer Anger) b) 2x BHKW-Modul mit je FWL = 2 x 500 kW $P_{el} = 2 \times 165 \text{ kW}$	<i>Betriebsphase 1</i> 1 x BHKW-Modul mit FWL = 860 kW $P_{el} = 310 \text{ kW}$ <i>Betriebsphase 2</i> 1 x BHKW-Modul mit FWL = 500 kW $P_{el} = 165 \text{ kW}$	1 x BHKW-Modul mit FWL = 715 kW $P_{el} = 165 \text{ kW}$

Tabelle 1 - Vergleich der Entgasungsvarianten für die Gasverwertung

Neben der Gasmenge und dem Methangehalt ist auch die Deponiegasqualität (schadstoffhaltige Beimischungen im Deponiegas) für einen BHKW-Betrieb zu beachten.

Die Grenzwerte dazu sind nachfolgend genannt:

Σ Chlor	< 100 mg/m _n ³ CH ₄
Σ Fluor	< 50 mg/m _n ³ CH ₄
Σ C1 + F	< 100 mg/m _n ³ CH ₄
Σ Silizium	< 10 mg/m _n ³ CH ₄
Σ Schwefel	< 2,2 g/m _n ³ CH ₄

Ein Vergleich mit den Grenzwerten zeigt, dass der Siliziumanteil über dem Grenzwert der Gasmotorenhersteller liegt.

Auf Grund der stark überhöhten Werte aus dem Gas der Neudeponie (Variante 3) ist eine separate gasmotorische Nutzung nicht ratsam.

Eine gasmotorische Nutzung des Mischgases (Variante 1 und 2) ist mit einem erhöhten Aufwand (Gasreinigung oder kürzere Ölwechselfristen) möglich.

Modelle der Gasverwertung

Variante 1

Aus Tabelle 1 ergeben sich hierzu zwei Teilvarianten.

In Variante 1a wurde die Möglichkeit betrachtet, ein freigesetztes Modul aus dem BHKW Cracauer Anger hierfür zu nutzen.

Bei einer solchen Nutzung sind folgende zusätzlichen Leistungen erforderlich:

- Durchführung einer Generalreparatur des BHKW-Modul's (Gasmotor)
- Kauf und Ausrüstung eines 40-Fuß-Standard-Stahlcontainers für den Moduleinbau
- Einbau des BHKW-Modul's und einer entsprechenden Schaltanlage in den Container
- Kauf und Montage folgender nicht nachnutzbarer Komponenten für die Containereinheit: Abgassystem mit Schalldämpfer, Kühlsystem mit Notkühler, Schmierölsystem mit Vorratsbehälter, Belüftungs- und Lüftungsanlage

Diese Umrüstung ist mit zusätzlichen Kosten verbunden.

Weiter ist zu berücksichtigen, dass dieses Modul im Nutzungszeitraum wegen der größeren Bauweise nur im mittleren und unteren Teillastbereich bei ungünstigem Wirkungsgrad und damit mit gleichfalls reduzierter elektrischer Leistung betrieben werden kann.

Aus den o. g. Gründen ist der Einsatz eines BHKW-Moduls vom Cracauer Anger nicht wirtschaftlich.

In Variante 1 b ist eine 2-Modulanlage mit einer elektrischen Leistung von $2 \times P_{el} = 2 \times 165 \text{ kW}$ betrachtet worden.

Unter Beachtung der verfügbaren Gasmenge (Anlage 1) könnte die Anlage von 2004 bis ca. 2009 betrieben werden.

In der folgenden Betriebszeit könnte 1 Modul bis zur Nutzungsgrenze im Teillastbereich weiter betrieben werden.

Variante 2

Bei dieser Variante besteht die zu verwertende Gasmenge aus einem Mischgas gemäß Tabelle 1. Es sind zwei Module unterschiedlicher Größe vorgesehen, die in zwei Betriebsphasen nacheinander eingesetzt werden.

Dieser Einsatz entspricht der prognostizierten Gasmenge gemäß Anlage 1.

In den Betriebsphasen 1 und 2 können die jeweiligen Gasmengen mit den angepassten Modulen optimal über einen Zeitraum von ca. 16 Jahren genutzt werden.

Eine wirtschaftliche Nutzung dieser Variante ist in den Betreibermodellen Mietanlage und Contractinganlage sinnvoll.

Variante 3

Diese Variante geht vom Gasstrom der Neudeponie nach Tabelle 1 aus.

Für diese Gasmenge ist der Einsatz einer 1-Modulanlage mit einer elektrischen Leistung von $P_{el} = 165 \text{ kW}$ über einen Zeitraum von ca. 8 Jahren gemäß Anlage 1 möglich.

Der Einsatz eines größeren BHKW-Modul's könnte nur den Zeitraum von 3 bis 4 Jahren wirtschaftlich abdecken.

Wegen des relativ hohen Siliziumanteils bei dieser Variante und der nicht optimalen Gasnutzung sollte eine Gasverwertung nur von der Neudeponie nicht erfolgen.

Auswahl der Vorzugsvariante

Von den drei betrachteten Varianten für die Deponieentgasung und Deponiegasverwertung stellt die Variante 2 die Vorzugsvariante dar.

Bei dieser Variante wird ein Deponiegasgemisch aus Altkörper und Neudeponie mit einem guten Methangehalt von ca. 50 Vol. % genutzt.

Die Gasmengen können optimal durch die beiden in der Leistung unterschiedlichen Module ausgenutzt werden.

Durch weitere Maßnahmen, wie z. B. die Befeuchtung des Deponiekörpers (Genehmigung für einjähriges Pilotprojekt liegt vor) und die teilweise Abdeckung der Nordböschung kann die Gasmenge und der Methangehalt erhöht bzw. stabil gehalten werden.

Durch die Beimischung von Deponiegas aus dem Altkörper wird der Siliziumanteil im Gas abgesenkt, wodurch geringere Zusatzkosten entstehen.

Diese Variante 2 wird für die Betrachtung der Betreibermodelle zugrunde gelegt.

Modelle der Betreuung für die Gasverwertung

Um eine Gasverwertung wirtschaftlich betreiben zu können, wurden drei Modelle der Betriebsführung betrachtet.

Auf Grund der Erfahrungen der Gasverwertung auf der Deponie Cracauer Anger kommen die untersuchten Varianten

1. Investition und Betrieb der Gasverwertung durch den SAB und
2. Errichten und Betrieb der Gasverwertung als Mietanlage

für die Deponie Hängelsberge nicht in Betracht.

Der SAB würde bei beiden Varianten die Risiken für Änderungen des Deponiegases in Qualität und Menge tragen.

Der SAB ist nicht in der Lage, ohne große finanzielle Aufwendungen auf diese Veränderungen reagieren zu können.

3. Errichten und Betrieb der Gasverwertung als Contractinganlage

Bei diesem Modell übernimmt der SAB anteilige Maßnahmen zum Anschluss der Gasverwertungsanlage und stellt das Deponiegas als Brenngas zur Verfügung.

Dem Contractor obliegen folgende Pflichten:

- Gründung/Fundament für BHKW-Containereinheit
- Transport/Aufstellung BHKW-Containereinheit
- gasrohrseitiger Anschluss und Elektroanschluss des Modul's
- Ausrüstung der Mittelspannungsschaltanlage als Übergabestelle
- Vertrag mit den SWM über Stromlieferung und Netzeinspeisung
- Inbetriebnahme und Probebetrieb
- Stromerzeugung/Einspeisung in das Netz/Stromverkauf
- Durchführung von Wartungsarbeiten

Der Vertragspartner trägt das Risiko aus Änderung/Überschreitung von Grenzwerten des Gasmotorenherstellers bezüglich der Schadstoffkomponenten im Brenngas.

In der Anlage 2 sind die wirtschaftlichen Parameter für die drei Betreibermodelle für die Entgasungsvariante 2 gegenübergestellt.

Das BHKW-Modul 1 mit $P_{el} = 310$ kW wird nach einer Betriebsphase 1 (8 Jahre) ausgetauscht. Das Modul ist nach 8 Jahren Laufzeit abgeschrieben.

In der Betriebsphase 2 wird das BHKW-Modul 1 durch ein BHKW-Modul 2 mit $P_{el} = 165$ kW ersetzt.

Bei der Wirtschaftlichkeitsberechnung wird berücksichtigt, dass die Kapitalkosten der Erstinvestition (z. B. Aufstellfläche, Anschluss Gasfassung, Prozessüberwachung) mit der kalkulatorischen Nutzungsdauer von 15 Jahren (also noch weitere 7 Jahre) anzusetzen sind.

Unter Berücksichtigung der o. g. Risiken, technischen Randbedingungen und der Wirtschaftlichkeit stellt das Betreibermodell Contracting die Vorzugsvariante dar.

Zur Umsetzung der Gasverwertung als Contracting-Modell sind folgende Investitionen und Leistungen durch den SAB zu erbringen:

1. Anschluss Deponiegas-BHKW
Gasdruckleitung, Kondensatsystem, Außenanlagen, Prozessüberwachung, Elektro-Anbindung und Anschluss an Prozessleitsystem der Verdichteranlage
Investitionskosten ca. 110.000 EUR
2. Wettbewerb für die Vergabe der Deponiegasverwertung als Contracting
Gewinn: ca. 0 - 40.000 EUR für SAB pro Jahr
3. Anschluss einer Schwachgasentsorgung für die Schlechtgasbrunnen der Altdeponie bei Bedarf
Investitionskosten ca. 200.000 EUR
4. Weiterbetrieb des Gasfassungssystems sowie der Gasverdichter- und Fackelanlage
Für den Betrieb des Gasfassungssystems und der Gasverdichter- und Fackelanlage fallen jährlich ca. 54.000 EUR Kosten an, die sich wie folgt aufschlüsseln:

Betriebsführung:	33.000,00 EUR/a
Wartung:	10.000,00 EUR/a
Reparaturen:	8.000,00 EUR/a
Sonstiges:	3.000,00 EUR/a
Gesamtkosten:	54.000,00 EUR/a

Die Finanzierung erfolgt aus Rückstellungen, die für die Stilllegung und Nachsorge der Altdeponie und der Erweiterungsflächen gebildet wurden.

5. Betriebskosten Gasverwertung (siehe Anlage 2)

Kapitalkosten aus 1:	11.178,00 EUR/a
Personalkosten Anlagenkontrolle:	12.888,00 EUR/a
Gesamtkosten:	24.066,00 EUR/a
	~ 25.000,00 EUR/a

Zusammenfassung

In der vorliegenden Untersuchung wurde gezeigt, dass das entstehende Deponiegas aus dem Altkörper und den neuen Teilfeldern der Deponie Hängelsberge als Mischgas wirtschaftlich mit dem Betreibermodell einer Contractinganlage verwertet werden kann.

Ein Gewinn ist jedoch nicht zu erzielen, aber es können die Kosten für die Deponiegasfassung, die auch ohne Gasverwertung anfallen, gesenkt werden.

Schwenke
Betriebsleiter

Anlagen

Anlage 1		angepasste Deponiegasprognose 2003
Anlage 2	Seite 1 - 4	Vergleich der Wirtschaftlichkeit der Betreibermodelle