

Klimaschutzkonzept⁺

Energieautarke Deponiegasbehandlung
mit Wärmenutzung
und Eigenstromversorgung
am Beispiel der Deponie Bengelbruck

Abschlussbericht

Ausführende Stelle



Landratsamt Freudenstadt
Abfallwirtschaftsbetrieb
Herrenfelder Straße 14
72250 Freudenstadt
Tel. 07441/920-0
Fax 07441/920-99-5052
www.landkreis-freudenstadt.de
email: abfall@landkreis-freudenstadt.de

Verfasser



contec GmbH
Raistingener Straße 4/1
71083 Herrenberg
Tel. 07032/2 33 66
Fax 07032/2 33 67
email: info@contec-herrenberg.com

Klimaschutzkonzept⁺

Energieautarke Deponiegasbehandlung mit Wärmenutzung
und Eigenstromversorgung am Beispiel der Deponie Bengelbruck

climate action plan⁺

energy self-sufficient landfill gas treatment with heat recovery and
climate neutral internal powered supply
by the example of the landfill Bengelbruck, Germany

Inhalt

Zusammenfassung - Summary

1. Ausgangssituation
2. Neues Entgasungs- und Verfahrenskonzept - Klimaschutzkonzept⁺
3. Technische Projektumsetzung
4. Grundprinzip des Stirlingmotors
5. Technische Daten der Gas-Stirlingmotoren der Fa. CLEANERGY
6. Entgasungssituation vor/nach der Umsetzung des neuen Entgasungskonzepts
7. Erreichte und erwartete CO₂-Einsparung der Maßnahmen
8. Energiebilanz des Klimaschutzkonzeptes⁺
9. Erste Betriebserfahrungen mit den Stirlingmotoren
10. Genehmigungsverfahren und Emissionsgrenzwerte der Stirlingmotoren
11. Kostenzusammenstellung - Stirlingmotoren
12. Literatur
13. Projektförderung und Danksagung

Anlagen

- Technisches Datenblatt
- Pressestimmen

Zusammenfassung

Das Thema Klimaschutz rückt bei Deponien in der Nachsorgephase zunehmend in den Fokus. Methan als Hauptbestandteil des Deponiegases hat eine 28mal klimaschädlichere Wirkung im Vergleich zu Kohlendioxid.

Bei der konventionellen Entgasung lag der Schwerpunkt auf der Absaugung bei möglichst hohen Methangehalten. Dies fällt mit zunehmenden Deponiealter jedoch immer schwerer. Die herkömmliche Praxis, hierauf mit einer Rücknahme der Absaugmenge zu reagieren, hat zur Folge, dass der Erfassungsgrad des Entgasungssystems ab- und die Deponiegasemissionen zunehmen.

Auf der Deponie Bengelbruck wurde ein unter Klimaschutzgesichtspunkten zukunftsweisendes neues Entgasungskonzept umgesetzt. Die Aerobisierung und in-situ-Stabilisierung der Deponie erfolgt unter Anwendung des inspiro©Verfahrens. Die Emissionsminderung beträgt bei Regelbetrieb aktuell ca. 15 t CO₂ Eq/Tag.

Die hierfür eingesetzte Anlagentechnik besteht aus einer RTO - Regenerative Thermische Oxidation - mit Wärmerückgewinnung für die Schwachgasbehandlung sowie zweier Stirlingmotoren für die energieautarke und klimaneutrale Eigenstromversorgung mit Deponiegas.

Summary

At landfills in the phase of post closure care, climate protection is increasingly becoming the focus. Methane CH₄ as the main component of landfill gas has 28 times climate-damaging effect compared to carbon dioxide CO₂.

In the conventional venting of landfill, the main emphasis was on the extraction at the highest possible Methane concentrations. This is getting more and more difficult with the age of the landfill. The conventional practice is to respond with a taking back the extraction amount, with the result that the performance of the venting system remove and the gas emissions increase.

One from the viewpoint climate protection sustained new concept of venting landfill gas was implemented at the landfill Bengelbruck.

The aerobisation and in-situ-stabilization take place by using the inspiro©process. Currentley the emission reduction is in steady operation about 15 Mg CO₂ eq/day.

The purpose system technology used consists of an RTO - Regenerative Thermal Oxidation - with heat recovery for the lean gas treatment an two Stirling engines for the energy self-sufficient and climate neutral internal powered supply by landfill gas.

1. Ausgangssituation

Auf der Deponie Bengelbruck wurden seit der Inbetriebnahme im Jahr 1972 ca. 1.230.000 m³ Abfälle eingebaut. Bereits ab dem Jahr 1995 wurden keine Bioabfälle (Beginn der Getrenntsammlung) und Klärschlämme mehr abgelagert, so dass das Gasbildungspotenzial deutlich reduziert wurde.



Abbildung 1: Deponie Bengelbruck

Von 1992 bis 2008 erfolgte eine Verwertung des Deponiegases mit verschiedenen Motoren und Betreibern. Die abgesaugte Gasmenge nahm im gleichen Zeitraum von 1,3 Mio. m³/a auf 0,45 Mio. m³/a ab.

2009 wurde die motorische Nutzung eingestellt. Die Gasverwertung und -behandlung erfolgte anschließend mit einem Heizkessel und der Fackelanlage.

Die gesamte Absaugmenge lag im Zeitraum 2009 - 2014 bei nur noch ca. 190.000 bis 270.000 m³/a. Diesen Zustand galt es zu verbessern, zumal durch FID-Messungen an einigen Stellen Gasaustritte nachgewiesen wurden.

Die Fackelanlage konnte allerdings auch im untersten Regelbereich nur noch diskontinuierlich betrieben werden.

Die Fackelanlage war mitunter mehrere Tage außer Betrieb.

Zudem konnte eine Verbrennungstemperatur $> 1.000\text{ °C}$ bei CH_4 -Konzentrationen $< 40\text{ Vol.-%}$ nicht mehr ausgegelt werden.



Abbildung 2: Fackelanlage

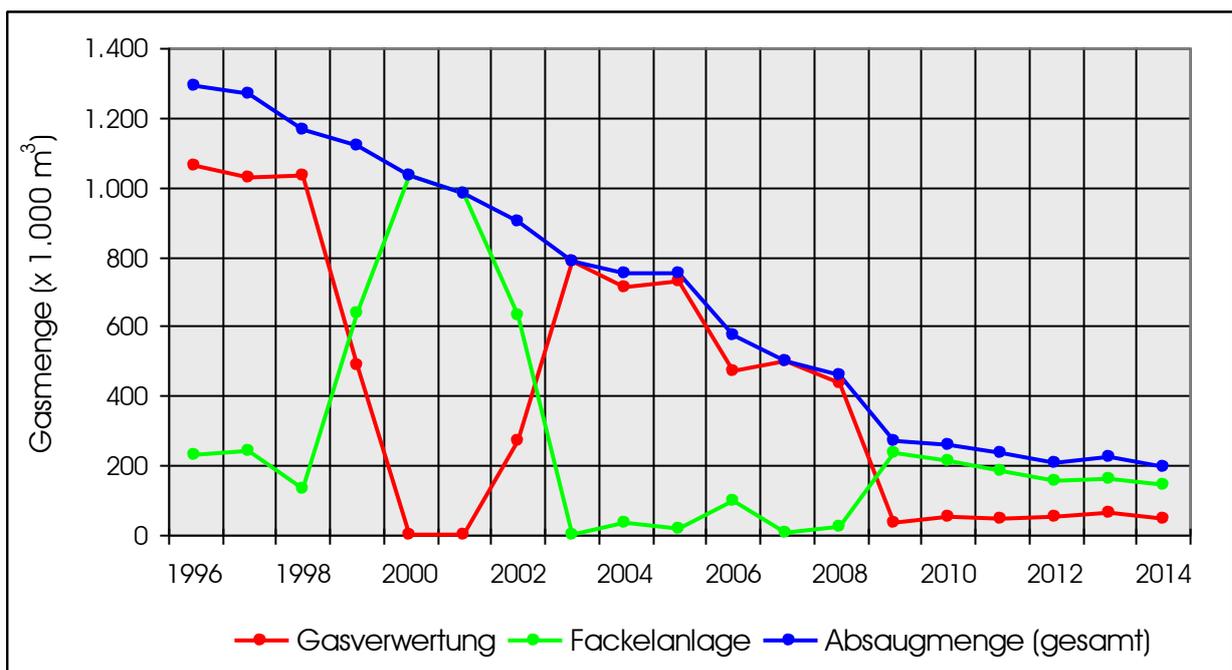


Abbildung 3: Entwicklung der abgesaugten, verwerteten und behandelten Deponiegasmengen

2. Neues Entgasungs- und Verfahrenskonzept - Klimaschutzkonzept⁺

Aus Klimaschutzgründen und zur Minimierung des Gefährdungspotenzials durch unkontrollierte Methangasfreisetzung und Gasmigrationen ist eine kontinuierliche, aktive Entgasung der Deponie Bengelbruck auch zukünftig erforderlich.

Die Eckpunkte des neuen Entgasungs- und Verfahrenskonzepts wurden im Rahmen einer Potenzialstudie für die NKI - Nationale Klimaschutzinitiative - erarbeitet. Das Konzept wurde von der contec GmbH gemeinsam mit dem Abfallwirtschaftsbetrieb des Landkreises Freudenstadt entwickelt und erstmalig in Deutschland umgesetzt.

2.1. Grundsätze und Leitlinien

- Die Betriebsweise der Gasverwertung- und Gasbehandlungsanlagen ist an den Gashaushalt der Deponie anzupassen und nicht umgekehrt.
- Erste Priorität hat eine möglichst effektive und kontinuierliche Entgasung der Deponie.
- Das Ziel einer wirtschaftlichen Gasverwertung ist wünschenswert aber nachrangig.
- Die CH₄-Konzentration sollte kein wesentlich begrenzender Faktor für die Deponieentgasung darstellen.
- Eine Deponieentgasung mit konstant hoher Absaugmenge gewährleistet einen hohen Gaserfassungsgrad und eine optimale Gaserfassung.

2.2. Lastenheft

- aktive Entgasung unter veränderten Rand- und optimalen Absaugbedingungen
- technisch sinnvolle und wirtschaftlich vertretbare Trennung des Gasfassungssystems in Gut- und Schwachgas
- in geringen Mengen noch erfassbares Gutgas soll, wenn möglich, weiterhin verwertet werden
- Umstellung der Absaugbedingungen im Schwachgasstrang in Richtung niedrigerer CH₄-Konzentrationen und aerober in-situ-Stabilisierung

2.3. Zielsetzung

- Reduzierung der Treibhausgasemissionen
- Aerobisierung durch kontrollierte und kontinuierliche Entgasung
- Verkürzung des Nachsorgezeitraums
- Energieautarker Betrieb der Entgasungsanlage
- Klimaneutrale Stromerzeugung und Deckung des Eigenstrombedarfs der Entgasungsanlage und ggf. sonstiger Einrichtungen auf der Deponie
- Minimierung der Sekundäremissionen
- aktive Entgasung unter veränderten Rand- und optimalen Absaugbedingungen

2.4. Ergebnis - Klimaschutzkonzept⁺

Beim Klimaschutzkonzept⁺ wird das vorhandene Gasfassungssystem auf Grundlage belastbarer Daten des Gasmonitoring in ein Gut- und Schwachgassystem aufgetrennt.

Ein geringer Teil des Deponiegases wird als sog. Gutgas mit Hilfe von Stirlingmotor(en) zur Deckung des Eigenstrombedarfs der Entgasungsanlage und dem sonstigen Stromverbrauch auf der Deponie genutzt. Damit ist ein klimaneutraler und energieautarker Betrieb der Entgasungsanlage während der Nachsorgephase der Deponie möglich. Überschussgas wird zusätzlich auf die Schwachgasschiene umgeleitet.

Schwachgas, zugleich der Hauptanteil des abgesaugten Deponiegases, wird unter Anwendung des inspiro©-Verfahrens (s. u.) abgesaugt und über eine thermische Verfahrensstufe mit Wärmeauskoppelung behandelt.

2.5. Erforderliche Anpassungsmaßnahmen am Gasfassungssystem

- Gut-/Schwachgastrennung
- 4 Gassammelstellen für Schwachgas
- 2 Gassammelstellen für Gut-/Schwachgas

Die auf der Deponie Bengelbruck für die Gutgasschiene ausgewählten Deponieabschnitte können als „lokale anaerobe Zellen“ sicher im Unterdruckbereich gehalten werden. Damit wird das Hauptziel „Reduzierung der Treibhausgasemissionen“ nicht verletzt.

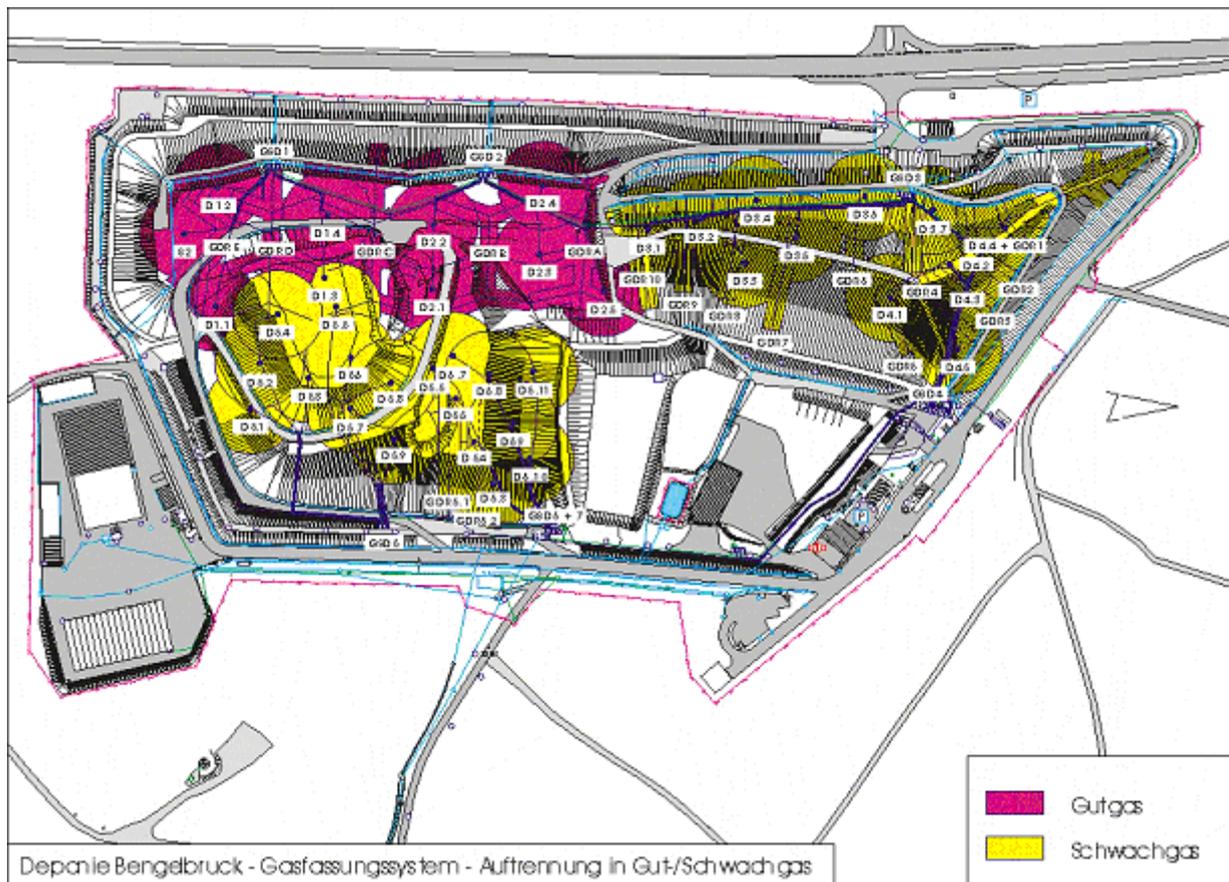


Abbildung 4: Auftrennung des Gasfassungssystems in Gut- und Schwachgas

Die Gassammelstellen GSD 1 und 2 sind als Gutgas für den Betrieb der beiden Stirlingmotoren vorgesehen. Überschüssiges Gutgas kann zusätzlich auf die Schwachgasschiene umgeleitet werden. Bei Ausfall bzw. Revisionsarbeiten an den Stirlingmotoren wird das Gutgas über die Schwachgasschiene mitbehandelt. Die Gassammelstellen GSD 3 - 6 wurden ausschließlich dem Schwachgasstrang zugeordnet.

2.6. Konzept für die Gutgasschiene - Einsatz von 2 Stirlingmotoren

Geringe Gasmengen an sog. Gutgas (ca. 15 bis 25 m³/h) werden bei CH₄-Konzentrationen > 20 Vol.-% zur Eigenstromerzeugung unter Einsatz zweier Stirlingmotoren verwertet.

Durch die Eigenstromerzeugung mittels Stirlingmotoren werden Sekundäremissionen, welche aus dem Stromverbrauch der Schwachgasbehandlungsanlage resultieren würden, mehr als ausgeglichen. Der Anlage kann somit - was den Strombedarf angeht - klimaneutral betrieben werden.

2.7. Konzept für die Schwachgasschiene

Unter Anwendung des inspiro©Verfahrens zur Aerobisierung und in-situ-Stabilisierung der Schwachgasbereiche werden Treibhausgasemissionen reduziert, die Abbauprozesse beschleunigt und der gassetige Deponienachsorgezeitraum verkürzt.

Verfahren¹



Kennzeichen

- Steigerung der Absaugmenge und des Gaserfassungsgrades
- Freigabe und Absenkung der Methan-Konzentration
- Verschiebung der CH₄-/CO₂-Gleichgewichtes in Richtung CO₂
- Gezielte und bedarfsgesteuerte Sauerstoffversorgung durch präzise Absaugung
- Aktiver Lufteintrag ausschließlich durch Gasabsaugung im Unterdruckbereich
- Sicherstellung stabiler Unterdruckverhältnisse im gesamten Deponiekörper

Prozessführung

Die Deponie wird hierzu kontinuierlich mit hoher Absaugmenge entgast. Dies bewirkt eine Steigerung des Gaserfassungsgrades und eine zunehmende Aerobisierung des Deponiekörpers. Zugleich werden stabile Unterdruckverhältnisse im Deponiekörper sichergestellt.

¹ inspiro© eingetragenes Markenzeichen der Fa. contec GmbH

Die CH₄-Konzentrationen sinken dauerhaft in Bereiche < 5 bis 10 Vol.-% ab. Gleichzeitig wird das CH₄-/CO₂-Gleichgewicht in Richtung CO₂ verschoben und kippt von > 1 auf < 1.

Der gezielte und bedarfsgesteuerte Lufteintrag erfolgt ausschließlich durch eine präzise Einstellung des Gasfassungssystems. Die vorhandenen Einrichtungen zur Gasfassung werden unter veränderten Betriebsbedingungen genutzt. Zusätzliche Einrichtungen zur Belüftung sind nicht erforderlich. Der inspiro-Prozess unterstützt die Deponie durch kontinuierliche und kontrollierte Entgasung gleichsam „beim Einatmen“²

Mit der Bereitstellung des Luftstauerstoffes verdrängen aerobe zunehmend anaerobe Mikroorganismen. Folge: die Abbauprozesse werden beschleunigt und die organisch abbaubaren Kohlenstoffanteile werden zunehmend zu CO₂ verstoffwechselt.

Der inspiro©Prozess senkt damit substantziell das Potenzial klimaschädlicher Methan-Emissionen.

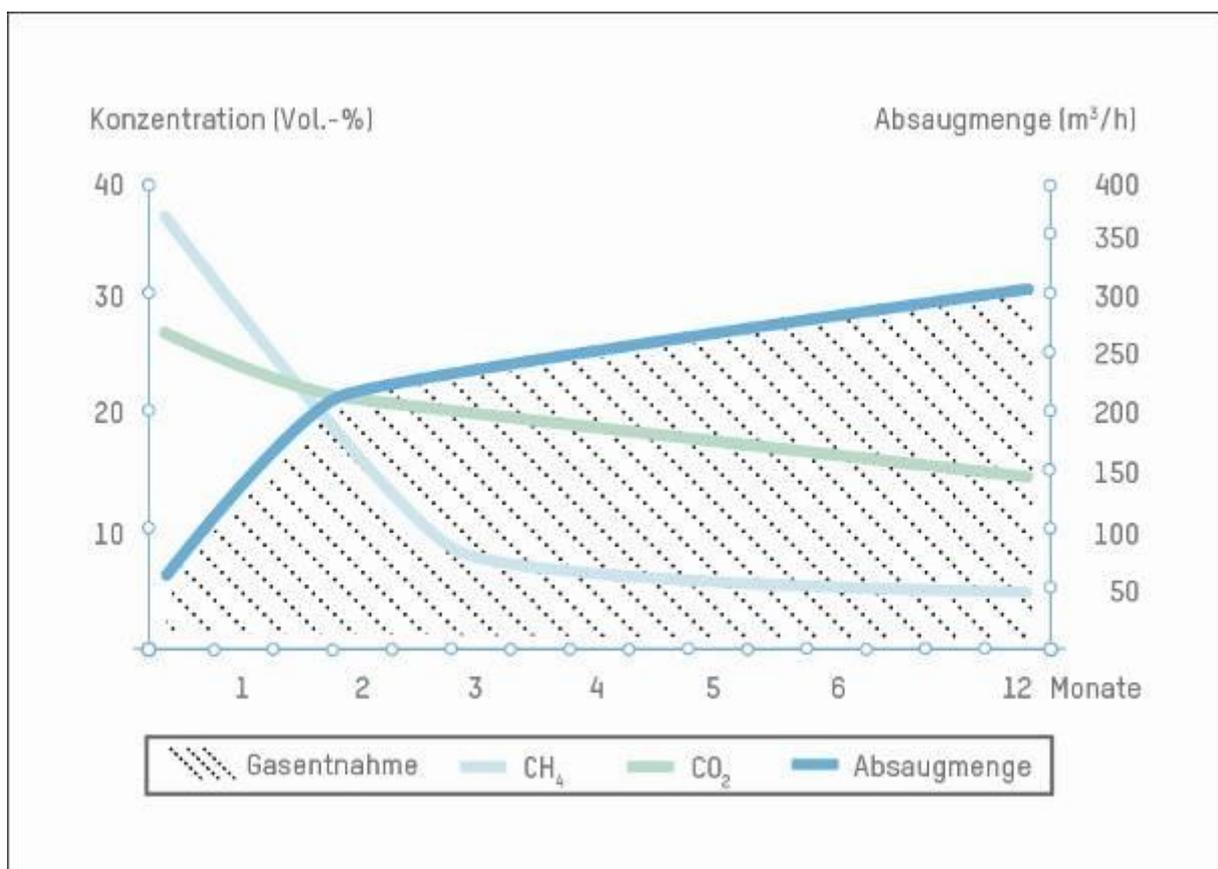


Abbildung 5: inspiro Prozess

² lat.: inspiro einatmen, einhauchen

3. Technische Projektumsetzung

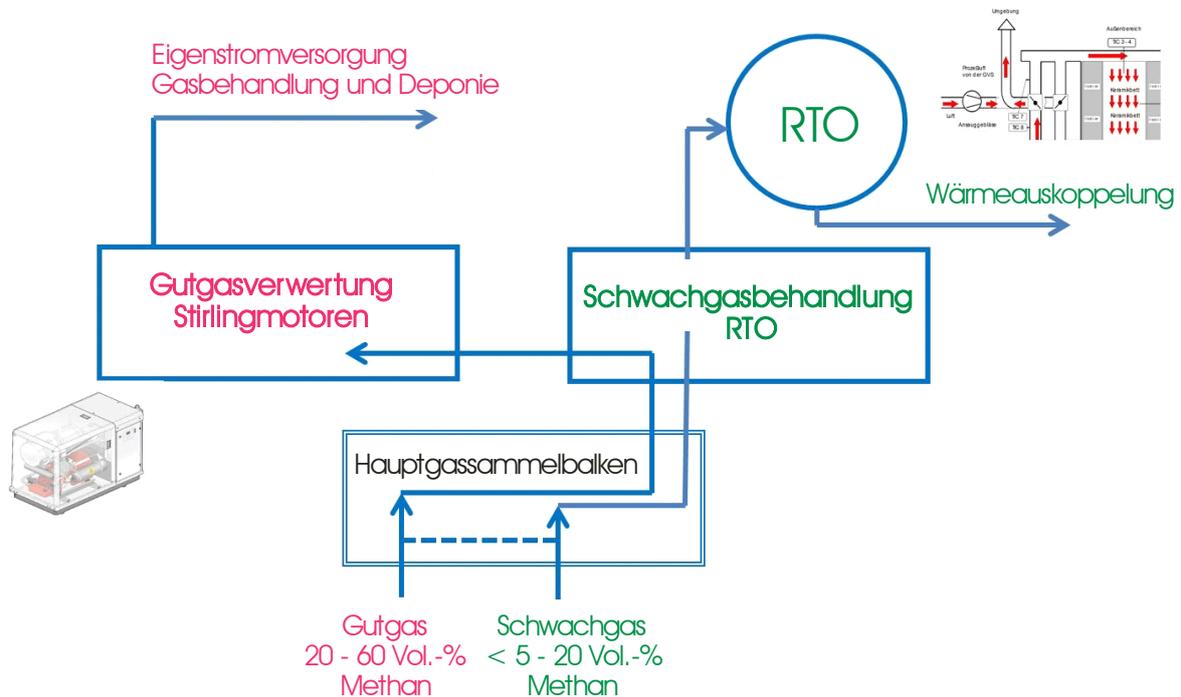


Abbildung 6: Deponie Bengelbruck Entgasung Klimaschutzkonzept⁺

3.1. Schwachgasbehandlung mit Wärmeauskoppelung

Für die Umsetzung des inspiro©-Verfahrens zur in-situ-Stabilisierung gibt es die Möglichkeit der Förderung im Rahmen der *NKI Nationalen Klimaschutzinitiative*.

Nach Ausarbeitung des Entgasungskonzeptes und Nachweis der Förderfähigkeit im Rahmen einer Potenzialanalyse wurde 2014 ein Förderantrag für investive Maßnahmen beim Projektträger Jülich (PTJ) gestellt und bewilligt. Damit wurden ca. 48 % der Investitionskosten für die Umsetzung des Schwachgasbehandlungskonzeptes vom *Bund* gefördert.

Die Vergabe der neuen Gasförderstation und Schwachgasbehandlungsanlage erfolgte im Rahmen einer öffentlichen Ausschreibung. Wesentliche Vorgabe war, Schwachgas mit Methankonzentrationen bis 6,5 Vol.-% autotherm und unter Einhaltung der Grenzwerte der TA Luft bzw. BImSchG schadlos zu behandeln.

Den Zuschlag erhielt die BMF Haase Energietechnik GmbH, Neumünster, mit der VocsiBox als technische Lösung. Ein Novum ist die Wärmeauskopplung zum Beheizen der Betriebsanlagen auf der Deponie Bengelbruck.



Abbildung 7: Deponie Bengelbrunn - Gasförderstation für Gut-/Schwachgas, RTO mit Wärmegleichrichter und Wärmetauscher

3.2. Gutgasverwertung - Stirlingmotoren

Die LAMBDA Gesellschaft für Gastechnik mbH besitzt in Deutschland für die Stirlingmotoren die Vertriebsrechte der Firma CLEANERGY, Schweden.

Die beiden Stirlingmotoren auf der Deponie Bengelbrunn werden erstmals in Baden-Württemberg im Deponiegasbereich eingesetzt. Das *Land Baden-Württemberg* hat daher das Projekt aus KIF-Mitteln mit 45% der Investitionskosten gefördert.

Ursprünglich war geplant, die Stirling-BHKW's zusätzlich zur Stromerzeugung auch in das Wärmenutzungskonzept der Deponie einzubinden. Dies hat sich aufgrund des geringen Potenzials, des niedrigen Temperaturniveaus der nutzbaren Wärme und der Abhängigkeit des elektrischen Wirkungsgrades von der Kühlwassertemperatur der Motoren als nicht sinnvoll erwiesen.

Wenn das Arbeitsgas durch die Wärmequelle (z. B. einen Gasbrenner) aufgeheizt wird, expandiert es und drückt den Expansionszylinder nach unten (heiße Seite). Durch die daran anschließende Richtungsänderung des Expansionszylinders strömt das Arbeitsgas auf die kalte Seite und dort durch den Regenerator und den Gaskühler.

Der Regenerator speichert einen Teil der Wärmeenergie, bevor das Gas auf dem weiteren Weg im Gaskühler abgekühlt wird. Im nächsten Schritt drückt der Kompressionszylinder das abgekühlte Arbeitsgas von der kalten Seite zurück auf die heiße Seite. Auf dem Weg dorthin passiert das Arbeitsgas erst den Regenerator und dann den Wärmetauscher des Gasbrenners. Durch die Aufheizung dehnt sich das Arbeitsgas aus und drückt auf den Expansionszylinder, der sich wieder nach unten bewegt. Damit beginnt der gesamte Arbeitszyklus erneut.

Über die Kurbelwelle wird die lineare Bewegung der Zylinder in eine Drehbewegung umgesetzt. Die Drehbewegung treibt einen Generator an, der elektrische Energie erzeugt. Im Kurbelwellengehäuse befindet sich kein Arbeitsgas.

Die oberen Bereiche des Motors sind hermetisch vom unteren Bereich getrennt. An den oberen Bereich, der mit Arbeitsgas gefüllt ist, wird eine Druckflasche angeschlossen, deren Fülldruck höher ist als der Druck im Motor. Dadurch wird sichergestellt, dass im Arbeitsgas zu jeder Zeit der korrekte Druck zum Betrieb der Maschine vorliegt, und kleinere Verluste im Betrieb nachgespeist werden.

5. Technische Daten der Gas-Stirlingmotoren der Fa. CLEANERGY

In dem von LAMBDA eingesetzten Gas-Stirling-Aggregat des schwedischen Herstellers CLEANERGY AB wird die zum Betrieb des Motors erforderliche Wärme mit Hilfe eines Flox-Brenners erzeugt.

Der Brenner überträgt die Energie aus der kontinuierlichen Verbrennung des Deponiegases über den Wärmetauscher auf das Arbeitsgas des Stirling-Motors. Das Arbeitsgas treibt den Stirling-Motor und dieser den Generator an.

Pro Sekunde werden ca. 25 Arbeitszyklen durchlaufen; daraus ergibt sich die Synchronisationsdrehzahl des Motors von 1.500 U/min. Das Arbeitsgas wird in jedem Arbeitszyklus auf 700 °C aufgeheizt und auf 80 °C abgekühlt. Der maximale Druck im Arbeitsgas liegt im Betrieb bei 150 bar, der minimale Druck bei ca. 30 bar. Der normale Druckbereich liegt zwischen 80 und 120 bar, in diesem Bereich kann der Stirling-Motor optimal betrieben werden.

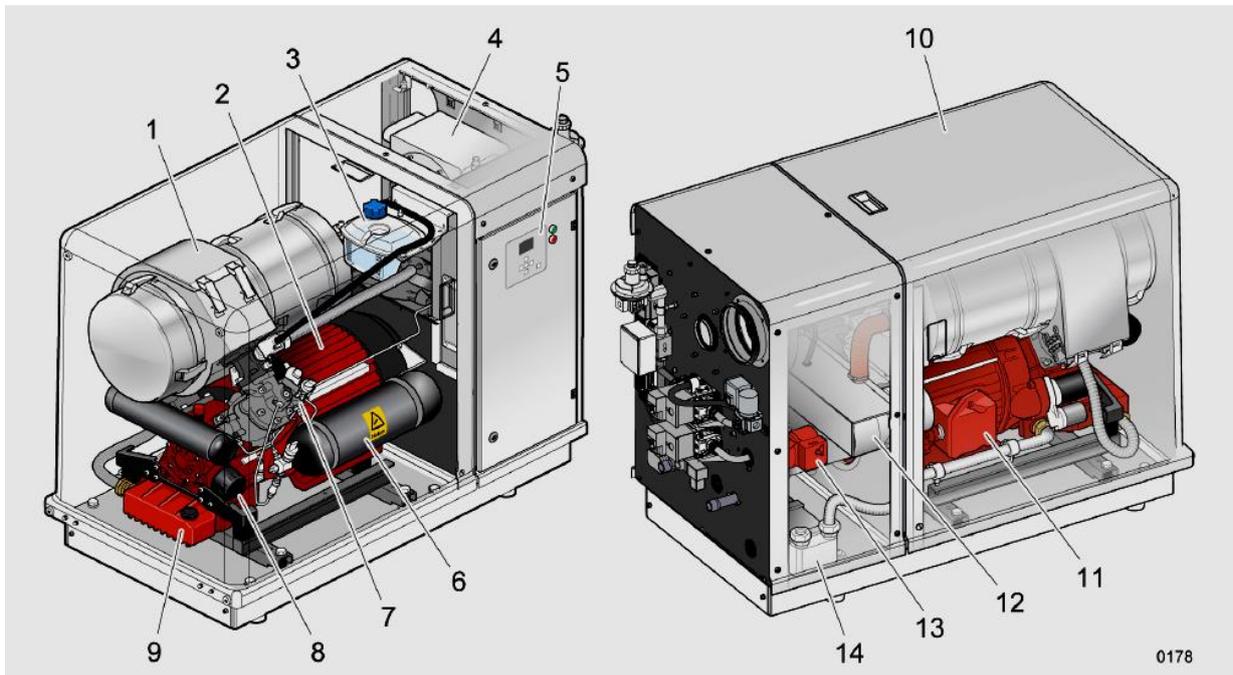


Abbildung 9: Stirling-Motor der Fa. CLEANERGY

1. Gasbrenner
2. Generator
3. Ausdehnungsgefäß
4. Abgaswärmetausche
5. Steuerung
6. Nachfüllung Arbeitsgas
7. Arbeitsgasventile
8. Ölfilter
9. Ölwanne
10. Abdeckung
11. Generator
12. Verbrennungsluftgebläse
13. Umwälzpumpe
14. Plattenwärmetauscher



Abbildung 10: Stirlingmotoren der Deponie Bengelbruck

Leergewicht	470 kg
Abmessungen (L x B x H)	1,45 m x 0,70 m x 1,00 m
Methangehalt	18 - 100 Vol.-%
Abgasmassenstrom	100 kg/h
elektr. Leistung	2 - 7,2 kW
Energieverbrauch	11 - 39 kW
Gasvolumenstrom bei 30 % CH ₄	3,7 - 9,7 m ³ /h
elektr. Wirkungsgrad	16 - 24

Tabelle 1: Technischen Eckdaten des Stirling-BHKW C9G Stirling der Fa. CLEANERGY³

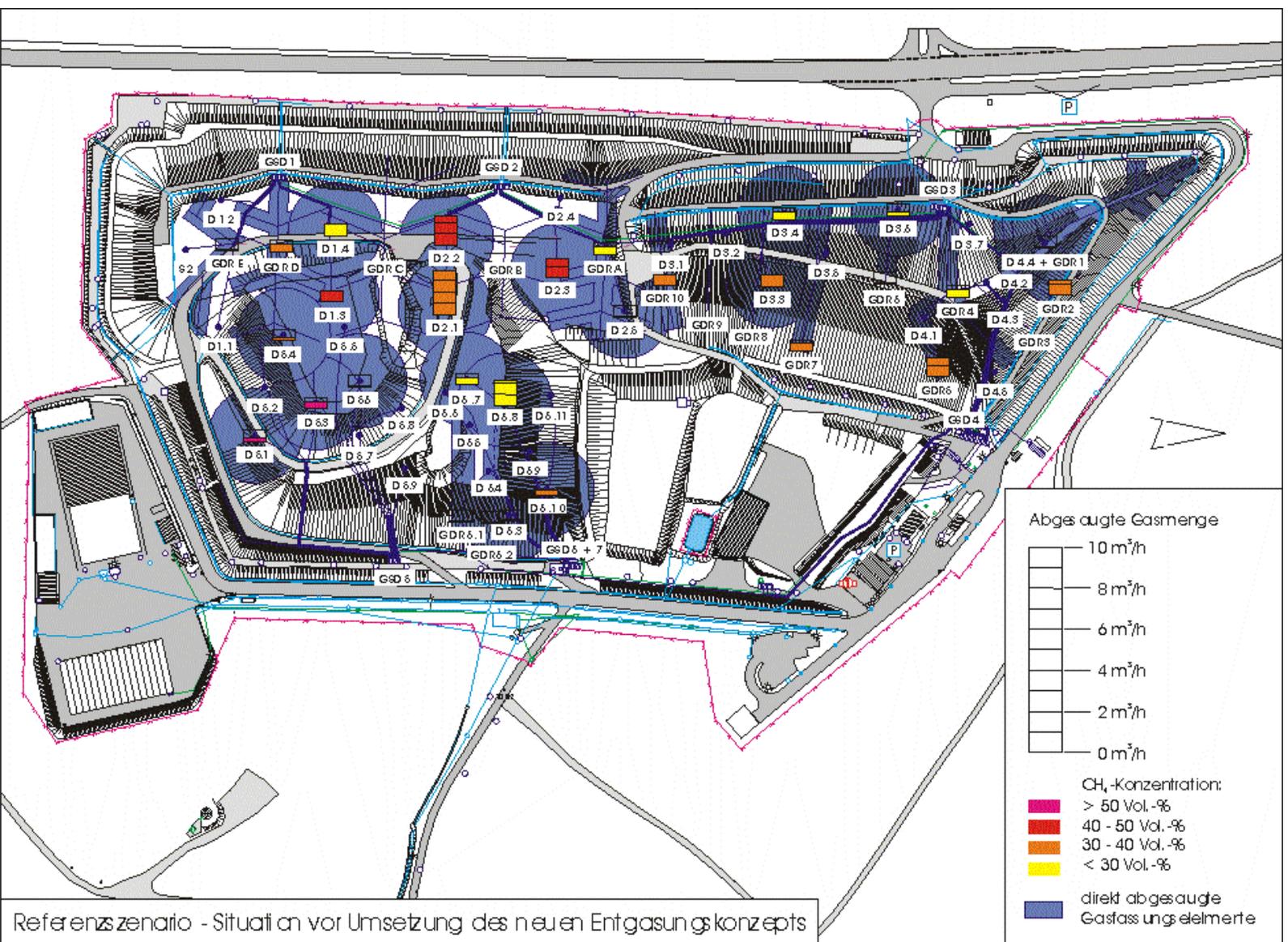
Die Verbrennungsluft wird über die Vorwärmung in den Verbrennungsraum eingeblasen. Dabei wird die Luft auf ca. 650 °C aufgewärmt. Im Flox-Betrieb strömt das Brenngas direkt in die Hauptbrennkammer.

Die Verbrennungsgase verlassen die Brennkammer über die Vorwärmung des Brenners und werden dabei zur Aufheizung der Verbrennungsluft und des Deponiegases genutzt. Für den Betrieb des Gas-Stirling-BHKW reicht ein Methangehalt von ca. 18 Vol.-% aus.

Für den Vollastbetrieb eines Moduls von ca. 7 kW werden bei einer Methankonzentration von ca. 30 Vol.-% lediglich ca. 10 m³/h Deponiegas benötigt.

³ s. auch Anhang: Datenblatt

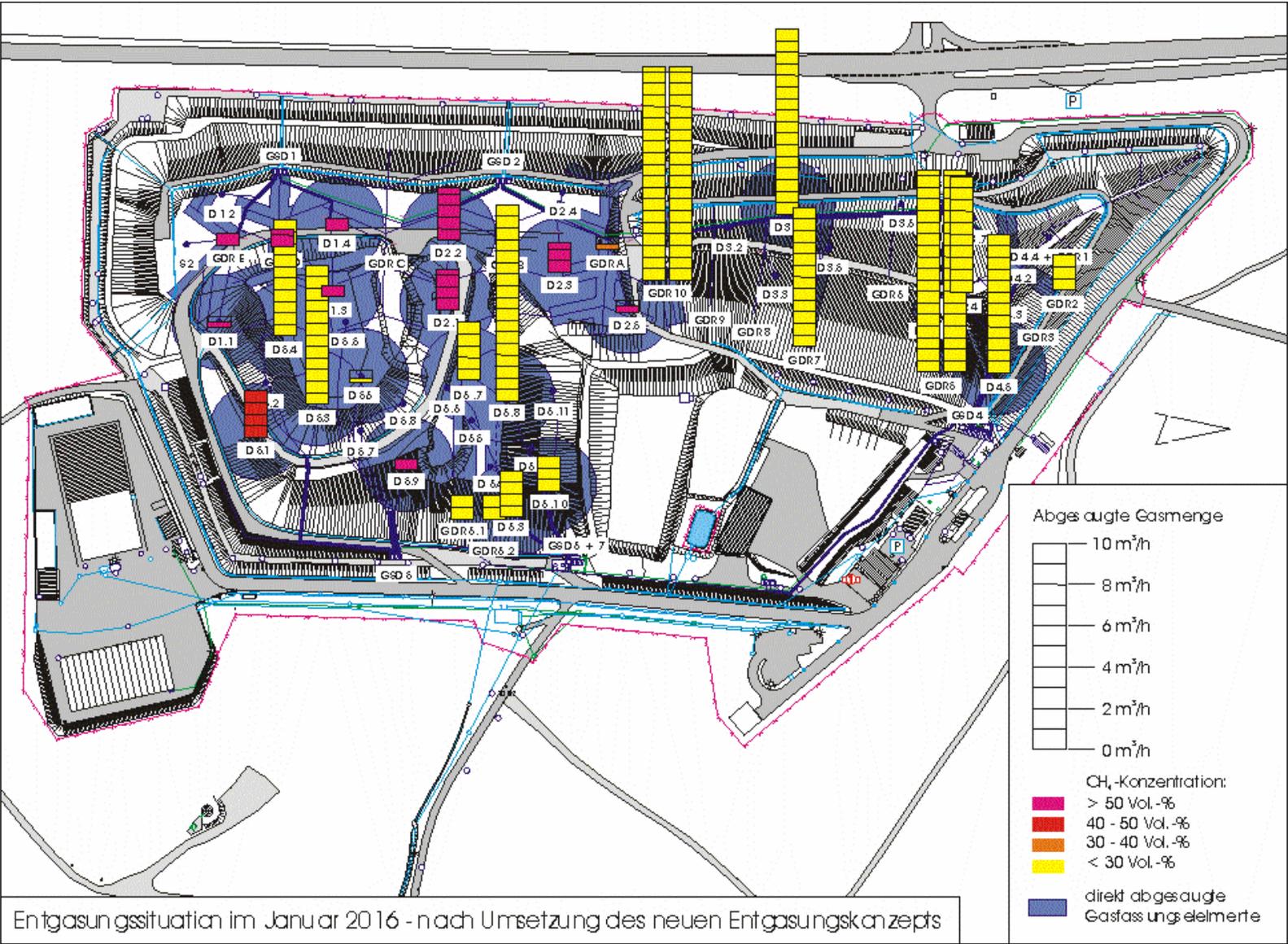
6. Entgasungssituation vor/nach der Umsetzung des neuen Entgasungskonzeptes ⁴



Referenzszenario - Situation vor Umsetzung des neuen Entgasungskonzeptes

Abbildung 11: Entgasungssituation vor Umsetzung des neuen Entgasungskonzeptes

⁴ Referenzszenario - Situation vor der Umsetzung - Darstellung der Entgasungssituation auf Grundlage der im Jahr 2014 abgesetzten Gasemissionen von insgesamt ca. 200.000 m³/a als Stundenmittelwerte.



Entgasungssituation im Januar 2016 - nach Umsetzung des neuen Entgasungskonzepts

Abbildung 12: Entgasungssituation nach Umsetzung des neuen Entgasungskonzeptes

7. Erreichte und erwartete CO₂-Einsparung der Maßnahmen

Mit der Anlage wurden in den ersten 3 Monaten ca. 250.000 m³ über den Schwachgasstrang abgesaugt und in der RTO behandelt. Die RTO einschließlich der Wärmeauskoppelung arbeitet stabil und zuverlässig.

Die beiden Stirlingmotoren haben nach jeweils ca. 1.000 Betriebsstunden ca. 14.000 kWh Strom produziert. Insgesamt wurden hierzu ca. 12.500 m³ Deponiegas bei einer CH₄-Konzentration von ca. 50 - 60 Vol.-% über den Gutgasstrang abgesaugt.

Unter Zugrundelegung des Referenzszenarios - vor Umsetzung des neuen Entgasungskonzeptes - und den Betriebsdaten der beiden Anlagen - ca. 3 Monate nach Umsetzung des Konzepts - die nachfolgende erste Bilanzierung:

- gesamte abgesaugte Gasmenge in den ersten 3 Monaten 250.000 m³
- gesamte abgesaugte Menge an C_{ges} (CH₄ und CO₂) 76.500 m³
- Anlagenbetriebszeit/Anlagenverfügbarkeit > 90 %
- Wirkleistung der Anlage im Regelbetrieb ca. 5 kW
- Wirkarbeit der Anlage seit Inbetriebnahme ca. 10.800 kWh
- Wirkarbeit mit Hilfe der Stirlingmotoren
seit Inbetriebnahme ca. 14.000 kWh
- **bereits erreichte CO₂-Einsparung
seit Beginn des Einfahrbetriebes (90 Tage Betrieb) ca. 1.240 t CO₂ Eq**
- CO₂-Einsparung - Hochrechnung für 2016⁵ ca. 5.026 t CO₂ Eq
- CO₂-Einsparung laut Prognose für 2016 ca. 2.836 t CO₂ Eq
- **Bewertung des Projektstandes:
Die Prognosewerte werden erreicht, sehr wahrscheinlich übertroffen**
- erwartete zukünftige CO₂-Einsparung 2016 - 2040
gemäß Prognose ca. 32.800 t CO₂ Eq

⁵ bei 90 % Anlagenverfügbarkeit

Deponie Bengelbruck - Bilanzierung								
Referenzszenario - Anlagenbetrieb vor Umsetzung des neuen Entgasungskonzepts								
CH ₄	CO ₂	CH ₄ /CO ₂	CH ₄ + CO ₂	Absaugmenge		CH ₄	CO ₂	CH ₄ +CO ₂
Vol.-%	Vol.-%	-	Vol.-%	m ³ /h	m ³ /d	m ³ /d	m ³ /d	m ³ /d
42,6	20,7	2,06	63,3	22	529	225	109	335
Anlagenbetrieb 70 Tage nach Umsetzung des neuen Entgasungskonzepts								
CH ₄	CO ₂	CH ₄ /CO ₂	CH ₄ + CO ₂	Absaugmengen		CH ₄	CO ₂	CH ₄ +CO ₂
Vol.-%	Vol.-%	-	Vol.-%	m ³ /h	m ³ /d	m ³ /d	m ³ /d	m ³ /d
10,2	16,1	0,63	26,3	185	4.440	453	715	1.168
Gutgasstrang - Stirlingmotoren								
60,0	23,2	2,59	83,2	15	360	216	84	300
Gesamt - Gutgas + Schwachgas								
13,9	16,6	0,84	30,6	200	4.800	669	798	1.467
Entwicklung - Zu-/Abnahme								
CH ₄	CO ₂	CH ₄ /CO ₂	CH ₄ + CO ₂	Absaugmenge		CH ₄	CO ₂	CH ₄ +CO ₂
Vol.-%	Vol.-%	-	Vol.-%	m ³ /h	m ³ /d	m ³ /d	m ³ /d	m ³ /d
-28,7	-4,1	-1,2	-32,7	178	4.271	444	689	1.133
↓↓↓	↓	↓↓↓	↓↓↓	↑↑↑↑↑↑↑	↑↑↑↑↑↑↑	↑↑↑	↑↑↑↑↑↑	↑↑↑↑↑
-67%	-20%	-59%	-52%	908%	908%	297%	729%	438%
Emissionsminderung gegenüber dem Referenzszenario								
bel Anlagenbetrieb am 08.01.2016			15	† CO ₂ Eq/Tag	Hochrechnung für 2016		5.026	† CO ₂ Eq/a

Tabelle 2: Betriebsergebnisse und Bilanzierung

Ergebnis

1. Die Absaugmenge wurde im Vergleich zum Referenzszenario - Anlagenbetrieb 2014 - um 900 % gesteigert.
2. Die erfasste Menge an Methan stieg um ca. 300 % und die Kohlendioxidfracht aufgrund der zunehmenden Aerobisierung sogar um über 700 %.
3. Im Ergebnis bedeutet dies eine Steigerung des Kohlenstoffaustrages über den Gaspfad im Vergleich zum Referenzszenario um ca. 440 %.
4. Die Emissionsminderung gegenüber dem Bezugsjahr 2014 beträgt - bei Regelbetrieb der Anlage am Bilanzstichtag 08. Januar 2016 - ca. 15 t CO₂ Eq/Tag.
5. Bei einer konservativ geschätzten Anlagenverfügbarkeit von 90 % bedeutet dies - hochgerechnet auf das gesamte Jahr 2016 - eine Emissionsminderung von ca. 5.000 t CO₂ Eq.

8. Energiebilanz des Klimaschutzkonzeptes⁺

Ziel des Gesamtvorhabens war es, neben der Minimierung der Methanemissionen, zusätzlich eine positive Energiebilanz zu erzielen und den Energieinhalt der beiden Gasströme - Gut- und Schwachgas - weitestgehend zu nutzen.

Durch den Einsatz der Stirlingmotoren mit einer durchschnittlichen Leistung von ca. 2 x 7 kW, kann der gesamte elektrische Energiebedarf der Gasbehandlungsanlagen aber auch ein Teil des Strombedarfs der sonstigen Deponieanlagen abgedeckt werden.

Die Gasförderstation für Gut-/Schwachgas einschließlich der Schwachgasbehandlungsanlage benötigt im derzeitigen Regelbetrieb nur ca. 3 - 4 kW_{el}.

Rechnet man die in den Wintermonaten (November - April) genutzte Wärme aus der Schwachgasbehandlung mit ca. 150.000 kWh hinzu, verstärkt sich die positive Energiebilanz weiter.

Damit kann - neben der Minderung der primären Treibhausemissionen der Deponie - ein weiterer positiver Klimaeffekt durch die Vermeidung von Sekundäremissionen und Substitution fossiler Energieträger verzeichnet werden.

Energiebilanz - Stromproduktion - Stromverbrauch ⁶		
Wirkarbeit der Stirlingmotoren	ca. 86.000 kWh/a	= 100 %
Wirkarbeit Entgasungsanlage	ca. 30.500 kWh/a	35,5 %
Wirkarbeit der Deponie	ca. 65.000 kWh/a	75,5 %
Eigenstrombedarf	ca. 95.500 kWh/a	= 111 %
Bilanz	- 9.500 kW/a	- 10 %

Tabelle 3: Energiebilanz - Stromproduktion - Stromverbrauch

Der Stromverbrauch der Deponie kann 2016 zu ca. 90 % mit Hilfe der beiden Stirlingmotoren gedeckt werden. Ohne Berücksichtigung der Anlaufschwierigkeiten ist ein Deckungsbeitrag > 100 % erzielbar.

⁶ Hochrechnung für 2016 auf Grundlage der Betriebsdaten von Januar bis Oktober

9. Erste Betriebserfahrungen mit den Stirlingmotoren

Die ersten 4 Monate nach Inbetriebnahme der beiden Stirlingmotoren waren geprägt von zahlreichen Anlaufschwierigkeiten, Ausfällen und Betriebsunterbrechungen. Probleme gab es u. a. mit der Druckregelung, der Heliumversorgung und einem falsch angeschlossenen Kühlwasserkreislauf. Die Motoren erreichten im Zeitraum Januar bis April 2016 Verfügbarkeiten von nur ca. 61 - 62 %. Im weiteren Betrieb konnten die technischen Probleme weitestgehend gelöst werden. Die Anlagenverfügbarkeit der beiden Motoren stieg im Zeitraum Mai bis Oktober 2016 auf 92 bzw. 93 %.

Die Stirlingmotoren wurden mit CH₄-Konzentrationen zwischen 34 und 62 Vol.-% im Deponiegas betrieben. Die Gasqualität hatte keinen wesentlichen Einfluss auf den Betrieb der Motoren.

Gaszusammensetzung	
Methan	34 bis 62 Vol.-%
Kohlendioxid	18 bis 21 Vol.-%
Sauerstoff	< 0,5 Vol.-%
Gasverbrauch - Januar bis Oktober 2016	ca. 95.000 Nm ³ /h
Wirkarbeit der Motoren - Januar bis Oktober 2016	71.863 kWh _{el}
Stirlingmotor 1	
Anlagenverfügbarkeit - Januar bis April 2016	62,0 %
Anlagenverfügbarkeit - Mai bis Oktober 2016	92,2 %
Anlagenverfügbarkeit - Januar bis Oktober 2016	80,2 %
Betriebsstunden - Januar bis Oktober 2016	5.871 h
Stirlingmotor 2	
Anlagenverfügbarkeit Januar bis April 2016	60,4 %
Anlagenverfügbarkeit Mai bis Oktober 2016	93,3 %
Anlagenverfügbarkeit Januar bis Oktober 2016	80,2 %
Betriebsstunden Januar bis Oktober 2016	5.874 h

Tabelle 4: Betriebsdaten zu den Stirlingmotoren

10. Genehmigungsverfahren und Emissionsgrenzwerte der Stirlingmotoren

Den rechtlichen Rahmen bildete nach Absprache mit der Genehmigungsbehörde eine Anzeige nach § 35 Abs.4 KrWG in Verbindung mit § 15 Abs.1 BImSchG. Die Stirlingmotoren wurden gemäß BImSchG als genehmigungsbedürftige Anlage nach Nr. 8.1.3 des Anhangs 1 der 4. BImSchV eingestuft.

Nachfolgende Emissionsgrenzwerte bezogen auf einen Sauerstoffgehalt im Abgas von 3 % und trockenes Abgas im Normzustand dürfen nicht überschritten werden.

Gasverbrennungsanlage mit Stirlingmotoren	Grenzwert
Feuerungstechnisch bedingte Stoffe	
Kohlenmonoxid CO	100 mg/m ³
Stickstoffoxide (angegeben als NO ₂)	100 mg/m ³
Feuerungstechnisch bedingte Stoffe	
Organische Kohlenstoffverbindungen (angegeben als Gesamt-C)	0,5 kg/h

Tabelle 5: Grenzwerte

Am 11. Mai 2016 erfolgte die erste Emissionsmessung gem. § 28 BImSchG.

Parameter	Einheit	max. Messwert abzüglich erweiterter Messunsicherheit	max. Messwert zuzüglich erweiterter Messunsicherheit	Emissionsgrenzwert
Stirlingmotor 1				
CO	mg/m ³	55	60	100
NO ₂	mg/m ³	50	59	100
Gesamt-C	mg/m ³	0,001	0,003	0,5
Stirlingmotor 2				
CO	mg/m ³	86	95	100
NO ₂	mg/m ³	51	60	100
Gesamt-C	mg/m ³	0,007	0,008	0,5

Tabelle 6: Ergebnis der Emissionsmessung vom 11. Mai 2016

11. Kostenzusammenstellung - Stirlingmotoren

Zusammenstellung der Investitionskosten der beiden Stirlingmotoren

1 Container	8.800,-- €
2 Maschinenteknik - Stirlingmotoren	101.450,-- €
3 Steuer- und Regelungstechnik	7.410,-- €
4 Lieferung, Montage und Inbetriebnahme	3.600,-- €
5 Fundamenterstellung	3.400,-- €
6 Gasseitige Einbindung	2.830,-- €
7 Elektrotechnische Einbindung	2.150,-- €
8 Erdung Container einschl. Tiefbau	1.930,-- €
9 Erweiterung der Trafostation	1.550,-- €
10 Sicherheitstechnische Abnahme	1.200,-- €
11 Emissionsmessung	2.600,--€
12 Wärmeauskoppelung Sekundärkreislauf (zusätzliche Kosten)	6.764,07 €
13 Anschluss an die Stromversorgung der Deponie	3.860,64 €
14 Netzeinspeisung und Visualisierung	10.837,40 €
15 Planungsleistungen	30.641,69 €
16 Abschlussbericht	10.000,-- €
Summe netto	199.023,80 €
MwSt.	37.814,52 €
Summe brutto	236.838,32 €

Tabelle 7: Zusammenstellung der Investitionskosten



**Landkreis
Freudenstadt**

**Deponiegasbehandlungsanlage der Deponie Bengelbruck
Gutgasverwertung mittels Stirlingmotor
Eigenstromnutzung**



gefördert durch:



Baden-Württemberg
MINISTERIUM FÜR UMWELT, KLIMA UND ENERGIEWIRTSCHAFT

Bauherr:
Landratsamt Freudenstadt
Bau- und Umweltamt
Herrenfelder Straße 14
72236 Freudenstadt



**Landkreis
Freudenstadt**

Planungsbüro:
contec
Ingenieurgesellschaft für Energie
und Umwelttechnik mbH
Raistingner Straße 4/1
71083 Herrenberg



contec
Ingenieurgesellschaft für Energie
und Umwelttechnik mbH

Ausführendes Unternehmen:
Lambda Gesellschaft
für Gastechnik mbH
Hertener Mark 3
45699 Herten



LAMBDA



inspiro
Environmental Excessive Extraction



Abbildung 13: Deponie Bengelbruck - neue Entgasungsanlage
links: Gutgasverwertung mit 2 Stirlingmotoren,
rechts: Gasförderstation und RTO mit Wärmeauskoppelung

12. Literatur

- | | | |
|--|------|---|
| Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit
(Berlin) | 2014 | Richtlinie zur Förderung von Klimaschutzprojekten in sozialen, kulturellen und öffentlichen Einrichtungen im Rahmen der Nationalen Klimaschutzinitiative vom 15.09.2014
Merkblatt Erstellung von Klimaschutzteilkonzepten, Hinweise zur Antragstellung |
| Fa. Lambda
(Herten) | 2015 | http://www.lambda.de/ |
| Fa. BMF Haase
(Neumünster) | 2015 | http://www.bmf.haase.de/ |

13. Projektförderung und Danksagung

Das Klimaschutzkonzept⁺ zur Reduzierung der Treibhausgasemissionen der Deponie Bengelbrück unter Anwendung des inspiro©-Verfahrens wurde im Rahmen der NKI - Nationalen Klimaschutzinitiative vom Bund gefördert.

Gefördert durch:



**Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz,
Bau und Reaktorsicherheit**

**aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages**



**NATIONALE
KLIMASCHUTZ
INITIATIVE**

Die Stirlingmotoren zur Deponiegasverwertung wurden vom Land Baden-Württemberg - Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft - aus Mitteln des kommunalen Investitionsfonds als „innovatives Projekt in der Abfallwirtschaft“ gefördert.



Baden-Württemberg

MINISTERIUM FÜR UMWELT, KLIMA UND ENERGIEWIRTSCHAFT

Dem Bund und dem Land Baden-Württemberg gilt daher der ausdrückliche Dank für ihren wesentlichen Finanzierungsbeitrag.

Anschrift der Verfasser:

Udo Großwendt
Dipl. Ing. (FH)

Landkreis Freudenstadt
Abfallwirtschaftsbetrieb
Herrenfelder Strasse 14
D-72250 Freudenstadt

Telefon 07441 920 5052

Email: u.grosswendt@landkreis-freudenstadt.de



Joachim Lehner
Dipl. Ing. (FH), Dipl.-Wirt. Ing. (FH)

contec Ingenieurgesellschaft für
Energie und Umwelttechnik mbH
Raistingener Straße 4/1
D-71083 Herrenberg

Telefon 07032 23366

Email: info@contec-herrenberg.com



Anlagen

- Technisches Datenblatt
- Pressestimmen

Modul: Stirling-BHKW C9G
Leistung: 7,2 kWel
Brennstoff: Deponiegas/Klär gas/Biogas

LAMBDA



Moduldaten		
Hersteller	[-]	CLEANERGY
Typ	[-]	C9G
Heizwasserinhalt (Wasser/Ethylenglykol 50%/50%)	[l]	4,2
Ölinhalt	[l]	1,7
Leergewicht Genset	[kg]	470
Abmessungen Genset (LxBxH)	[m]	1,45 x 0,70 x 1,00
Verbrennungstechnische Daten		
	Last	100%
Methangehalt	[%]	18-100
Abgasmassenstrom	[kg/h]	100
max. Abgasgegendruck	[mbar]	2
max. Abgastemperatur mit Abgaswärmetauscher	[°C]	100
max. Abgastemperatur ohne Abgaswärmetauscher	[°C]	300
Generator		
	Last	100%
Fabrik / Typ	[-]	Baldor 0936 M
Energiebilanz		
	Last	100%
Elektrische Klemmleistung (3 x 400V, 50 Hz, cos phi = 1,0)	[kW]	2 - 7,2
Brennstoffeinsatz (Toleranz +5%) *	[kW]	11 - 39
Gasvolumenstrom bei 30 % CH ₄ *	[m ³ /h]	3,7- 9,7
Nutzbare Gesamtwärmeleistung (Option) *	[kW]	8 - 25
Gasverbrauch Arbeitsgas Helium im Betrieb	[ml/h]	100 - 300
Gasverbrauch Arbeitsgas Helium im Stillstand	[ml/h]	0 - 100
Wirkungsgrade		
	Last	100%
Elektrischer Wirkungsgrad *	[%]	16 - 24
Thermischer Wirkungsgrad mit Abgaswärmetauscher 50° Vorlauf *	[%]	55 - 73
Gesamtwirkungsgrad *	[%]	71 - 97
Wärmetechnik		
min. Wassertemperatur Eintritt	[°C]	30°C
max. Wassertemperatur Austritt	[°C]	65°C
Temperaturdifferenz	[K]	10-15
max. Systemdruck	[bar]	3
Anlagenbedingungen		
Gasfließdruck in Abhängigkeit der Gasqualität	[mbar]	120-300
max. Schwefelgehalt mit Abgaswärmetauscher	[ppm]	100
max. Schwefelgehalt ohne Abgaswärmetauscher	[ppm]	200
max. Siliziumgehalt	[mg/m ³]	30
max. Gastemperatur	[°C]	+40
max. Gasfeuchte (keine Kondensation im Gaseintritt zulässig)	[%]	80
Umgebungstemperatur	[°C]	+5 - +35
min. Luftzufuhr	[m ³ /h]	40
Absicherung (träge)	[A]	32
minimale Abstände zu anderen Anlagenteilen (bei Modulaufstellung)		
Seiten	[mm]	800
Rückseite	[mm]	400
Oben	[mm]	900
Anschlußdaten		
Brenngas	["]	1/2
Arbeitsgas Helium (Klemmringverschraubung)	[mm]	6
Abgas	[DN]	80
Wärmeauskopplung (Option)	["]	1
Spülanschluss Wasser (Option Abgaswärmetauscher)	["]	1/2
Kondensatanschluss (Option Abgaswärmetauscher)	["]	1/2
* bei Vorlauftemperatur 50°C		

Ein erheblicher Beitrag zum Klimaschutz

Neue Anlagen zur Gasbehandlung und Gasverwertung auf der Deponie Bengelbruck eingeweiht / Bundesweit einmalig

Gestern wurden auf der Deponie Bengelbruck bei Freudenstadt die neuen Deponiegasbehandlungs- und Verwertungsanlagen feierlich eingeweiht. Das neue Verfahren ist bisher einmalig in der Bundesrepublik und leistet einen erheblichen Beitrag zum Klimaschutz.

MONIKA SCHWARZ

Kreis Freudenstadt, Landrat Dr. Klaus Michael Rückert, Freudenstadts Bürgermeister Gerhard Link sowie Vertreter der an der Errichtung und am Bau beteiligten Firmen und Ingenieurbüros, Mitarbeiter des Abfallwirtschaftsbetriebs sowie zahlreiche Kommunalpolitiker waren gekommen, um die neue Anlage offiziell ihrer Bestimmung zu übergeben.

Der Landrat nutzte die Gelegenheit für einen kurzen Blick zurück. In

Betrieb genommen wurde die Deponie Bengelbruck bereits im Jahr 1972. Das Thema Abfallwirtschaft hat sich seither stark gewandelt, so Rückert. Mit Stolz könnte man sagen, dass der Landkreis Freudenstadt immer an der Spitze der Bewegung gestanden habe, wenn es um Neuerungen und Verbesserungen im Bereich der Abfallwirtschaft gegangen sei. So habe man beispielsweise schon Ende der 1990er Jahre eine Konzeption entwickelt, mit der Schwachgase ohne negative Auswirkung auf die Umwelt behandelt werden könnten. Auch sonst habe man technische Entwicklungen stets beobachtet und versucht, das jeweils Beste herauszuholen.

Mit der neuen Anlage habe der Kreis nun eine energieoptimale Behandlung der Deponiegase als vorrangiges Ziel erreicht. „Die Lösung mit energieautarkem Gasbehandlung und darüber hinaus zusätzlicher Energiegewinnung für den Deponiebedarf ist bundesweit einmalig“, be-

tonte der Landrat stolz. Das bedeutet: Es ist die bundesweit erste Anlage dieser Art, mit der mehr Strom erzeugt als verbraucht wird, um sie zu betreiben. So bleibt Energie „übrig“ für den Betrieb der Deponie.

Rückert dankte deshalb der eigenen Mannschaft im Landratsamt, darüber hinaus den Ingenieuren und Behörden, die das Vorhaben von Anfang an unterstützt haben. Mit der neuen Anlage habe man nun auch in Sachen Klimaschutz und CO₂-Reduzierung einen großen Schritt getan. Insgesamt entsprechen die CO₂-Reduktion von rund 1300 Tonnen pro Jahr einer solchen von über 700 Autos, erklärte Rückert zum Ausmaß. Der Landkreis leistet damit einen wesentlichen Beitrag zum Klimaschutz – gerade auch im Rahmen seiner Teilnahme am European Energy Award. Er freute sich über die Fördergelder, die es dafür vom Bund und vom Land gegeben hat, und ohne die das Vorhaben nicht hätte verwirklicht werden können.

Der technische Betriebsleiter der Deponie, Udo Großwendt, sowie Planer Joachim Lehner von der Firma „Contec“ in Hermsberg erklärten anschließend anhand einer Präsentation die Technik und das Verfahren der Ertragsgas, das in der neuen Anlage stattfindet. In der 40-jährigen Laufzeit der Deponie habe sich die Zusammensetzung der Abfälle zunehmend verändert, erklärte Großwendt. Insbesondere in den 1980-er Jahren wurden erhebliche Mengen an organischen Abfällen eingebaut, die aufgrund der Gaserzeugung den Aufbau einer Deponierungsgasse notwendig machten. Anfangs wurde dieses Gas über eine Hochtemperaturfackel verbrannt. Von 1992 bis 2009 erfolgte eine motorische Nutzung des Gases mit Stromerzeugung in das öffentliche Netz.

Mit der Getrennsammlung von Bioabfällen seit dem Jahr 1995 – der Landkreis Freudenstadt war auch hier ein Vorreiter – und dem Abschluss der Annahme von Klärschlamm hat sich das Gasbildungspotenzial darin stetig verringert. Ab 2009 könnte das Gas schließlich nur



Auch einige Kommunalpolitiker kamen zur offiziellen Erweihung der neuen Anlage und ließen sich von Udo Großwendt, dem technischen Betriebsleiter der Deponie Bengelbruck, erklären, wie sie funktioniert. Auf dem Bild stehen sie vor dem autothermen Reaktor, der sogenannten „VocsBox“ zur Schwachgasbehandlung. Bilder: mos

nach über die Fackel verbrannt werden.

Schon damals zeigte sich, dass die Anlage langfristig nicht in der Lage sein würde, den weiter anwachsenden Anteil an so genanntem Schwachgas

„Der Landkreis Freudenstadt stand immer an der Spitze der Bewegung, wenn es um Neuerungen und Verbesserungen im Bereich der Abfallwirtschaft ging.“

Landrat Klaus Michael Rückert

für das „Gutgas“ wurde nun eine Behandlung mit zwei Stirlingmotoren mit einer Leistung von circa 14 kW vorgesehen. Damit können die Gasbehandlungsanlagen selber und der größte Teil des Deponiebedarfs an Strom abgedeckt werden.

Die Investition wurde vom Land Baden-Württemberg mit 45 Prozent der Anschaffungskosten gefördert. Die Schwachgasbehandlung erfolgt hingegen mittels eines autothermen Reaktors, der so genannten „VocsBox“.

Das Gas wird dabei über ein in einem isolierten Behälter befindliches Keramikbett geleitet und dort bei etwa 1000 Grad Celsius flammenlos oxidiert. Die dabei entstehende Ab-

wärme wird in den Wintermonaten für die Beheizung der Deponieblöcke genutzt. Die Schwachgasbehandlungsanlage wurde vom Bund mit rund 48 Prozent der Anschaffungskosten im Rahmen der Nationalen Klimaschutzinitiative gefördert.

Der Jahresertrag an elektrischer Arbeit der Stirlingmotoren beträgt rund 102 000 kWh, die Wärmeerzeugung für Deponieanlagen aus der „VocsBox“ beträgt 150 000 kWh. „Bezogen auf die spezifischen Investitionskosten von rund 840 000 Euro (einschließlich Erschließungs- und Nebenkosten) sind damit beide Verfahren mit rund 23 Euro pro Tonne CO₂-Äquivalent „sehr effizient“, betonte der Landrat.

Bengelbruck ist eine Deponie des Landkreises Freudenstadt. Dass die neuen Anlagen neben der CO₂-Reduzierung auch finanzielle Einsparmöglichkeiten bieten, dürfte dabei ein positiver „Nebeneffekt“ sein.



Durch zwei Stirling-Motoren mit einer Leistung von circa 14 kW können die Gasbehandlungsanlagen selbst und der größte Teil des Deponiebedarfs an Strom abgedeckt werden. Bürgermeister Gerhard Link, Landrat Klaus Michael Rückert, der technische Betriebsleiter der Deponie Udo Großwendt und Bürgermeister Torsten Pfeifer (von rechts) begutachten diesen Teil der neuen Anlage.

Freudenstadt

Neue Abfall-Anlage in Deutschland einmalig

Ursula Blaich, 29.02.2016 09:58 Uhr



Die Technik der neuen Deponiegasanlage. Foto: Blaich

Freudenstadt - Eine energieautarke Deponiegasbehandlungsanlage mit Wärmenutzung und Eigenstromversorgung wurde auf der Deponie Bengelbruck eingeweiht. Es ist ein deutschlandweit einmaliges Pilotprojekt.

Entwickelt wurde sie vom Landratsamt als Bauherr und dem Ingenieurbüro Contec aus Herrenberg. Landrat Klaus Michael Rückert begrüßte auf der Deponie Bürgermeister Gerhard Link sowie Kreisräte, Ortschaftsräte aus Igelsberg und Musbach, Vertreter des Ingenieurbüros und der am Bau beteiligten Firmen, Behördenvertreter und Mitarbeiter des Abfallwirtschaftsamtes zur Einweihung der neuen Anlage.

In das Gesamtprojekt, dessen Planungen vor rund zwei Jahren angelaufen sind, wurden insgesamt 840000 Euro investiert. 355000 Euro stammen aus Zuschüssen vom Bund und vom Land Baden-Württemberg. Der Landrat erinnerte an die Anfänge der Deponie 1972 und an die Übernahme der Deponie 1975 durch den Landkreis. Die energieneutrale Behandlung der Deponiegase gelte als vorrangiges Ziel der neuen Anlage. Dies sei etwas ganz

Besonderes und deutschlandweit einmalig, so Rückert.

Ohne Fördergelder wäre das Projekt nicht realisierbar gewesen, informierte Rückert weiter. Wichtig sei ihm auch, dass der Landkreis mittlerweile "European-Energy-Award-Landkreis" und das Ziel habe, immer noch besser zu werden. Er dankte allen, die an der Verwirklichung des Projekts mitgeholfen haben, und auch der Mannschaft auf der Deponie.

Udo Großwendt, Technischer Leiter des Abfallwirtschaftsbetriebs beim Landratsamt, stellte die Technik und das Verfahren genauer vor. Die energieautarke Deponiegasbehandlung sei in der jetzigen Konstellation einzigartig, sagte er. Die Zusammensetzung der Abfälle habe sich in den vergangenen 40 Jahren stark verändert, es entstehe dabei vermehrt Deponiegas. Daher sei der Aufbau einer Deponieentgasung notwendig geworden, erklärte er. Rechtliche Vorgaben zum Umweltschutz hätten zu Überlegungen gezwungen, wie das Deponiegas behandelt werden könne. Bei langjährigen Untersuchungen der einzelnen Deponieabschnitte sei festgestellt worden, dass es Bereiche mit relativ gutem Gas (Methangehalt zwischen 30 und 60 Volumenprozent) und Bereiche mit relativ schlechtem Gas (Methangehalt zwischen sechs und 30 Volumenprozent) gebe. Durch technische Entwicklungen sei bei der jetzigen Anlage die Behandlung beider Gasqualitäten möglich.

Für das Gutgas werde jetzt mittels zwei Stirlingmotoren Strom erzeugt und damit der größte Teil des Deponiebedarfs abgedeckt. Die Schwachgasbehandlung erfolge mittels eines autothermen Reaktors, der sogenannten VocsiBox, erklärte er. Das Gas werde dabei über ein in einem isolierten Behälter befindliches Keramikbett geleitet und dort bei etwa 1000 Grad Celsius flammenlos oxidiert. Die dabei entstehende Abwärme werde in den Wintermonaten für die Beheizung der Deponiegebäude genutzt. "Damit wird das gesamte Deponiegas über eine auf bundesdeutschen Deponien bisher einmalige Verfahrenskombination nicht nur energieautark behandelt, sondern es wird auch ein Energieüberschuss erzielt", informierte Großwendt.

Weitere genauere Informationen über die Funktion und den Umbau der zentralen Gassammelstelle für die Gut- und Schwachgastrennung gab Joachim Lehner vom Ingenieurbüro Contec aus Herrenberg.