

Nutzung von Deponie-Schwachgasen im Klärwerk

Jürgen Machnow und Jörg Schleifer

RYTEC GmbH, Abfalltechnologie + Energiekonzepte, Baden-Baden

Abstract

Die Deponie-Schwachgase (30 bis 35 % CH₄) aus der Deponie Tiefloch der Stadt Baden-Baden werden in der 5,5 km entfernten Gemeinschaftskläranlage Baden-Baden • Sinzheim energetisch genutzt.

Keywords

Entsorgung von Deponieschwachgasen

Mischung mit heizwertreichem Klärgas

Gasnutzung im Klärwerk-BHKW

1 Einleitung, Erläuterung der Ausgangssituation

1.1 Nachhaltige und regenerative Nutzung von Deponieschwachgasen der Deponie Tiefloch auf der Gemeinschaftskläranlage Baden-Baden • Sinzheim

Die Stadt Baden-Baden, vertreten durch das Fachgebiet Umwelttechnik, betreibt und bewirtschaftet im Rahmen ihres Entsorgungs- und Entwässerungskonzeptes die Hausmülldeponie Tiefloch sowie die Gemeinschaftskläranlage Baden-Baden • Sinzheim.

Die Stadt hat ein Konzept entwickelt, wie zukünftig die Deponiegasentsorgung auch unter Berücksichtigung von weiter zurückgehenden Gasmengen und –qualitäten unter ökologischen und ökonomischen Gesichtspunkten gewährleistet werden kann. Hierzu wurde unter Mitwirkung der Ryttec das realisierte Konzept als das wirtschaftlichste und ökologisch nachhaltigste bewertet.

1.2 Projektvorstellung

Auf der Deponie Tiefloch entsteht durch die biogenen Abbauvorgänge aus den organischen Bestandteilen der abgelagerten Abfälle Deponiegas. Dieses Gas ist wegen möglicher Schadwirkungen, Explosionsgefahren [1,2] sowie des darin enthaltenen klimaschädigenden Treibhausgases Methan zu behandeln [3]. Hierzu wird seit dem Jahr 1992 am Standort eine Entgasungs- und Abfackelungsanlage betrieben.



Abbildung 1 Stadt Baden-Baden, Deponie Tiefloch

Ziel des Projektes war die kostengünstige und nachhaltige Behandlung des Deponiegases. Einer „hochwertigen“ energetischen Verwertung sollte ein hoher Stellenwert eingeräumt werden. In einer Machbarkeitsstudie wurden verschiedenartigste Lösungsansätze auf ihre Realisierbarkeit untersucht. Im Einzelnen wurden folgende Alternativen geprüft:

- Reine Schwachgasentsorgung am Deponiestandort durch katalytische Oxidation
- Gasmotorische Nutzung auf der Deponie ohne Abwärmenutzung (BHKW)
- Gasmotorische Nutzung am Standort der 1 km entfernten Hauptfeuerwache Baden-Baden mit Abwärmenutzung
- Nutzung des Deponiegases durch Teilsubstitution von Erdgas zur Dampferzeugung im Heizkessel einer etwa 2 km entfernten Großwäscherei
- Nutzung des Deponiegases in einer Erdgasheizzentrale in 1,5 km Entfernung (Nahwärmeversorgung Wohngebiet)
- Gasmotorische Nutzung der Deponiegase in den bestehenden Infrastrukturen und Anlagentechniken in der 5,5 km entfernten Gemeinschaftskläranlage Baden-Baden • Sinzheim durch Mischung mit heizwertreicherem Klärgas

Letztendlich zeigte sich aus den Studien, dass eine Gasnutzung nur dann möglich und wirtschaftlich interessant ist, wenn der potentielle „Energiekunde“ eine hohe jährliche Auslastung des Brennstoffbezuges sichert und eine Verwertbarkeit des geringen Heizwertes des Brennstoffes zulässt.

Übersichtsschema zur realisierten Deponie-, Bio- und Klärgasnutzung auf der Gemeinschaftskläranlage Baden-Baden/Sinzheim

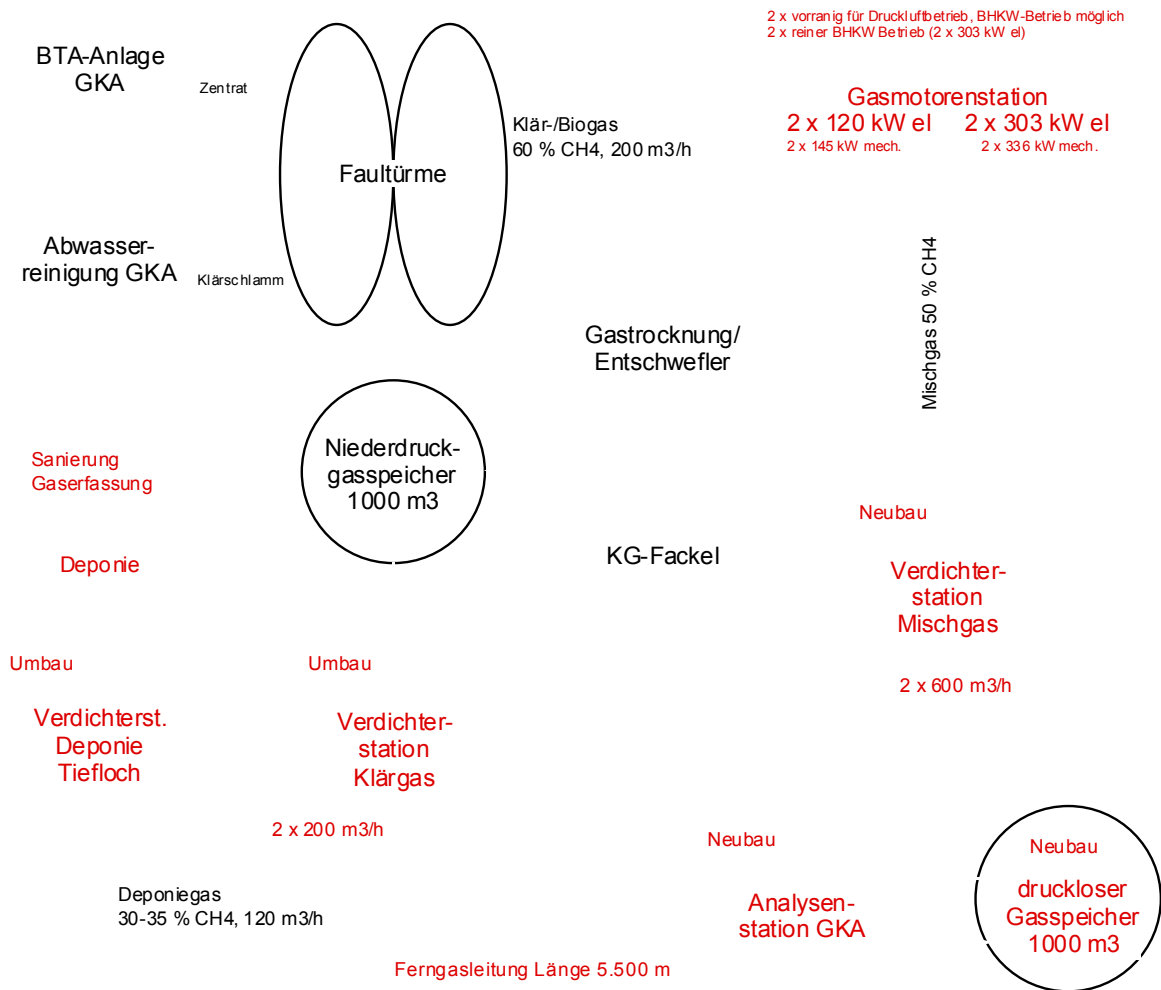


Abbildung 2 Übersichtsschema

Zusammenfassend stellten sich als Lösungsvarianten die Mitverfeuerung in der 1995 neu errichteten Erdgasheizzentrale oder aber die Vermischung mit Klärgas in der Kläranlage und Nutzung in den vorhandenen bzw. zu erneuernden Gasmotorentechniken dar. Ungünstig waren die hohen Investitionskosten bei der Gasnutzung im Klärwerk zu bewerten, andererseits sprachen die geringen Jahresnutzungsstunden in der Heizzentrale für die Lösung Klärwerk. Zudem waren die möglichen zukünftigen Potentiale der Abwärmenutzung auf der GKA positiv zu bewerten.

Auf der Gemeinschaftskläranlage wird bereits seit der Inbetriebnahme im Jahr 1983 eine gasmotorische Nutzung der Klärgase betrieben, mit der die notwendige Druckluft für die Belebungsbecken erzeugt sowie der elektrische Eigenbedarf gedeckt wird. Der Stromüberschuss wird in das Netz der Gemeinde Sinzheim eingespeist.

Eine wirtschaftlich wie auch verfahrenstechnisch sinnvolle Erweiterung der regenerativen Energieerzeugung stellt die Einbindung der Deponiegase in diese Gasnutzungstechnik auf der Gemeinschaftskläranlage Baden-Baden • Sinzheim dar.

Mit der Realisierung wurden in mehreren Bauabschnitten von 2001 bis 2004 die Voraussetzungen geschaffen. Damit ist eine gesicherte, langfristige und kostengünstige energetische Mitverwertung der Deponiegase gewährleistet. Zudem können mit dem Energieanteil aus dem Deponiegas die Betriebszeiten der Gasmotoren angehoben werden und damit ein höherer Deckungsgrad zur Eigenstromerzeugung (> 100%) geleistet werden.

1.2.1 Umbau des Gaserfassungssystems auf der Deponie Tiefloch

Hierzu wurde das bestehende Gaserfassungssystem umgebaut und in Teilbereichen saniert. Derzeit sind an die aktive Deponieentgasung 17 Gasbrunnen und 14 Gasdrainagen angeschlossen. Über insgesamt sechs Regelstationen wird das abgezogene Gas hinsichtlich Menge und Qualität einreguliert.

1.2.2 Modernisierung der Gasförderstation Tiefloch

Das Deponiegas wird über die im Jahr 2003 errichtete neue Deponieentgasungsanlage mit einem Drehkolbenverdichter dem Deponiekörper entzogen. Die Entwässerung des Deponiegases übernimmt eine vorgeschaltete Gastrocknungsanlage, mit der das Gaskondensat bei 3°C abgeschieden wird. Zur Abfackelung bei Betriebsunterbrechungen oder Stillständen steht weiterhin eine Hochtemperaturfackel neben der Station zur Verfügung.



Abbildung 3 Umgebaute Gasverdichterstation Deponie Tiefloch

1.2.3 Verlegung einer Gastransportleitung zwischen der Deponie und der Gemeinschaftskläranlage

Über eine etwa 5,5 km lange Druckleitung wird das Deponiegas von der Deponie Tiefloch zur Kläranlage transportiert. Zur Verlegung der PEHD-Leitung \varnothing 160 sowie eines Steuer- und Datenkabels mussten 2 Bundesstraßen sowie die Bundesbahntrasse Karlsruhe-Basel unterquert werden.



Abbildung 4 Mischgasspeicher, -verdichterstation und Analysenstation

Im dem neuen drucklosen Mischgasbehälter mit einem Inhalt von 1.000 m^3 erfolgt die eigentliche Mischung mit dem heizwertreichen Klärgas.

Das Mischgas wird dann über die nachgeschaltete Mischgasverdichterstation durch zwei Drehkolbenverdichter aus dem Behälter abgezogen und den Gasmotoren zugeführt.

Ebenfalls umgebaut wurde die bestehende Klärgasverdichterstation, um den zukünftig höheren Klärgasbedarf der neuen Gasmotoren gerecht zu werden.

1.2.4 Erneuerung der bestehenden Gasmotorenstation Gemeinschaftskläranlage

In der Gasmotorenanlage, die ebenfalls erneuert und modernisiert wurde, stehen nach dem Umbau zwei ladeluftgekühlte 12-Zylinder-V-Mager-Gemischmotoren Fabrikat MAN mit nachgeschalteten Drehstromgeneratoren und einer elektrischen Leistung von je 300 kW zur Stromproduktion zur Verfügung.

Über zwei weitere Gasmaschinen kann die notwendige Druckluft zur Versorgung der Klärprozesse erzeugt werden. Wahlweise ist auch hier die Stromerzeugung zur Deckung des Eigenbedarfs der Kläranlage oder zur Einspeisung in das öffentliche Netz der Gemeinde Sinzheim möglich (MAN 2 x $120 \text{ kW}_{\text{el}}$). Die insgesamt installierte elektrische Leistung beträgt nach der Modernisierung etwa $850 \text{ kW}_{\text{el}}$. Zudem wird die Abwär-

me der vier Gasmotoren für die Betriebsgebäude sowie zur Beheizung der Faultürme genutzt.

2 Erste Betriebserfahrungen und -ergebnisse

Die Gesamtanlage konnte Anfang März 2004 mit der erfolgreichen Inbetriebnahme der Mischgasverdichterstation in den Dauerbetrieb übergehen.

2.1 Mischgaszusammensetzung

Nach einigen Erprobungen wurde eine Einstellung des optimalen Heizwertes im Mischgas gefunden, der einen sicheren Motorenbetrieb zulässt. Im Regelbetrieb liegt der Heizwert des Mischgases jetzt bei etwa 46 - 48 Vol.% Methan.

Hierzu werden etwa 100 m³ Deponiegas mit etwa 200 m³ Klärgas im Mischgasspeicher gemischt und dann mit konstantem Vordruck den Gasmotoren zugeführt.

Nach Untersuchungen zu den Gaszusammensetzungen lassen sich bei relevanten Gaskomponenten, die hinsichtlich des Gasmotorbetriebes als kritisch einzuschätzen sind, durch die Mischgasfahrweise gewisse Konzentrationsverminderungen feststellen.

Tabelle Analysenwerte relevanter Gaskomponenten

Komponente	Einheit	Probe 1 Deponiegas	Probe 2 Klärgas	Probe 3 Mischgas
Gase				
Methan	Vol. %	30,3	61,0	48,1
Schwefelwasserstoff	mg / m ³	130,0	10,0	54,0
Ammoniak	mg / m ³	< 1,0	< 1,0	< 1,0
Summe Chlor	mg / m ³	4,6	1,3	2,8
Summe Fluor	mg / m ³	2,2	0,3	1,2
Summe org. Si-Verbindungen	mg / m ³	2,4	22,7	16,3
Summe Silicium	mg / m ³	0,9	8,3	6,0

2.2 Betriebsdaten

Im Zeitraum März bis November 2004 wurden knapp 650.000 m³ Deponiegas in den Gasmotoren der Gemeinschaftskläranlage Baden-Baden • Sinzheim verstromt. Damit konnten etwa 680.000 kWh an Strom aus Deponiegas erzeugt werden.

Ohne diese ausgeführte Konzeption müssten aus Gründen des Emissionsschutzes diese Gasmengen auf der Deponie Tiefloch abgefackelt werden.

2.3 Betriebserfahrungen

Das Zusammenwirken der technischen Anlagen auf der Deponie Tiefloch und der Kläranlage verläuft automatisiert mit geringem personellem Aufwand und ohne größere Störungen. Die Abfackelungsanlage auf der Deponie Tiefloch musste in diesem Zeitraum nicht betrieben werden.

Die Betriebstundenzahl der Gasmotoren auf der Kläranlage konnte deutlich gesteigert werden. Gleichzeitig wurde die Dauer der Betriebszeit der einzelnen Maschinen verlängert. Spitzenbedarfszeiten für den Eigenstromverbrauch lassen sich durch das höhere Brennstoffangebot bzw. dessen Bevorratung besser abdecken.

Bezüglich dem Ölverbrauch und der Ölwechselintervalle sowie dem Verbrauch von Ersatz- und Verschleißteilen lassen sich derzeit keine Veränderungen, die durch den Deponiegaseinsatz verursacht werden, ableiten.

Mit diesem umgesetzten Konzept ist es gelungen, den elektrischen Eigenbedarf der Gemeinschaftskläranlage Baden-Baden • Sinzheim vollständig zu decken.

3 Daten und Fakten zum Gesamtprojekt

- 2001 - 2002 Umbau von 13 Gasbrunnen und Errichtung von zwei neuen Regelleistungen sowie Erweiterung der Temporären Oberflächenabdichtung auf der Deponie Tiefloch
- 2001 Erneuerung der Technischen Ausrüstung der Klärgasverdichterstation, max. Förderung 2 x 200 m³/h
- 2001 – 2003 Erneuerung der Gasmotorenstation GKA mit 2 Gasmotorgenerator-Gebläseeinheiten mit je 120 kW_{el} und 2 BHKW-Modulen mit je 300 kW_{el}
- 2002 Bau der Analysenstation auf der GKA
- 2002 - 2003 Modernisierung der Deponiegasförderstation, max. Förderung 300 m³/h, saugseitige Gastrocknung
- 2002 - 2003 Bau der Deponiegastransportleitung zwischen der Deponie und der GKA, Länge 5.500 m
- 2003 Errichtung des Mischgasspeichers als druckloser Gasspeicher mit Speicherkapazität 1.000 m³

- 2003 – 2004 Bau der Mischgasverdichterstation auf dem Klärwerk, max. Förderung 2 x 600 m³/h
- Inbetriebnahme der Deponiegasnutzung im März 2004

Gesamtinvestitionen:	2,29 Mill. €
davon	
Umbau der Gasfassung Deponie Tiefloch:	0,38 Mill. €
Deponiegasförderstation Deponie Tiefloch, Ferngasleitung sowie Mischgasspeicher und –verdichterstation: (davon Anteil für 5 km Ferngasleitung 0,39 Mill. €	0,95 Mill. €
Erneuerung der Gasmotorenstation:	0,78 Mill. €
Erneuerung Klärgasverdichter und Erweiterung NSHV/ MS Anlage:	0,18 Mill. €

4 Zusammenfassung

Zusammenfassend ist festzustellen, dass sich das in Baden-Baden umgesetzte Projekt zur Nutzung der Deponieschwachgase technisch bewährt hat. Die einzelnen Teilprojekte konnten trotz z.T. schwieriger Randbedingungen insbesondere im Fernleitungsbau kosten- und termintreu abgewickelt werden.

Das vorgestellte Konzept wurde unter den konkreten Bedingungen in Baden-Baden entwickelt und realisiert. Es ist auf andere Standorte übertragbar, wenn

- das Deponiegas niedrige Heizwerte aufweist (Methangehalt < 40 Vol.%),
- die Deponiegasmenge auf niedrigem Niveau stark rückläufig ist oder keine verlässliche Deponiegasprognose erstellt werden kann,
- installierte Gasmotorenkapazitäten zusätzliche und kostengünstige Brennstoffsubstitutionen zulassen,
- die Betriebsführung an einem Standort konzentriert werden soll,
- auf Deponiestandorten keine durchgängige Präsenz erforderlich sein soll oder
- wenn die Gasverwertung mit einer Wärmeauskopplung verbunden werden soll.

5 Literatur

- [1] Dritte Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Abfallgesetz (TA Siedlungsabfall) vom 29. Mai 1993, Bundesanzeiger Verlagsgesell. GmbH
- [2] VKS/ATV-DVWK; 2003: Leitfaden zur Deponiestilllegung
- [3] Rettenberger, G.; 1991: Die Bedeutung der Methan-Kohlendioxid- und HKW-Emissionen von Deponien für die Atmosphäre; in: Deponiegasnutzung, Trierer Berichte zur Abfallwirtschaft, Band 2, Economica Verlag

Anschrift des Verfassers

Dipl.-Ing. Jürgen Machnow
Rytec GmbH
Im Metzenacker 1
D-76532 Baden-Baden
Telefon +49 7221 9 60 60
Email: juergen.machnow@rytec.com
Website: www.rytec.com