

Biogasanlage auf der Deponie Framersheim – Betriebs-, Kosten- und Ertragerfahrungen im Deponiegas- und Biogasbetrieb

Dipl.-Ing. H. Bräckelmann; Dipl.-Ing. A. Brosi
SCHIRMER Umwelttechnik GmbH, Mainz

1 Ausgangslage

Der Abfallwirtschaftsbetrieb (AWB) des LK Alzey-Worms betreibt in der Nähe der Ortschaft Framersheim eine Kreismülldeponie (KMD). Die Deponie befindet sich seit Mitte 2005 in der Deponiestilllegungsphase, wobei bis zum Juli 2005 ein Einlagerungsbetrieb erfolgte.

Gleichzeitig betreibt der AWB am selben Standort seit dem Jahr 1999 eine Vergärungsanlage (siehe

Abb. 1 und

Abb. 2). In der Vergärungsanlage werden die Bioabfälle des Landkreises angenommen.

Im Bereich der KMD Framersheim wird aus mehreren Deponieabschnitten das anfallende Deponiegas abgesaugt und mit Hilfe eines BHKW (I) einer energetischen Nutzung zugeführt.

Das in der Vergärungsanlage erzeugte Biogas wird ebenfalls einem BHKW (II), das sich in unmittelbarer Nähe zur Deponiegasverwertungsanlage befindetet, zugeführt und verwertet.

Die Verstromung bzw. Nutzung erfolgt getrennt für die beiden Bereiche, d. h. ein BHKW für die Biogas- und ein BHKW für die Deponiegasnutzung. Technisch ist zwar eine Mischung der beiden Gase möglich, wegen der unterschiedlichen Vergütungssätze (gem. EEG) wird jedoch eine strikte Trennung durchgeführt, um die für die Biogasverstromung höheren Vergütungssätze zu erhalten (siehe

Abb. 3).

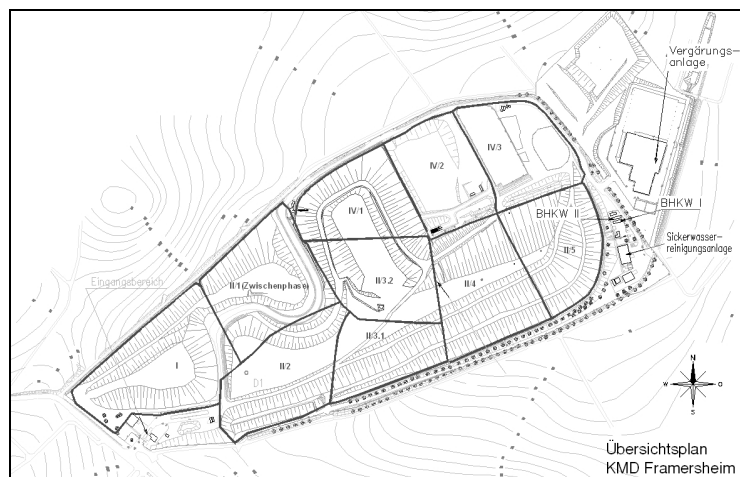


Abb. 1: Übersichtsplan KMD Framersheim

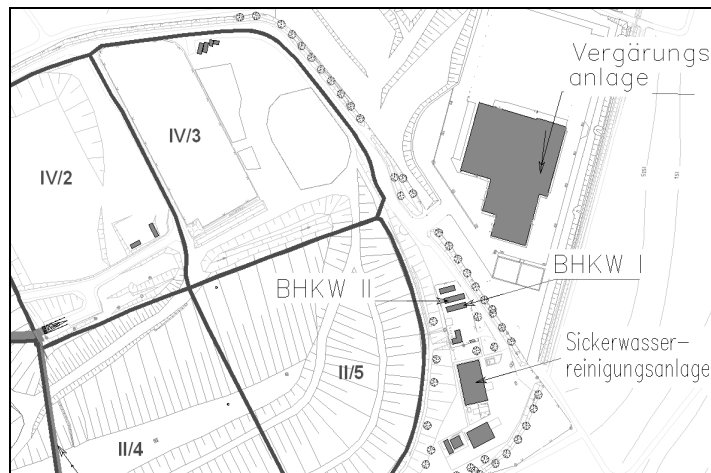


Abb. 2: Detailplan KMD Framersheim

Die Bewirtschaftung der Deponie, der Gasverwertungsanlage als auch der vor Ort vorhandenen Sickerwasserreinigungsanlage erfolgt durch die Mülldeponie Framersheim GmbH (MDF), die auch die täglich notwendigen Kontrollen durchführt und für das Säubern, sowie die regelmäßigen Wartungen (bis Wartungsstufe E5) der Verstromungsanlagen (BHKW I & II) zuständig ist.

Die Vergärungsanlage wird direkt durch den AWB betrieben und bewirtschaftet.

2 Deponie

Die KMD Framersheim ist in mehrere Deponieabschnitte unterteilt, wobei insgesamt ein Volumen von 1.623.380 m³ bis zum 14.07.2005 eingelagert wurde.

Die Gasfassung erfolgt überwiegend mit Hilfe horizontaler Entgasungsleitungen, wobei in einigen älteren Abschnitten auch vertikale Entgasungskamine eingesetzt werden. Das Entgasungssystem wird aktiv besaugt und einem zentralen Gassammelbalken zugeführt. Eine Verdichterstation mit Gasanalyse führt das gesammelte Gas dem entsprechenden BHKW I zu. In Ausfallzeiten kann das anfallende Gas im Deponiekörper zurückgestaut werden, ansonsten ist im Bereich der Verdichterstation eine Hochtemperaturfackel vorhanden, die das anfallende Gas verbrennt (siehe Abb. 3).

Die aus dem Deponiekörper erfasste bzw. abgesaugte Menge wird bei der Zuführung zur Verwertungsanlage (BHKW I) und zur Fackel online gemessen. Zusätzlich ist ein analoger Gasmengezähler vorhanden, dessen Werte im Betriebstagebuch dokumentiert werden.

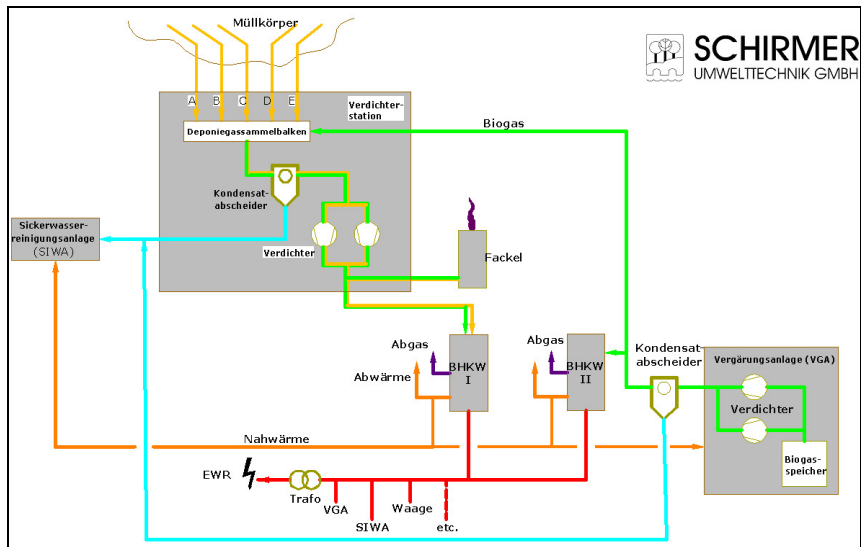


Abb. 3: Gas- und Wärmeschema BHKW I und II

In den Jahren 2002 bis 2005 sind insgesamt ca. 9.206.507 m³ Deponiegas erfasst worden. Im Mittel ergibt sich aus den letzten 10 Jahren sogar ein Gasdurchfluss von 314 m³/h. Die Gasverwertungsquote des gefassten Gases der letzten Jahre liegt bei ca. 99 %, d.h. lediglich 1 % des gefassten Gases wird über die Hochtemperaturfackel verbrannt.

Nachfolgend ist der Vergleich der theoretischen zur tatsächlich erfassten Gasmenge der KMD Framersheim aufgezeigt (siehe Abb. 4).

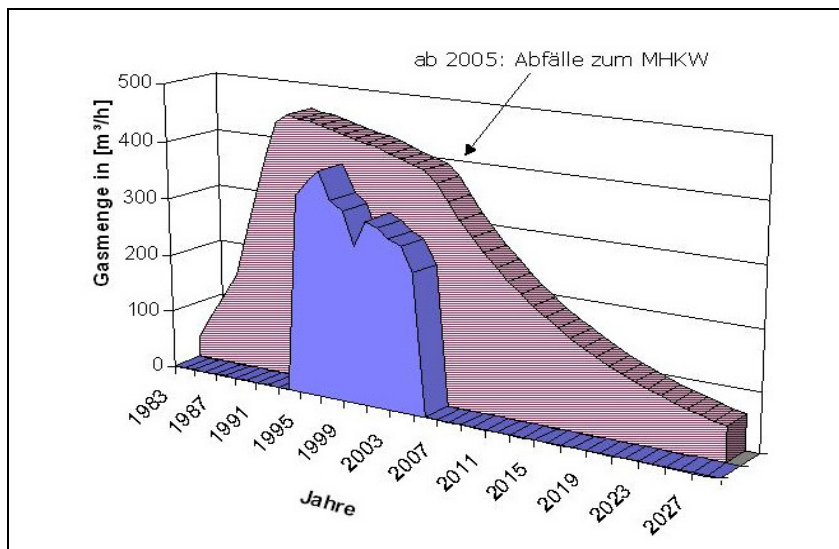


Abb. 4: Deponiegasmengenverlauf

3 Vergärungsanlage

Direkt neben der KMD Framersheim betreibt der AWB des LK Alzey-Worms eine Vergärungsanlage. Die Anlage ist im Normalfall für eine Durchsatzmenge von 24.000 Mg Bio- und Grünabfälle ausgelegt. Die Abfälle werden über verschiedene Vorzerkleinerer, Zerkleinerer und nach einer Störstoffauslese zwei Fermentern zugeleitet, in denen bei einer Aufenthaltsdauer von 15 bis 20 Tagen ein Gärprozess abläuft.

Das hierbei entstehende Biogas wird über eine Gasaufbereitung konditioniert. Ein Gasspeicher sorgt für einen Ausgleich eventuell schwankender Gasproduktionsmengen bzw. Abnahmemengen. Das anfallende Gas wird dem auf der benachbarten KMD installierten BHKW II zugeleitet, wobei im Gegenzug die anfallende Abwärme (nur Motorwärme) zur Wärmeversorgung der Vergärungsanlage genutzt wird.

Im Jahr 2005 wurden 22.797 Mg Abfälle angenommen, wobei hiervon ca. 85 % Bioabfall aus dem Landkreis und ca. 15 % Grünschnitt sind.

Im Jahr 2005 wurden ca. 2,34 Mio. m³ Gas produziert. Bezogen auf die zugeführten Bio- und Grünabfälle ergibt sich hieraus eine spezifische Gaserzeugung von ca. 103 m³/Mg Bioabfall.

4 Blockheizkraftwerke (BHKW) I und II

Wie o.a. werden die anfallenden Deponiegas- und Biogasmengen in jeweiligen Blockheizkraftwerken genutzt. Es handelt sich hierbei um 2 Gasmotoren, die in jeweils eigenen Containern auf dem Gelände der KMD Framersheim aufgestellt sind.

Beide BHKWs sind mit einer Wärmekopplung ausgestattet, so dass eine Wärmeversorgung der Vergärungsanlage, der ebenfalls benachbarten Sickerwasserreinigungsanlage und der Verdichterstation gewährleistet ist.

In Ausnahmefällen besteht die Möglichkeit, einen Mischgasbetrieb zu fahren oder dem jeweilig anderen BHKW das Gas zuzuführen. Im Störfall steht zusätzlich eine Hochtemperaturfackel zur Entsorgung des anfallenden Gases zur Verfügung.

Deponiegas wird dem BHKW I zugeleitet und das anfallende Biogas der Vergärungsanlage dem BHKW II.

Der Hauptbestandteil des BHKW I (Deponiegas) ist ein Gas-Otto-Motor vom Typ Deutz MWM TBG 616 K.

Elektrische Leistung:	501 kW _{el}
Generator:	Stamford
Steuerung:	Kuhse

Das BHKW II (Biogas) besteht aus einem Gas-Otto-Motor vom Typ Deutz MWM TBG 616 K.

Elektrische Leistung:	738 kW _{el}
Generator	Stamford
Steuerung:	Kuhse

Die Anlagensteuerung der BHKWs ist jeweils in einem Vorraum der Container untergebracht, wobei diverse Parameter (SPS) auch an das Visualisierungssystem und Störmeldesystem der Leitwarte der benachbarten Sickerwasserreinigungsanlage übergeben werden.

5 Betrieb

Die BHKWs werden beide durch das auf der KMD Framersheim vorhandene Personal der MDF GmbH betreut. Die MDF GmbH ist zusätzlich für die Steuerung und Regelung der Deponiegasfassung der einzelnen Gasfassungsabschnitte auf der Deponie zuständig und führt entsprechende Kontroll- und Wartungsgänge durch. Die Betreuung der Anlagen beinhaltet die täglichen Kontrollgänge und das Säubern der Anlagen.

Durchgeführt werden alle Wartungsarbeiten (bis 10.000 Bh-Intervallen → entspr. E 5) aller Anlagenteile der BHKWs gemäß den vorgegebenen Wartungsplänen des Herstellers bzw. der entsprechenden Dokumentation der G.A.S. Energietechnologie GmbH. Leistungen und Wartungsarbeiten, die über den Wartungsaufwand der regulären 10.000 Bh-Intervalle hinausgehen, werden nach Vorlage von Angeboten separat beauftragt.

Maßgabe für die Betriebssicherheit der Vergärungsanlage ist die Bereitstellung von Abwärme zur Wärmeversorgung der Vergärungsanlage.

Die Kosten für die Betreuung und Wartungen (bis E 5) werden über eine Vergütung pro Betriebsstunde (Bh) bezahlt. Hierbei liegen die gegenwärtigen Kosten für das BHKW II niedriger, da bei der Maschine aufgrund der geringeren Zylinderzahl weniger Wartungsaufwand zu erwarten ist. In den Vergütungen pro Bh sind Kleinteile sowie die Schmierstoff- und Betriebshilfsstoffkosten etc. beinhaltet. Ebenso sind die Entsorgungskosten von Betriebsstoffen in den Vergütungen berücksichtigt.

Verschleißteile wie auch deren Austausch werden separat vergütet. Die Ölwechselintervalle orientieren sich an den Vorgaben der Aggregathersteller, wobei verschiedene Parameter untersucht werden, aufgrund deren Veränderung entsprechende Ölwechsel durchgeführt werden.

Die Anlage wird kontinuierlich überwacht und der Bewirtschafter sichert eine Reaktionszeit für mögliche Störfälle von 1 h (Vorgabe waren 4 h) zu. Diese Reaktionszeit gilt über das gesamte Jahr (24h, 365 Tage). Alle mit der Betreuung der Anlage beschäftigten Mitarbeiter werden seitens des Bewirtschafters regelmäßig geschult und besitzen Fachkundenachweise.

Die Betriebskosten für den AWB belaufen sich für die Betreuung der Anlage auf 4,30 €/Bh (BHKW I) bzw. 4,05 €/Bh (BHKW II) netto. Bei einer veranschlagten Betriebsdauer von 16.800 Bh (95,8 % Verfügbarkeit) in 2 Jahren ergeben sich hieraus Kosten in Höhe von 72.240 bzw. 68.040 €.

6 Energiemengen

Nachfolgend wird auf die langfristig zu erwartenden und in der Vergangenheit erlösten Energiemengen eingegangen (siehe Abb. 5).

Es ist zu beobachten, dass langfristig die erzeugten Energiemengen aus dem Deponiegas sinken. Dies liegt, wie die Prognose zeigt, an den sinkenden Deponiegasmengen.

Nachdem im Jahr 2005 ein Aggregatwechsel zu einem kleineren Motor vorgenommen wurde, konnten die erzeugten Energiemengen jedoch gesteigert werden. Dies ist damit zu begründen, dass das jetzige Aggregat in einem besseren Wirkungsbereich arbeitet und dazu in der Lage ist, schlechtere Gasqualitäten zu verarbeiten. Dadurch besteht eine bessere Möglichkeit, ältere Deponieabschnitte mit anzuschließen, deren Gasqualitäten vom Vorgängeraggregat schlechter genutzt werden konnten. Ergänzend ergibt sich die Möglichkeit, Deponieabschnitte diskontinuierlich zu betreiben, damit sich wieder ein effektiveres Gaspotential aufbauen kann. Die Bakterien im Deponiekörper haben sozusagen die Möglichkeit sich zu „erholen“. Dies ist durch eine teilweise Reduktion des Volumenstroms möglich, da das Aggregat mit niedrigeren Volumina befahren werden kann. Trotzdem ergibt sich im Endeffekt eine höher Energieausbeute.

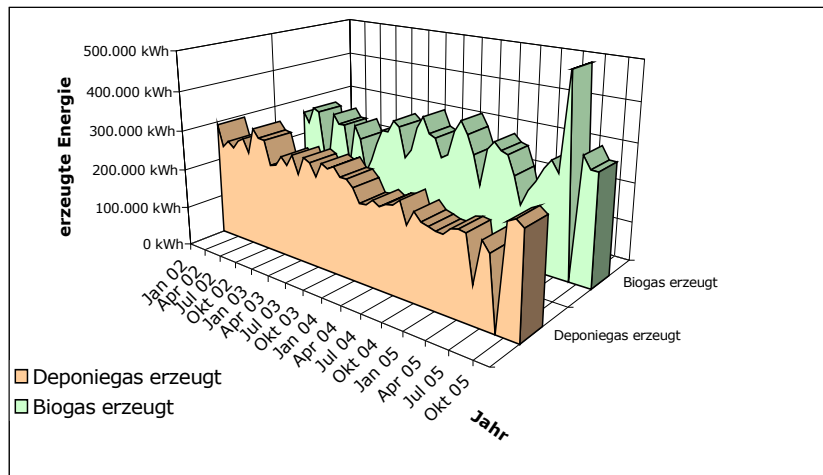


Abb. 5: erzeugte Energiemengen 2002-2005¹

Beim Biogas ist die produzierte Gasmenge hauptsächlich vom zur Verfügung stehenden Input der Vergärungsanlage abhängig. Aus den Angaben zum Input wird ersichtlich, dass starke jahreszeitliche Schwankungen vorhanden sind. Im Winter steht weniger Material aus der Bioabfalltonne und der Grünschnittsammlung zur Verfügung. Weiterhin ist es schwierig, aus dem anfallenden Grünschnittmaterial Biogas zu produzieren, da überwiegend schwer bzw. nur langfristig abbaubare Kohlenstoffverbindungen enthalten sind. Dem kann durch Erhöhung der Impfrate bzw. Verlängerung der Verweildauer in den Fermentern in gewissem Ausmaß begegnet werden, um auch schwerer abbaubare Substanzen zu „knacken“.

7 Abrechnungsbesonderheiten

Im Jahr 2002 wurde der Abrechnungsvertrag des AWB mit dem Netzbetreiber EWR aufgrund einer Empfehlung des Wirtschaftsprüfers geändert. Grundlage der Verträge ist die Vergütungsregelung gemäß dem Gesetz für den Vorrang Erneuerbarer Energien (EEG). Der AWB verkauft sämtlich erzeugten Strom, getrennt nach Deponie- und Biogaserzeugung. Aufgrund des Eigenverbrauches wird zwar ein Teil dieses Stromes auf der Deponie bzw. der Vergärungsanlage selbst verbraucht. Diese Verbrauchsmenge wird aber durch die Zählerkonstellation erfasst und dem AWB durch das EWR in Rechnung gestellt. Durch diese Konstellation, wird ein höherer Ertrag erwirtschaftet, da der verkaufte Strom pro kWh einen höheren Preis erreicht, als die eingekaufte Energie. Auch wenn die eigenen Anlagen mit der selbsterzeugten Energie betrieben werden. Es handelt sich sozusagen um fiktive Stromlieferungen seitens des Energieversorgers.

Vergütet wird nach den Sätzen des EEG für Strom, erzeugt aus Deponiegas mit 7,76 Ct. bzw. 10,23 Ct. für Strom erzeugt aus Biogas. Der aus Biogas erzeugte Anteil, der über einer Leistung von 500 kW liegt, wird über eine Jahresschlussrechnung abgerechnet. Über die letzten Jahre ergab sich somit im Schnitt ein mittlerer Preis von 9,90 Ct. pro eingespeister kWh für den erzeugten Strom aus Biogas.

¹ Die Spitze bei der erzeugten Biogasenergie Okt. 05 ergibt sich durch eine Abrechnung / Summierung über zwei Monate in dieser Zeit. Die Senke im Mai/ Juni 05 für Deponiegas liegt im Tausch des Aggregats begründet. Im Sept./Okt. 05 wurde über das Deponiegas BHKW Biogas geleitet.

8 Konzeptionelle Änderungen / Anlagenänderungen

Im Jahr 2005 wurde das bis dahin verwendete Aggregat des BHKW I (Deponiegas) getauscht. Aufgrund der absolvierten Bh-Zahl stand eine Komplettüberholung im Werk an (E7-Wartung). Nach einer Variantenbetrachtung wurde entschieden, das bisherige Aggregat (ca. 700 kW), gegen ein kleineres Aggregat (500 kW) auszutauschen, welches mit den zu erwartenden rückläufigen Gasmengen der Deponie besser zurechtkommt. Der Austausch erfolgte 06/2005, wobei das in dieser Zeit anfallende Deponiegas nicht aktiv besaugt und in den Deponiekörper zurückgestaut wurde. Somit war ein „Abfackeln“ des Deponiegases nicht notwendig geworden.

Ebenfalls im Jahr 2005 wurde die E7-Wartung des BHKW II durchgeführt. In dieser Zeit (15.08. bis 20.09.2006) wurde das anfallende Biogas der Vergärungsanlage über das BHKW I verwertet, wobei die anfallende Gasmenge aus der Deponie ebenfalls nicht aktiv besaugt und ein Rückstau in die Deponie in Kauf genommen wurde.

Um die für die Verstromung von Biogas höheren Vergütungssätze zu erhalten, wurde der Vorgang mit dem zuständigen Netzbetreiber und Stromabnehmer (EWR) abgestimmt und für diese Zeit die entsprechenden Vergütungssätze auf dem Zähler gut geschrieben. Während dieser 6-wöchigen Wartungsphase entstand durch die Anmeldung des geänderten Betriebes ein monetärer Vorteil von ca. 7.700 €.

Hier zeigt sich, wie vorteilhaft es ist, das Biogas auf der Gasanlage der benachbarten Deponie nutzen zu können. Im Hinblick auf die Betriebssicherheit erübrigt sich eine eigene redundante Anlage bzw. das Vorhalten einer Mietanlage für derartige Anlagenwartungen des eigenen BHKW, da in dieser Zeit das BHKW der Deponie genutzt werden kann.

Dies betrifft vor allem die notwendige Abwärmenutzung zur Prozesswärmeversorgung der Vergärungsanlage. Ein Herunterfahren des Vergärungsprozesses führt unweigerlich zu Schwierigkeiten im Betrieb und zu Entsorgungsengpässen, die nur durch einen zusätzlichen Ausfallverbund reduziert werden könnten.

Ergänzend bleibt zu erwähnen, dass auf einigen Deponieabschnitten (Abschnitt II/4 & 5, sowie IV/1 & II/3.2 → siehe

Abb. 1) eine gezielte Infiltration von unbehandeltem Deponiesickerwasser

durch dort installierte Infiltrationseinrichtungen durchgeführt wird. Durch die gezielte Befeuchtung wird eine Austrocknung des dort eingelagerten Abfalls verhindert und die biologischen Abbauprozesse können weiter bzw. verbessert ablaufen. Es besteht ansonsten die Gefahr, dass es durch die gesetzlich vorgeschriebenen Abdeckungsmaßnahmen zu einer unerwünschten Inertisierung der dort eingelagerten Abfälle kommt.

Die infiltrierte Menge liegt zurzeit bei 40 m³/Wo (Abschnitt IV/1 & II/3.2) bzw. 20 m³/Wo (Abschnitt II/4 & 5). Dies entspricht einer äquivalenten Infiltrationsrate von ca. 2 mm/d im Bereich des Einzugsgebietes der infiltrierte Fläche.

Ein direkter Zusammenhang zwischen der Infiltration und Gasproduktion lässt sich allerdings anhand harter Fakten (Vergleichszahlen) nicht darstellen, da die hierbei ablaufenden Vorgänge zu komplex und zu vielseitig sind.

9 Fazit und Ausblick

Die Nutzung des Standortes der KMD Framersheim für das Deponiegas als auch für das Biogas der benachbarten Vergärungsanlage bringt eine Reihe von Vorteilen, da z. B. Anlagenteile gemeinsam genutzt werden können.

Die Priorität liegt hierbei bei der Nutzung des anfallenden Biogases der Vergärungsanlage, da eine kontinuierliche Wärmeversorgung für den Betrieb der Vergärungsanlage sicherzustellen ist. Im Betrieb ist es möglich, das anfallende Biogas jederzeit über den Deponiegasmotor zu führen. Um allerdings die höheren Vergütungssätze für aus Biogas erzeugten Strom zu erhalten, ist für diese Betriebsweise eine Absprache mit dem Netzbetreiber notwendig.

Die Kombination einer aktiv besaugten Deponiegasfassung mit der benachbarten Vergärungsanlage, erspart eine sonst für die Vergärungsanlage vorzuhaltende redundante BHKW-Anlage. Diese Redundanz ist durch das Deponiegas-BHKW gegeben. Bei dieser Betriebsweise wird zeitweise die anfallende Deponiegasmenge im Deponiekörper zurückgestaut und nicht aktiv besaugt.

Ein Mischgasbetrieb wäre zwar technisch möglich, ist jedoch aufgrund der Abrechnungsmodalitäten gem. EEG nicht zulässig bzw. würde zu einer Verschlechterung der Ertragssituation führen. Biogas aus der Vergärungsanlage kann zwar dem Deponiegasaggregat zugeführt werden, jedoch wird die hierbei erzeugte Energie lediglich zu den Konditionen der Deponiegasverstromung vergütet. Umgekehrt führt eine Zumischung von Deponiegas zum Biogasaggregat ebenfalls zur Reduktion des Vergütungssatzes auf Deponiegaskonditionen (10,23 Ct. → 7,76 Ct.). Eine gemischte Verrechnung ist nicht durchführbar.

Weiterhin ergeben sich Vorteile, da beide Anlagen durch das am Standort bereits vorhandene Bewirtschaftungspersonal der Deponie gemeinsam betreut werden.

Um den langfristig am Deponiestandort sinkenden Gasmengen und Qualitäten zu begegnen, wurde das bestehende BHKW durch ein kleineres und besser anpassungsfähiges Aggregat getauscht. Hierdurch ergab sich wiederum eine bessere Anlagenverfügbarkeit und Auslastung, was eine höhere Energieausbeute zur Folge hatte.

Zusätzlich werden Teilbereiche der Deponie mit einer gezielten Infiltration von Deponiesickerwasser befeuchtet, um den biologischen Abbau weiterhin zu optimieren.