

Abschätzung des zu erwartenden Gasanfalls/ Kostenschätzung

1. Veranlassung, Verfahrenstechnische Grundlagen

In der vorliegenden Ausarbeitung soll der zur Strom- und Wärmeproduktion nutzbare Gasanfall auf der Grundlage einer überschlägigen Dimensionierung einer Trockenfermentationsanlage, die mit Landschaftspflegegrün (LPG) betrieben werden soll, abgeschätzt werden. Darüber hinaus sind die überschlägigen Investitionskosten für die baulichen Einrichtungen und für die Gaszwischenspeicherung und den Gastransport bestimmt werden. Grundlage für die Ausarbeitung ist das Auftragsschreiben vom 20.06.2006 sowie die Kalkulationsdatei und die Verfahrensbeschreibung (System Danzeisen) vom 20.06.2006. Es stehen 20 ha eigene Flächen und 70 ha Fremdfächen zu Verfügung. Das auf diesen Flächen anfallende Landschaftspflegegrün ist zur Erzeugung von Biogas vorgesehen.

Die sog. Trockenfermentation ist, im Gegensatz zu der bereits weit verbreiteten Nassfermentation, eine verfahrenstechnische Variante zur Gewinnung von Biogas. Die Trockenfermentationsverfahren werden im Batch-Verfahren betrieben, d.h. die Reaktoren werden beschickt und nach einer definierten Zeit wieder entleert. Das anfallende Perkolat muss im Betrieb ständig rezirkuliert werden, da die am Abbauprozess beteiligten Mikroorganismen ihre Nährstoffe nur aus der flüssigen Phase beziehen können.

Der Gasanfall bei der Trockenfermentation ist wie auch das Verfahren der Nassfermentation von sehr vielen betrieblichen Faktoren anhängig, z. B. ist eine grobe Struktur des LPG-Materials von erheblicher Bedeutung, um eine gute Perkolation zu erreichen. So muss beispielsweise beim Einbringen des Materials darauf geachtet werden, dass der Substrathaufen nicht schon allein durch das Eigengewicht zu stark komprimiert wird.

Weiterhin ist eine Impfung bzw. gute Vormischung mit bereits behandeltem Material erforderlich, um die Phase zwischen dem Einbringen des Substrats in den Fermenter und dem Beginn der Methanproduktion abzukürzen.

Beim Öffnen des Fermenters nach dem Vergärungsprozess kommt es zu Emissionen von Biogas in die Atmosphäre. Das Befüllen und das Entleeren der Fermenter ist durch das Entstehen bzw. Vorhandensein von explosiven Gasgemischen aus Sicherheitstechnischer Sicht vor den anschließenden Planungsphasen zu untersuchen.

2. Vordimensionierung/Gasanfallprognose

Für die Vordimensionierung der benötigten Behältervolumina und für die Abschätzung der zur Nutzung zur Verfügung stehenden Gasmengen wird zunächst die jährlich zur Verfügung stehende Menge an Landschaftspflegegrün ermittelt.

Ausgangsflächen/-mengen:

- 20 ha LPG eigene Flächen

Ertrag: 50 dt TM/a, entspricht: 100 t TS/a trocken

- 70 ha LPG Gewässerdirektion

Ertrag: 30 dt TM/a, entspricht 210 t TS/a trocken

Die zur Fermentierung zur Verfügung stehende Ausgangsmenge beträgt bei einem TS-Gehalt von 88% insgesamt 353 t/a. Bei einer Rohdichte von $0,1 \text{ t/m}^3$ entspricht das einem Jahresvolumen von $3.530 \text{ m}^3/\text{a}$.

Für die Größe der Fermenter ist die *Aufenthaltszeit*, die *Menge des zugegebenen Impfmateri- als* und die Annahme einer *Volumenvergrößerung* durch das Handling maßgebend. Bei der *Aufenthaltszeit* wird von 6 Wochen ausgegangen. In den ersten Tagen nach der Befüllung findet noch keine Produktion von nutzbarem Faulgas statt, zur eigentlichen Faulung stehen dann noch ca. 30 Tage zur Verfügung, in denen dann 70-80% des theoretisch möglichen Methanertrages erzielt werden können. Für die Trockenfermentation ist eher von längeren Aufenthaltszeiten auszugehen, da der Faulprozess nur geringe Kontroll- und Eingriffsmöglichkeiten bei der Prozessführung erlaubt.

Über die Höhe des *notwendigen Anteils von Impfmateri- als* gibt es in der Literatur unterschiedliche Aussagen. In dem Bericht „Trockenfermentation und nachwachsende Rohstoffe“ von Gronauer/Aschmann werden Ergebnisse aus dem Betrieb einer Pilotanlage berichtet, bei der mit nur 35% Frischsubstrat gearbeitet wurde. Im technischen Maßstab und bei einer sorgfältigen Vermischung des Impfmateri- als mit dem Frischsubstrat sollte ein Frischsubstratanteil von 75% möglich sein.

Es wird eine *Volumenvergrößerung* von 10% durch das Handling des Substrats angenommen.

Unter Berücksichtigung der o. g. Randbedingungen ist von einem jährlich zu fermentierenden Substratvolumen von rd. 5.200 m^3 auszugehen. Bei der Aufteilung des notwendigen Behältervolumens auf 3 Behälter (Substratwechselzyklen alle 14 Tage) wird ein Behältervolumen von je 250 m^3 gewählt. Bei einer Behältertiefe von 3,00 m ist bei Rundbehältern ein Innendurchmesser von 10,30 m erforderlich.

Die Technik zur Biogaserzeugung mit dem Feststoffverfahren hat noch nicht den Stand und die Effizienz des Durchflussverfahrens erreicht. Entsprechend widersprüchlich sind die Angaben zu den erzielbaren Gasausbeuten. Nachfolgend eine Übersicht über verschiedene Fundstellen. Gleichlautend sind die Angaben zu den Methangehalten im anfallenden Faulgas, sie betragen zwischen 52 – 54 %. Es werden auch theoretische Gaserträge auf der Grundlage von Berechnungen nach den Futterwerten angegeben, die bei einem oTS von 85% bei rd. 550 l/kg oTS liegen. Hierbei sind natürlich Verluste, die bei dem Trockenfermentationsverfahren durch das Öffnen der Fermenter entstehen und z. B. eine durch die Vorgabe einer festen Faulzeit nicht zu 100% stattfindende Umsetzung von dem theoretischen Ertrag abgerechnet werden müssen. Bei einigen Versuchen wurden nur zwischen 35% und 45% des theoretisch möglichen Gasertrages erzielt.

Aus der Literatur ergeben sich die folgenden Ansätze:

- Biogashandbuch Bayern
 - Methanausbeute: 300 l CH₄/kg oTS
- Gronauer/Aschmann „Trockenfermentation und nachwachsende Rohstoffe“
 - Methanausbeute: 95,7 l CH₄/kg oTS (bei 35 % Frischsubstrat)
 - Gasertrag insgesamt: 188,7 l/kg oTS

Unter Berücksichtigung, dass eine dauerhaft betriebene Trockenfermentationsanlage, die nach einem entsprechend Betriebs- und Optimierungszeitraum (Dauer: ca. 1 Jahr nach Inbetriebnahme) durch eine optimale Verfahrenstechnik eine nutzbare Gasausbeute von 55 – 65 % der theoretisch erreichbaren Gasausbeute ermöglicht, wären für die Trockenfermentationsanlage in Eichstetten die folgenden Gasausbeuten möglich:

- Biogasanlage Danzeisen, nach Optimierungsphase
 - Gasausbeute: 300 l/kg oTS bis 360 l/kg oTS

Bei einem jährlichen oTS-Gesamtanfall von ca. 300 t oTS/a kann auf der Grundlage der oben angegebenen Gasausbeute von einer jährlichen Gasproduktion in einer Größenordnung von 90.000 m³ bis 108.000 m³ ausgegangen werden. Bei einem Methananteil von 52% bedeutet das, dass jährlich zwischen rd. 46.000 m³ CH₄ bis 55.000 m³ CH₄ anfallen werden.

3. Überschlägige Kostenschätzung

Die überschlägige Kostenberechnung beruht auf der unter Abschnitt 3 durchgeführten Vor-dimensionierung der Anlage. Es wurde noch keine konkrete Planbearbeitung vorgenommen. Die Kostenangaben werden auf der Grundlage des nächsten Planungsschritts (Vor-planung) weiter verfeinert.

Es wurden die erforderlichen, wärmege-dämmten und beheizbaren Fermentationsbehälter in der Kostenschätzung berücksichtigt. Ein ebenfalls beheizbarer und wärmege-dämmter Perkolat-zwischenspeicher, ein Niederdruck-Trockengasbehälter zur Zwischenspeicherung des Gasanfalls von ca. 5 Stunden sowie die notwendigen Verbindungsleitungen für Perko-lat und Gas sind berücksichtigt. Die erforderliche Technische Ausrüstung für die genannten Komponenten ist in der Kostenschätzung enthalten.

Das Blockheizkraftwerk sowie die Strom- und wärmeseitige Einbindung (auch die Wärme-tauscher für die Heizung der Fermenter und das Aufheizung des Perkolats) des Blockheiz-kraftwerks sind in den Kosten nicht enthalten. Im Bereich des BHKW ist ein abgetrennter Raum (ca. 2,50 m * 2,50 m) zur Unterbringung des Gasdruckerhöhungsgebläses in Ex-Ausführung in der Kostenschätzung für das Blockheizkraftwerk zu berücksichtigen.

Es wird davon ausgegangen, dass die gesamte Anlage im nördlichen Grundstücksbereich der Flurstücke 9736 und 9737 auf der Gemarkung Eichstetten angeordnet werden kann. Die evtl. notwendigen Kosten für die Befestigung von Zwischenlagerflächen für das frische Substrat und für das dem Fermenter entnommene Material sind nicht berücksichtigt.

Je nach Beschaffenheit des eingesetzten Substrats entstehen weitere Kosten für die evtl. notwendige Reinigung des Perkolats von Feinsand und anderen feinkörnigen Bestandtei-len, die die Feinverteilung des Perkolats in den Fermentern (Verstopfen der Düsen) stören können.

Der Gasbehälter kann u. U. in Kombination mit dem Perkolat-zwischenspeicher ausgeführt werden, da dort auch nennenswert Faulgas anfällt. Da jedoch auch betriebliche Belange (z. B. die Zugänglichkeit zu den eingesetzten Pumpen, Reinigung) und sicherheitstechnische Belange berücksichtigt werden müssen, kann hierzu erst zu einem späteren Zeitpunkt eine Aussage getroffen werden.

Eine Behandlung des zunächst minderwertigen Gas-Luft-Gemischs ist in den Kosten nicht berücksichtigt.

Kostenschätzung für die baulichen Anlagen und für die Gasspeicherung/Gasaufbereitung/Gasverteilung

	Masse	Einheit	EP	GP
1. Baustelleneinrichtung	1	psch		20.000 €
2. Fermenter <i>3 Stück, rund, oberhalb der GW-Ebene, wärmegeklämt</i>	750	m³	175 €	131.250 €
3. Perkolatzwischenspeicher <i>oberhalb GW-Ebene, wärmegeklämt</i>	150	m³	150 €	22.500 €
4. Niederdruckgasbehälter <i>inkl. Sicherheitseinrichtungen</i>	50	m³	300 €	15.000 €
5. Perkolatrohrleitungssystem <i>(im Erdreich, wärmegeklämt)</i>	30	m	150 €	4.500 €
6. Gasleitungssystem <i>zum Fermenter/Gasbehälter/BHKW, Sicherheitseinrichtungen (Überdruck/Flammrückschlag) Gasdruckerhöhung vor BHKW</i>	1	psch	15.000 €	15.000 €
7. Techn. Ausrüstung Fermenter <i>Abdeckung/Heizung/ Perkolatverteilung/Int. RZ</i>	3	psch	12.500 €	37.500 €
8. TA Perkolatzwischenspeicher <i>Pumpen, Schieber, Rohrleitungen E-Technik</i>	1	psch	15.000 €	15.000 €
9. E- und MSR-Technik <i>(intern, ohne externe Anbindung)</i>	1	psch	15.000 €	15.000 €
10. Flächenbefestigung <i>Zufahrt/Fahrflächen/Wege Zwischenlagerfläche</i>	400	m²	50 €	20.000 €
11. Erdarbeiten/Anfüllungen <i>Aushub/Rohrleitungsgräben</i>	600	m³	15 €	9.000 €
12. Nebenkosten <i>Genehmigungskosten, Vermessung/Planung/Bauleitung</i>	1	psch		25.000 €
13. Unvorhergesehenes	1	psch		20.000 €
14. Zur Aufrundung				750 €
Summe netto				355.000 €
zuzügl. 16% Mehrwertsteuer				56.800 €
Summe brutto				411.800 €

Tab. 1 Überschlägige Kostenschätzung

4. Zusammenfassung/Empfehlung

Unter Berücksichtigung der zur Verfügung stehenden Flächen, von denen Landschaftspflegegrün in einer Trockenfermentationsanlage zur Gewinnung von Biogas zur Energieerzeugung verwendet werden kann, ergibt sich auf der Grundlage von Literaturangaben einen nutzbaren Gasanfall von ca. 90.000 m³/a bis ca. 108.000 m³/a. Die überschlägigen Kosten für die notwendigen baulichen Einrichtungen sowie die Einrichtungen zur Gasspeicherung und zum Gastransport betragen rd. 412.000 € inkl. 16% Mehrwertsteuer.

Mit diesen Werten (Gasanfall ca. 100.000 m³/a) ist in einem nächsten Schritt die überschlägige Dimensionierung des Gasmotors sowie der dazugehörigen Peripherie (Stromanschluss für die Einspeisung, Einbindung in den Wärmekreislauf) zu ermitteln. Um im Rahmen einer Sensitivitätsanalyse zu ermitteln, bei welchem Gasertrag die Grenze zwischen einem wirtschaftlichen und einem unwirtschaftlichen Betrieb liegt, ist auch eine Aussage zu den Investitionskosten bei einer Gasproduktion, die bei 100% des theoretisch möglichen Gasausbeute liegt (160.000 m³/a), von Bedeutung. Mit den geschätzten Gesamtkosten der Maßnahme ist erneut eine Wirtschaftlichkeitsberechnung mit Sensitivitätsanalyse durchzuführen.

Vor der Durchführung der nachfolgenden Planungsschritte, hier insbesondere der Leistungsphase „Vorplanung“ nach HOAI mit der Untersuchung von Varianten und einer ersten zeichnerischen Lösung für die Vorzugsvariante, sind folgende Punkte abzuklären:

- Erforderliche Genehmigungen
- Sicherheitstechnische Randbedingungen
- Entweichen von Methan in die Atmosphäre

Aufgestellt: Breisach, 10.08.2005