

# Güllelangzeitlagerung als Maßnahme zur bedarfsgerechten Biogaserzeugung

Dr. agr. N. Reck, Institut für Biotechnologie Potsdam der AdL der DDR  
Dr. agr. H.-J. Thieme, KDT, LPG „Industrielle Schweinezucht“ Frankenförde, Bezirk Potsdam

## 1. Einleitung

Die Effektivität einer Biogasanlage wird u. a. dadurch bestimmt, inwieweit es gelingt, die Biogasproduktion bzw. -bereitstellung dem meist schwankenden Bedarf anzupassen. Während Schwankungen im Tagesbedarf durch die Gasspeicherung einer Tagesproduktion im Gasometer oder im Kunststoffbehälter noch ausgeglichen werden können, ist eine darüber hinausgehende Erweiterung der Speicherkapazität aufgrund der geringen Energiedichte von Biogas unwirtschaftlich [1, 2]. Da somit ein Ausgleich jahreszeitlich bedingter Bedarfsschwankungen durch die Biogasspeicherung praktisch nicht sinnvoll ist, soll statt dessen die Möglichkeit der langzeitigen Bevorratung des Ausgangssubstrats überprüft werden.

Im Verlauf der Güllelagerung ist damit zu rechnen, daß durch das Einsetzen unerwünschter mikrobieller Prozesse (z. B. Methanogenese) ursprünglich verfügbares Substrat für die Biogaserzeugung teilweise verloren geht. Unter bestimmten Bedingungen trägt die Verweilzeit von Gülle im Stallkomplex aber sogar zur Mobilisierung verwertbarer organischer Substanz bei [3]. Ausdruck dafür sind höhere Gasausbeuten der Gülle aus den Stallanlagen gegenüber frischer Modellgülle.

Für die Biogasanlage der LPG „Industrielle Schweinezucht“ Frankenförde, Bezirk Potsdam, soll nachfolgend das Prinzip der Güllelangzeitlagerung unter Berücksichtigung laborexperimenteller Ergebnisse betrachtet werden.

## 2. Versuchsdurchführung

Als ausschlaggebende Einflußgrößen auf das Ausmaß der unkontrollierten Ausbildung aktiver Mischpopulationen während der Güllelagerung können die vorherrschende Temperatur und die Güllezusammensetzung angesehen werden. Unter Berücksichtigung dieser Einflußgrößen sind differenzierte Bedingungen geschaffen worden, um den Potentialverlust an Biogas in alternder Gülle zu ermitteln. Als Ausgangssubstrat für die Laboruntersuchungen kam Modellgülle zum Einsatz. Dazu wurde von tragenden Sauen gewonnener Kot und Harn aus der Schweinezuchtanlage Frankenförde mit entsprechenden Wasseranteilen gemischt.

Im Anschluß daran wurden je 20 l jeder Güllecharge unter quasianaeroben Bedingungen bei Temperaturen von 15°C bzw. 25°C 180 Tage gelagert. Durch Probenahme reduzierte sich das Güllevolumen während der Versuchsdauer um etwa 12 l. Das während der Lagerung produzierte Biogas wurde mit Gasometern bzw. Gassammelrohren kontinuierlich quantitativ erfaßt und stichprobenartig analysiert.

## 3. Ergebnisse und Diskussion

Für die drei untersuchten Varianten ergaben sich Verlustkurven mit unterschiedlichem Verlauf (Bild 1). Die Aktivität methanogener Mikroorganismen drückt sich im Überschrei-

ten einer Methankonzentration von 50% im Gassammelraum bei den Varianten II und III nach 67 bzw. 81 Tagen aus. Dieser Wert wurde für die Variante I während des gesamten Versuchszeitraums nicht erreicht. Da am Standort Frankenförde im Mittel mit einer Temperatur der gelagerten Gülle von 18°C im Juli (wärmster Monat) zu rechnen ist (Tafel 1), bleibt zu erwarten, daß die Ausbeuteverluste für TS-reiche Gülle näherungsweise denen der Variante I entsprechen. Um Aussagen im Hinblick auf die Güllevorratslagerung für die Biogasanlage der LPG „Industrielle Schweinezucht“ Frankenförde zu gewinnen, wurde deshalb die Verlustkurve der Variante I den weiteren Berechnungen zugrunde gelegt (Bild 1).

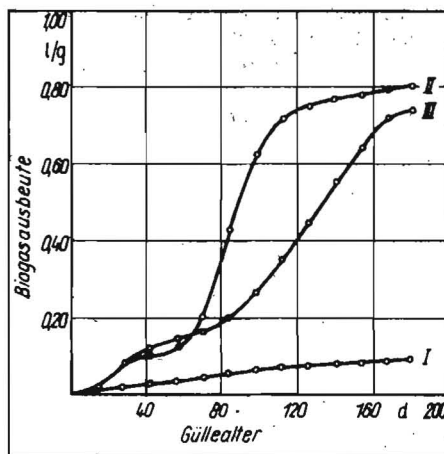


Bild 1. Biogasbildung bei der Schweinegüllelagerung in Abhängigkeit von Güllealter, Lager-temperatur und TS-Gehalt

Variante	Substrat: Modellgülle		Lager-temperatur °C
	TS g/l	oTS g/l	
I	88,2	62,7	15
II	43,6	31,1	25
III	88,2	62,7	25

Tafel 1. Mittlere monatliche Temperaturen zur Berechnung der Prozeßwärmeenergie

Monat	Luft-temperatur °C	Temperatur der Frischgülle °C	Temperatur der gelagerten Gülle °C
Januar	-1	11	6
Februar	0	12	7
März	4	13	8
April	8	14	10
Mai	13	17	13
Juni	16	19	16
Juli	18	20	18
August	17	19	17
September	14	18	14
Oktober	9	15	11
November	4	13	9
Dezember	0	12	7

Die in Frankenförde vorhandenen 2 Biogasreaktoren mit einem Nutzvolumen von je 500 m<sup>3</sup> werden täglich mit einer Güllemenge von 58 m<sup>3</sup> beschickt. Der TS-Gehalt der Gülle beträgt 65 g/l, der oTS-Gehalt 48 g/l. Die Reaktortemperatur liegt bei 33°C. Geht man von den unter ähnlichen Bedingungen laborexperimentell ermittelten belastungsabhängigen Gasausbeuten aus (Bild 2), ergibt sich bei vollständiger kontinuierlicher Nutzung des gesamten Substratangebots ein Überschuß in der Wärmeenergiebilanz der LPG von Mai bis einschließlich September (Bild 3). Auch wenn bei gegebenem Reaktortemperaturvolumen keine ganzjährige Energieautarkie der Schweinezuchtanlage gewährleistet werden kann, bietet es sich an, die im Zeitraum von Mai bis September überschüssig anfallenden Substratmengen zu speichern und in der kälteren Jahreszeit zusätzlich zur Verfügung zu stellen. Die Nutzungsmöglichkeiten bewegen sich zwischen gleichmäßiger Dosierung geringer Substratüberschüsse über

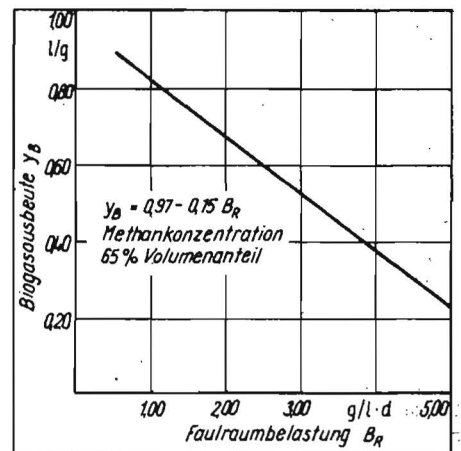


Bild 2. Biogasausbeute (bezogen auf verwertbare oTS) in Abhängigkeit von der Faulraumbelastung

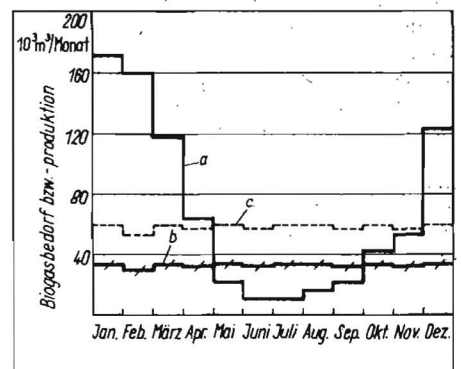


Bild 3. Biogasbilanz der LPG „Industrielle Schweinezucht“ Frankenförde;  
a Biogasbedarf  
b Biogasproduktion bei einem nutzbaren Reaktorvolumen  $V_R = 2 \times 500 \text{ m}^3$ ; Faulraumbelastung  $B_R = 1,4 \text{ kg/m}^3 \cdot \text{d}$   
c maximal mögliche Biogasproduktion bei ergänzender Substratzufuhr ( $V_R = 2 \times 500 \text{ m}^3$ ;  $B_R = 3,2 \text{ kg/m}^3 \cdot \text{d}$ )

die gesamte Zeit des erhöhten Wärmeenergiebedarfs und kurzzeitiger hoher Belastung der Biogasreaktoren. Zur Auswahl der optimalen Variante wurde als Kriterium die jeweilige jährliche Nettobiogasproduktion herangezogen. Um hierfür sowohl die entstehenden Lagerungsverluste als auch den Rückgang der Gasausbeute durch Erhöhung der Raumbelastung im Winterhalbjahr zu berücksichtigen, stützen sich die dazu erforderlichen Berechnungen auf die in den Bildern 1 und 2 gezeigten Beziehungen. Weiterhin sollen folgende Randbedingungen gelten:

- 50% der oTS sind für den methanogenen Prozeß verwertbar. Dieser Wert entspricht Ergebnissen vorangegangener langzeitiger Faulversuche.
- Die Gasverluste während der Lagerung verhalten sich ganzjährig gemäß Bild 1, Kurve I.
- Es werden mittlere monatliche Gülle- und Lufttemperaturen vorausgesetzt, die Literaturangaben [4, 5] und eigenen Messungen entsprechen (Tafel 1).
- Der Wärmeübergangskoeffizient für die Biogasreaktoren beträgt  $0,9 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ , der Heizkesselwirkungsgrad 0,8.

Die Berechnungen ergaben, daß eine Verfahrensweise, die eine gleichmäßige Verteilung der sommerlichen Substratüberschüsse auf die Substratzufuhr im Winterhalbjahr vorsieht (Tafel 2, Variante 9), zur maximalen Nettogasproduktion führt. Es sei aber auch darauf hingewiesen, daß die Niveauunterschiede zwischen den einzelnen Varianten geringfügig sind, so daß beispielsweise eine Erhöhung der Lagerungsverluste relativ leicht eine Veränderung der Rangfolge bewirken kann.

Verglichen mit der Variante 0 als Vergleichsvariante ohne Vorratslagerung ist durch die Güllevorratslagerung nach Variante 9 ein jährlicher Mehrertrag von  $25690 \text{ m}^3$  Biogas erzielbar. Bei den standortbezogenen Erzeugungskosten von  $0,72 \text{ M/m}^3$  Biogas entspräche das einem finanziellen Nutzen in Höhe von  $18500 \text{ M/a}$ .

Dem gegenüber stehen jedoch die nicht unerheblichen Kosten für die erforderliche Lagerung der Frischgülle. So ist für die in den Sommermonaten zu speichernde Güllemenge von  $5068 \text{ m}^3$  ein  $5256 \text{ m}^3$ -Güllelagerbecken zu errichten, das im Fall der Ortbetonausführung mit Homogenisierung zusätzliche Kosten von jährlich  $31370 \text{ M}$  verursacht und damit den ursprünglich erzielten Nutzen beträchtlich übersteigt. Unter diesem Gesichtspunkt betrachtet, ist das Verfahren der Güllevorratslagerung aus betriebswirtschaftlicher Sicht nicht vertretbar. Eindeu-

Tafel 2. Jährliche Nettobiogasproduktion in Abhängigkeit von der zeitlichen Verteilung der Zuführung von gelagerter Gülle im Winterhalbjahr

Variante	Zeitraum der Güllezuführung	Nettobiogasproduktion $\text{m}^3/\text{a}$
0	keine Vorratslagerung	210 340
1	Oktober bis Anfang Dezember	215 670
2	Oktober bis 1. Dezemberdekade	218 690
3	Oktober bis 2. Dezemberdekade	220 720
4	Oktober bis Ende Dezember	222 030
5	Oktober bis Anfang Januar	222 840
6	Oktober bis Mitte Januar	226 870
7	Oktober bis Ende Januar	228 190
8	Oktober bis Februar	230 940
9	Oktober bis April	236 030

tige Vorteile ergeben sich nur, wenn am Standort bereits vorhandene Lagerkapazität für die Güllebevorratung genutzt werden kann. Ein Schritt zur ökonomischen Verbesserung der Güllevorratslagerung ist der Einsatz TS-reicher Gülle. Neben offensichtlichen Vorteilen, wie Einsparung von Wasser und Verringerung des Prozeßenergiebedarfs für die Gülleerwärmung, kommen dabei auch Vorteile zum Tragen, die unmittelbar mit der Lagerung zusammenhängen, wie Einsparung von Lagerraum und Senkung von Lagerungsverlusten durch eintretende Konservierungseffekte. So gestaltet sich im angeführten Beispiel allein durch die Reduzierung des Prozeßenergie- und Lagerraumbedarfs die Bilanz positiv, wenn es gelingt, den Trockensubstanzgehalt der zu lagernden Gülle von  $65 \text{ g/l}$  auf  $110 \text{ g/l}$  zu erhöhen. Denkbar ist auch die Durchführung einer Fest-Flüssig-Trennung mit der Zielstellung, die TS-reiche Trennfraction im Winterhalbjahr einzusetzen. Nach den bisherigen Ergebnissen ist einzuschätzen, daß sich das Verfahren der Güllelangzeitlagerung an der Grenze der Wirtschaftlichkeit bewegen kann. Sollte sich im speziellen Fall abzeichnen, daß eine Güllevorratslagerung unökonomisch sein wird, bleibt zu untersuchen, ob im Territorium Substrate anfallen, die in der kälteren Jahreszeit der Biogasanlage zusätzlich zugeführt werden können. Eine ähnliche Auffassung vertritt Jonkanski [6], da er in La-

borversuchen zur Lagerung von Schweinegülle relativ hohe Gaseinbußen zu verzeichnen hatte. Sie betragen bei einer Temperatur von  $18^\circ\text{C}$  nach vier Wochen 60% und nach zehn Wochen bereits 74%.

Verglichen mit den eigenen Untersuchungen wird damit die Substratspezifität diesbezüglicher Untersuchungsergebnisse deutlich unterstrichen.

#### 4. Zusammenfassung

Vorgestellt werden erste Untersuchungen zur jahreszeitlich bedarfsgerechten Biogasproduktion auf der Grundlage der Güllevorratslagerung. Am Beispiel der Biogasanlage der LPG „Industrielle Schweinezucht“ Frankenförde wird nachgewiesen, daß das Verfahren der Güllelangzeitlagerung ein wirksamer Beitrag zur Erhöhung der jährlichen Nettogasproduktion ist. Erforderliche Aufwendungen für die Lagerung der in der warmen Jahreszeit überschüssigen Gülle können jedoch dazu führen, daß sich das Verfahren am Rande der Wirtschaftlichkeit bewegt. In die entsprechenden Berechnungen müssen deshalb neben den Untersuchungsergebnissen zum Lagerungsverhalten der Gülle auch die Kosten für die Schaffung zusätzlicher Speicherkapazität eingehen. Mit dem Einsatz TS-reicher Gülle sind im Hinblick auf die Vorratslagerung Vorteile, wie die Einsparung von Lagerraum und die Reduzierung von Lagerungsverlusten, verbunden.

Bei der standortspezifischen ökonomischen Bilanzierung ist zu prüfen, ob die Zufuhr von Fremdsubstraten aus dem Territorium in der kalten Jahreszeit kostengünstiger als die Speicherung des am Standort anfallenden Substrats ist.

#### Literatur

- [1] Maurer, M.; Winkler, J.-P.: Biogas: Theoretische Grundlagen, Bau und Betrieb von Anlagen. Karlsruhe: Müller 1980.
- [2] Biogas-Handbuch: Grundlagen - Planung - Betrieb landwirtschaftlicher Anlagen. Aarau: Verlag Wirz 1984.
- [3] Vollmer, R.; Völkel, B.; Franz, J.: Zur Substratbereitstellung für die Erzeugung von Biogas aus Schweinegülle. agrartechnik, Berlin 34 (1984) 11, S. 506-507.
- [4] Göbel, W.; Kaufmann, R.: Zur Planung von Biogasanlagen. Landtechnik, Lehrte 35 (1980) 9, S. 377-379.
- [5] Statistisches Jahrbuch der DDR 1984. Berlin: Staatsverlag der DDR 1984.
- [6] Jonkanski, F.: Einflüsse auf das Betriebsverhalten und die Effizienz einer Biogasanlage. Christian-Albrechts-Universität Kiel, Dissertation 1985. A 5389

#### Vorankündigung

Die 6. wissenschaftliche Tagung der Sektion Landtechnik der Wilhelm-Pieck-Universität Rostock findet vom 11. bis 13. September 1990 in Rostock statt. Zum Thema „Beiträge der Landtechnikwissenschaft zur Intensivierung der sozialistischen Landwirtschaft“ sind folgende Arbeitsschwerpunkte vorgesehen:

- Verfahrensgestaltung und technische Lösungen in der Pflanzenproduktion
- Verfahrensgestaltung und technische Lösungen in der Tierproduktion
- Verfahrensgestaltung und technische Lösungen im Meliorationswesen
- Technische Gestaltung von Arbeitselementen in der Landtechnik
- Technische Diagnostik in der Instandhaltung.

Für den 13. September 1990 sind Exkursionen geplant.

Vom Veranstalter wird um baldige Voranmeldung, um Vortragsangebote oder um Angebote von Postern gebeten.

Mitteilungen und Anfragen sind zu richten an: Sektion Landtechnik der Wilhelm-Pieck-Universität Rostock, Justus-von-Liebig-Weg 6, Rostock 2500, PSF 27-15.

Prof. Dr. sc. techn. H. Schinke, KDT