

Inbetriebnahme einer großtechnischen Versuchsanlage zur Erzeugung und Verwertung von Biogas aus Schweinegülle

Dipl.-Ing. J. Albrecht, KDT, Institut für Energie- und Transportforschung Meißen/Rostock der AdL der DDR
 Prof. Dr. K. Kehr, Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der DDR
 Dr. J. Franz, VEG(Z) Tierzucht Nordhausen

1. Einleitung

In den Jahren von 1981 bis 1985 wurde im VEG(Z) Tierzucht Nordhausen eine Versuchsanlage für die Erzeugung und Verwertung von Biogas errichtet. In dieser Anlage wird z. Z. die Gülle aus den Schweinezuchtanlagen des VEG (rd. 90000 Tiere) und aus der Schweinemastanlage Uthleben (rd. 25000 Tiere) aufbereitet. Durch die anaerobe Aufbereitung sollen die umweltbelastenden Stoffe der Gülle weitgehend abgebaut und eine maximale Gasproduktion erzielt werden. Täglich fallen etwa 650 bis 850 m³ Gülle an.

Die Anlage gliedert sich im wesentlichen in vier Abschnitte:

- Gülleannahme und Vorbehandlung des Substrats
- Gaserzeugung in den Faulräumen
- Nachbehandlung des Substrats
- Gasverwertung.

Im ersten Abschnitt erfolgen die Annahme, die Homogenisierung, die Vorspeicherung und die Erwärmung des Substrats. Den wesentlichen Bestandteil des zweiten Abschnitts bilden zwei zylindrische Faulreaktoren mit einem Rauminhalt von je 8000 m³. Zum dritten Abschnitt gehören Nachfaulbecken, Eindicker und Dekanter. Hier erfolgt eine Trennung des ausgefaulten Substrats in Dünnpfahse und Feststoff für die Kompostierung. Für die Gasverwertung sind im vierten Abschnitt zwei Dampferzeuger installiert, daneben für den Notbetrieb eine Fackel und für die kurzzeitige Zwischenspeicherung ein Gasometer.

2. Anfahren von Faulräumen

Beim Anfahren von Biogasanlagen kommt es darauf an, einerseits den Explosionsschutz zu gewährleisten und andererseits durch eine allmähliche Belastungserhöhung die Entwick-

lung einer stabilen Bakterienpopulation zu fördern. In der Wasserwirtschaft gibt es dafür konkrete Bestimmungen [1]. Für das Anfahren eines geschlossenen Faulraumes bis zum Normalbetrieb werden danach etwa 10 Wochen benötigt.

In der Landwirtschaft existieren für derartige Prozesse noch keine konkreten Vorschriften. Erfahrungen mit vergleichbaren Anlagen liegen z. Z. nicht vor. Aus Untersuchungen in [2] geht hervor, daß sich 4 Monate gelagerte Gülle als Impfmateriel gut eignet, da sich darin im Verlauf der Lagerzeit bereits eine für die Methanproduktion notwendige Mischpopulation von anaeroben Bakterien gebildet hat.

Trotz der vorliegenden Vorschriften und Kenntnisse traten wiederholt Fehlschläge bei der Inbetriebnahme von Biogasanlagen auf. So wurde bekannt, daß die erste Inbetriebnahme der Großversuchsanlage in Ismaning bei München (BRD) mit einem 500-m³-Reaktor fehlschlug und der Reaktor vollständig entleert und erneut angefahren werden mußte.

3. Durchführung der Inbetriebnahme

Während der Vorbereitungszeit wurde für die Inbetriebnahme ein Programm ausgearbeitet, das auf den in [2] dargelegten Ergebnissen und den Resultaten der Inbetriebnahme eines 500-m³-Reaktors [3] aufbaute; aber die Besonderheiten der zur Verfügung stehenden Substrate und der Anlage am Standort berücksichtigte. In Anlehnung an [3] wurde für die Inertisierung der Faulräume der Sauerstoffverzehr aus der Luft durch aerobe Bakterien vorgesehen. Bild 1 zeigt den Verlauf der Befüllung sowie die einsetzende Gasproduktion in den beiden Faulbehältern. Tafel 1 enthält die Charakteristik der eingesetzten Substrate.

Wie aus Bild 1 ersichtlich ist, wurde in den Reaktoren bei einem Füllstand von rd. 1800 m³ bzw. 2300 m³ mit der Inertisierung begonnen. Unter Inertisierung soll hier eine Reduzierung des Sauerstoffgehalts der Luft im Inneren der Reaktoren unter 5% Volumenanteil verstanden werden. Die Inertisierung wurde durch Versprühen der Gülleflüssigkeit in den Reaktoren mit Hilfe von Frei-

Tafel 1. Substratcharakteristik während der Anfahrphase der Reaktoren

		1	2a	2b	3
Temperatur	°C	39,4	22,6	33,6	38,1
Trockenmasse	%	2,07	5,82	2,38	3,13
organ. Trockenmasse	%	1,57	3,60	1,56	2,22
organ. Fettsäuren	g/l	3,1	0,80	0,86	3,82
pH-Wert		8,03	7,77	7,94	8,02

Spalte 1: bis zum Ende der Inertisierung - gesiebte Rohgülle, intensiv belüftet

Spalte 2: Impfsupstrat - langzeitgelagerter Schlamm aus der am Standort befindlichen aeroben Gülleaufbereitungsanlage

In der ersten Phase (2a) des Impfzeitraumes wurde Schlamm aus dem Bodenbereich des Lagerbeckens abgezogen. Dieser Schlamm war bereits stark mineralisiert und verursachte Schwierigkeiten in den Förderpumpen. Aus diesem Grund wurde in der zweiten Phase (2b) Schlamm aus einer höheren Schicht des Schlammagerbeckens abgezogen und mit intensiv belüfteter Gülleflüssigkeit gemischt.

Spalte 3: Befüllung der Reaktoren bis zum normalen Füllstand mit intensiv belüfteter Rohgülle

Bild 1. Anfahren der Faulbehälter und Verlauf der beginnenden Gasproduktion

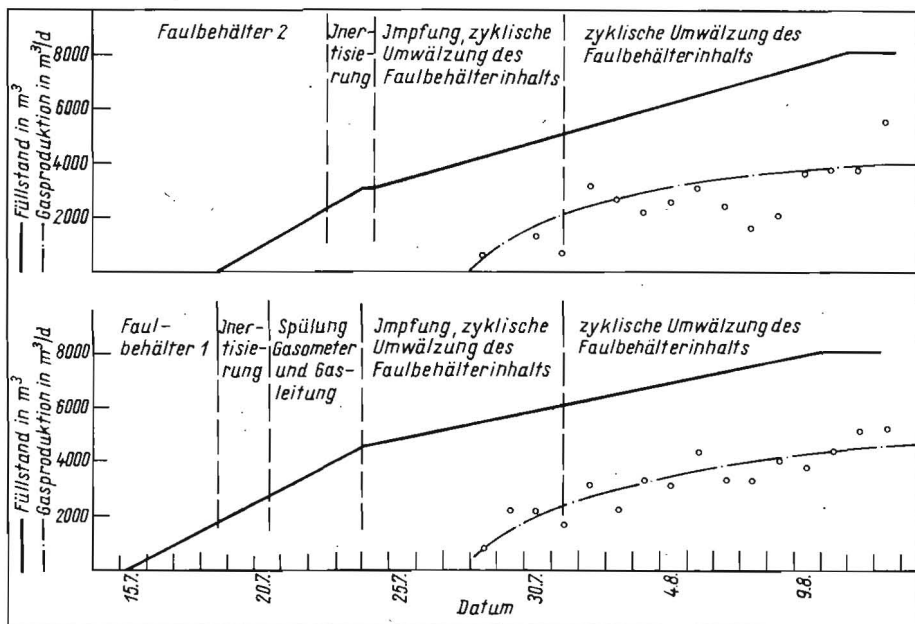
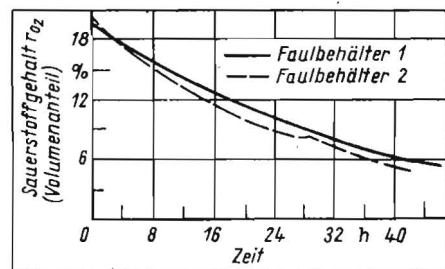


Bild 2. Sauerstoffgehalt in den Reaktoren während der Inertisierung



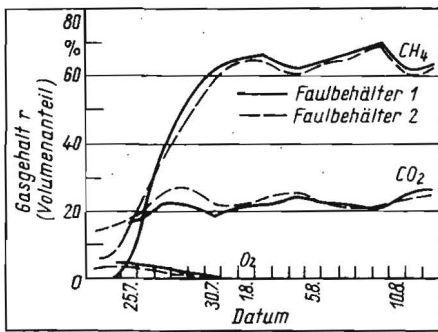


Bild 3. Zusammensetzung des Gases in den Reaktoren während der Anfahrphase

strahlröhren erreicht. Dazu wurde das Substrat jeweils von einer außenliegenden Umwälzpumpe abgezogen und über Freistrahldüsen wieder eingedüst. Die Umwälzpumpen haben eine Nennförderleistung von rd. 700 m³/h.

Im Bild 2 ist der Abfall des Sauerstoffgehalts in den Reaktoren dargestellt. Während Reaktor 1 bei einem Innendruck von durchschnittlich 1,5 kPa inertisiert wurde, erfolgte die Inertisierung beim Reaktor 2 in einem Druckbereich von 4,6 bis 5,2 kPa. Der erhöhte Druck im Reaktor 2 führte durch die größere Gaslöslichkeit zu einem schnelleren Sauerstoffverzehr. Nach einer Umwälzzeit von 47,5 h im Reaktor 1 bzw. 42 h im Reaktor 2 war die festgelegte Grenze von 5% Sauerstoff unterschritten. Aus den während der Inertisierung gewonnenen Meßwerten läßt sich durch Regressionsrechnung der bestehende funktionale Zusammenhang ermitteln.

Der Verlauf des Sauerstoffverzehrs folgt einer Exponentialkurve. Unter den aufgeführten

Bedingungen gelten folgende Beziehungen:

- Faulbehälter 1
 $r_{O_2} = 19,844 \cdot e^{-0,029 t}$;
 $B_1 = 0,999$
- Faulbehälter 2
 $r_{O_2} = 20,345 \cdot e^{-0,035 t}$;
 $B_2 = 0,978$.

Die sauerstoffreduzierte Luft des Reaktors 1 wurde durch Fortsetzung der Füllung des Reaktors mit intensiv belüfteter Gülleflüssigkeit in das Gassystem verdrängt. Die Spülung des Gassystems bis vor die Dampferzeuger einschließlich des Gasspeichers wurde so lange durchgeführt, bis die Luftanalysen einen Sauerstoffgehalt < 5% auswiesen. Danach erfolgte die Beimpfung der Reaktoren mit Impfschlamm. Im Bild 3 ist die sich entwickelnde Methanproduktion in den Faulbehältern dargestellt. Vier Tage nach dem Beginn des Impfprozesses erreichte der Methangehalt des Gases in den Reaktoren 39% Volumenanteil. Damit war das Gas brennbar.

Während des Impfzeitraumes und danach wurde der Inhalt der Reaktoren täglich einmal oder mehrmals mit Hilfe von Umwälzpumpen durchmischt. 16 Tage nach Aufnahme des Anfahrbetriebs konnte der erste Dampferzeuger mit Biogas in Betrieb gesetzt werden.

In Tafel 2 sind die wesentlichsten Parameter der Umwälzsubstrate in den Reaktoren beim Erreichen des normalen Füllstands zusammengestellt. Die Gasproduktion zeigte täglich noch erhebliche Schwankungen.

4. Zusammenfassung

Für das Anfahren von landwirtschaftlichen Biogasanlagen sind noch keine speziellen Vorschriften vorhanden. Ausgehend von Vorschriften der Wasserwirtschaft und Ergebnissen der Inbetriebnahme eines

Tafel 2. Charakteristik der Umwälzsubstrate in den Reaktoren beim Erreichen des Normalfüllstands

	°C	Faulbehälter	
		1	2
Temperatur	36,0	36,0	
Trockenmasse	%	2,00	2,00
organ. Trockenmasse	%	1,11	1,49
organ. Fettsäuren	g/l	0,66	1,92
pH-Wert		7,60	7,79

500-m³-Reaktors wurde für eine Biogasanlage mit zwei Reaktoren von je 8000 m³ ein Inbetriebnahmeprogramm erarbeitet. Wesentlichste Forderungen für den Anfahrprozeß sind die Gewährleistung des Explosions-schutzes und eine der Entwicklung der Methanbakterienpopulation angepaßte Belastung der Reaktoren mit Substrat. Das Beispiel der erfolgreich durchgeführten Inbetriebnahme der Anlage im VEG(Z) Nordhausen zeigt, daß große Reaktoren in kurzer Zeit und mit geringem Kostenaufwand inertisiert und auf Leistung gefahren werden können. Vergleichbare Anlagen der Wasserwirtschaft benötigten bisher für das Anfahren einen Zeitraum von rd. 2 bis 3 Monaten. Die beschriebene großtechnische Anlage der Landwirtschaft wurde dagegen in 3 Wochen auf 80% der projektierten Leistung gebracht.

Literatur

- [1] TGL 26 710/04 Betrieb und Instandhaltung kommunaler Abwasserbehandlungsanlagen. Aug. 11/85.
- [2] Linke, B., u. a.: Zur Inbetriebnahme von Biogasanlagen mit Gülle. agrartechnik, Berlin 34 (1984) 11, S. 508-509.
- [3] Breitschuh, G., u. a.: Ergebnisse und Schlußfolgerungen der Großversuchsanlage Biogas Vippachedelhausen. KAMOD Vippachedelhausen, 1984. A 4977

Einflußfaktoren auf die Effektivität landwirtschaftlicher Biogasanlagen

Dipl.-Ing. G. Reinhold/Prof. Dr. sc. agr. G. Breitschuh
 Forschungszentrum für Bodenfruchtbarkeit Müncheberg der AdL der DDR, Bereich Jena

1. Einleitung

In Abhängigkeit vom Ausgangssubstrat und von der Verfahrensgestaltung setzt sich Biogas zu 60 bis 70% aus Methan und zu 30 bis 40% aus Kohlendioxid zusammen [1]. Schwefelwasserstoff, Sauerstoff und Stickstoff sind meist nur in Spuren vorhanden. Der Heizwert von Biogas ergibt sich aus dem Methananteil und liegt zwischen 21,5 und 25 MJ/m³.

Auch in der Landwirtschaft der DDR besteht seit Ende der siebziger Jahre, bedingt durch die Verknappung und Verteuerung der Primärenergieträger, eine Hinwendung zu alternativen Energiequellen, wozu auch das Biogas gehört. Aus landwirtschaftlicher Sicht eignen sich für die Biogaserzeugung folgende Substrate:

- Gülle
- Stallmist
- pflanzliche Abfälle.

Die Technik und Technologie der Biogaserzeugung aus Stallmist und/oder pflanzlichen Abfällen ist noch nicht weit fortgeschritten, so daß alle acht zur Zeit in der DDR betriebenen landwirtschaftlichen Biogasanlagen auf Güllebasis arbeiten. Die im weiteren dargestellten Ergebnisse wurden an der Großversuchsanlage (GVA) Biogas Vippachedelhausen, Bezirk Erfurt, gewonnen. Eine ausführliche Beschreibung dieser Anlage ist u. a. in [2, 3] zu finden.

2. Einflußfaktoren auf die Effektivität

2.1. Überblick

Die Ökonomie der Biogaserzeugung wird bei Orientierung des Verfahrens auf die Energiegewinnung maßgeblich durch den Wert der abzulösenden Energieträger bestimmt. Weiterhin sind Kriterien wie Verfügbarkeit der Primärenergieträger und Stabilität der Energiebereitstellung mit in die Effektivitätsbe-

trachtungen einzubeziehen. Die perspektivische Entwicklung der Energiepreise ist auch zu beachten, da diese die Ökonomie dieses Verfahrens sehr schnell verändern kann. Die wesentlichen, anlagenintern wirkenden Faktoren, die während der Planung und des Betriebs der Anlage einflußbar sind, werden in Tafel 1 dargestellt. Diese Merkmale sind eine Auswahl, die nicht nach dem Vollständigkeitsprinzip erstellt wurde. Welche Bedeutung ein Merkmal erlangt, hängt maßgeblich vom Verfahrensziel und von den konkreten Standortbedingungen ab.

2.2. Höhe der Biogaserzeugung

Die Biogaserzeugung wird, um Vergleiche zwischen verschiedenen Anlagen zu ermöglichen, meist durch folgende Kennwerte beschrieben:

- Biogasproduktivität (m³ Biogas je m³ Reaktorvolumen und Tag).