

5. Schlußfolgerungen

Aus dem halbjährigen Betrieb der großtechnischen Biogasanlage lassen sich folgende erste Schlußfolgerungen ziehen:

- Der in [2] gegebene Hinweis auf die günstigere anaerobe Vergärbarkeit bestimmter Mischgülle im Vergleich zu den Einzelgülle hat sich bestätigt.
- Die Ergebnisse der kinetischen Untersuchungen zur anaeroben Fermentation von Gülle im Labormaßstab entsprechen prinzipiell den erzielten Ergebnissen in der großtechnischen Anlage bei Verwendung des gleichen Substrats. Da sich die strömungstechnischen Bedingungen im Laborreaktor und im großtechnischen Reaktor unterscheiden, muß der geschwindigkeitsbestimmende Schritt bei der Biogasbildung auch bei einer relativ geringen Durchmischungsintensität der Reaktionsmasse die biochemische Umwandlung und nicht der Stofftransport sein. In Bio-

gasreaktoren ohne Durchmischung der Reaktionsmasse kommt es allerdings zu Prozeßhemmungen durch zu geringe Diffusion.

- Als sehr effektiv hat sich die Durchmischung der Reaktionsmasse mit Hilfe von Biogas erwiesen. Diese Tatsache bezieht sich auf den spezifischen Energieverbrauch, die Zuverlässigkeit und die technologische Wirksamkeit (Schwimm-schichtzerstörung, Konzentrationsausgleich in der Reaktionsmasse usw.). Die in [3, 4] gegebenen Hinweise auf die besondere Effektivität von Hohlwellenrührern mit Paddeln sind keinesfalls zu verallgemeinern.
- Die Biogasverwertung ohne Biogasvorbehandlung in Warmwasserautomaten einheimischer Produktion ist bei den Brenneigenschaften von Biogas ohne Veränderung der Brenner in einem breiten Belastungsbereich problemlos möglich. Eine

Inspektion des Automaten zeigte bisher keine nennenswerten Korrosionserscheinungen.

Literatur

- [1] Maurer, M.; Winkler, J.-P.: Biogas, theoretische Grundlagen, Bau und Betrieb von Anlagen. Karlsruhe, Verlag C. F. Müller 1982.
- [2] Neumann, W.; Rückauf, H.; Breitschuh, G.: Zur Kinetik der anaeroben Fermentation von Mischgülle im mesophilen Bereich. agrartechnik, Berlin 32 (1982) 12, S. 529-530.
- [3] Engshuber, M.: Energetische Aspekte der Biogasproduktion. agrartechnik, Berlin 32 (1982) 12, S. 537-541.
- [4] Engshuber, M.; Beyer, G.: Renaissance für Biogas? Technische Gemeinschaft, Berlin 31 (1983) 3, S. 29.

A 3842

Gülesubstrate zum Anfahren von Biogasanlagen

Dr. rer. nat. R. Vollmer, Institut für Düngungsforschung Leipzig - Potsdam der AdL der DDR, Bereich Potsdam
Dr. agr. J. Franz, VEB (Z) Tierzucht Nordhausen

Verwendete Formelzeichen

TS	Trockensubstanz
oTS	organische Trockensubstanz
c_{FS}	Konzentration der wasserdampf-flüchtigen organischen Säuren
t	Versuchszeit
V_{GA}	spezifische Gasausbeute je Tag
RB	Raumbelastung

1. Einleitung

Instabilitäten in der Anfahrphase von Biogasanlagen haben ihre Ursache im komplizierten synthetischen Zusammenwirken einer Vielzahl unterschiedlicher Mikroorganismen. Der wichtigste Grund dürfte aber in der letzten Reaktionsstufe der Methangärung zu suchen sein, die durch eine Substrathemmung durch Essigsäure gekennzeichnet ist.

Durch diese Substrathemmungskinetik wird das Heranwachsen einer hohen Mikroorganismenkonzentration außerordentlich erschwert [1], d. h. in Versuchsanlagen bzw. in Praxisanlagen mit anaeroben Güllebehandlungsverfahren wird der durch eine stabile Mikroorganismenpopulation gekennzeichnete robuste Betriebszustand erst nach Wochen und Monaten [2 bis 4] oder länger erreicht [5]. Während in Anlagen zur Verarbeitung von Rindergülle durch teilweise Reaktivierung der Pansenpopulationen noch relativ günstige Bedingungen auftreten, bereitet die Einarbeitungsphase von Schweinegülle vergärenden Fermentoren sowohl in Praxisanlagen als auch in Labor- und kleintechnischen Versuchsanlagen erhebliche Schwierigkeiten [6].

Eine wesentliche Verkürzung der Einarbeitungsphase könnte durch die Adaption von Mikroorganismen anderer methanogener Ökosysteme an technische Reaktoren erreicht werden. Derartige Ökosysteme entstehen beispielsweise während der Lagerung

von Gülle oder Überschußschlamm vor allem in den Sommermonaten. In den Lagerbecken von Bioschlamm einer zweistufigen mikrobiologischen Aufbereitung von Schweinegülle konnte eine außergewöhnliche Aktivität der Methanbakterien nachgewiesen werden.

2. Versuchsdurchführung und Ergebnisse

Durch Untersuchungen in Laborreaktoren (Reaktionsvolumen 4 l und 5 l) wurde in 4 Varianten die Eignung solcher gelagerten Überschußschlamm im Gemisch mit anderen

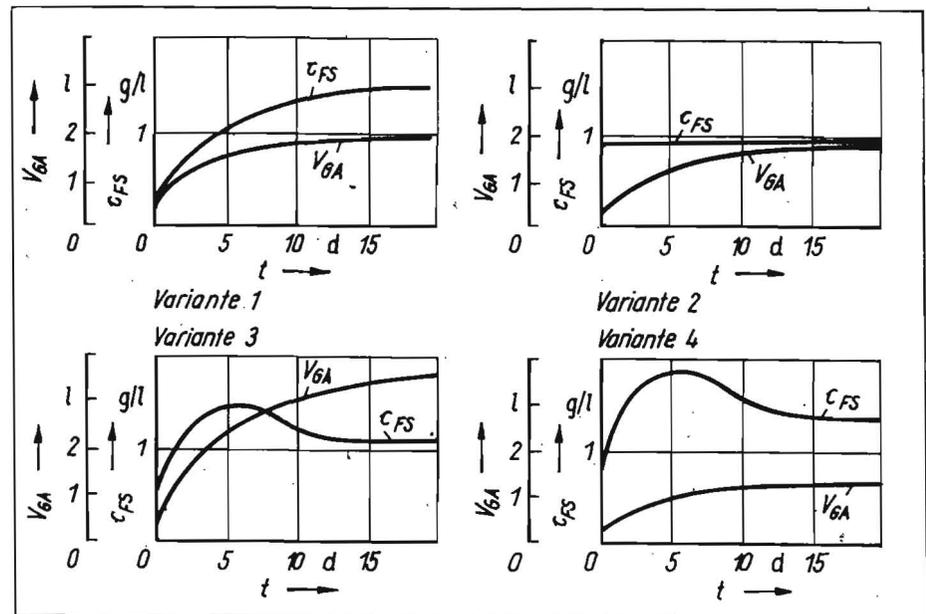
Substraten der aeroben Aufbereitung von Schweinegülle bzw. mit Wasser als Impfsupstrat überprüft (Angaben in Volumenanteilen):

Variante 1 (Reaktionsvolumen 4 l)
25 % Impfschlamm, 75 % Wasser

Variante 2 (Reaktionsvolumen 4 l)
25 % Impfschlamm, 75 % Überlauf des Nachklärers der intensivbiologischen Stufe

Variante 3 (Reaktionsvolumen 4 l)
50 % Impfschlamm, 12,5 % Überschußschlamm der Belebungsstufe, 37,5 % Wasser

Bild 1. Zeitabhängigkeit der spezifischen Gasausbeute V_{GA} und der Konzentration der wasserdampf-flüchtigen Säuren c_{FS}



Tafel 1. Stoffkennwerte der nach verschiedenen Varianten fermentierten Substrate

Var. Substrat	TS g/l	oTS g/l	c _{rs} g/l	RB g oTS/l · d
1 Bogensieb- durchgang	56,0	39,4	4,2	1,97
2 Rohgülle	54,2	41,9	4,4	2,09
3 Bogensieb- durchgang	43,5	29,0	4,2	1,45
4 Bogensieb- rückstand	80,0	75,6	4,4	3,78

Variante 4 (Reaktionsvolumen 5 l)

20 % Impfschlamm, 20 % Überschusschlamm der Belebungsstufe, 60 % Überlauf des Nachklärers der intensivbiologischen Stufe.

Der Überschusschlamm der Belebungsstufe dient als Inertisierungsmittel, d. h. der im Reaktor befindliche Luftsauerstoff wird während des Befüllens „aufgezehrt“. Die Zugabe vom Überlauf des Nachklärers der exergonisch verlaufenden Intensivstufe soll der Anfahrphase eine günstigere Wärmebilanz geben. Die Ausgangskomponenten wurden im

Versuchsbehälter gemischt und die Mikroorganismen vor der Substratzugabe 24 Stunden an die Reaktionstemperatur von 33 °C adaptiert. Als Substrate dienten unbehandelte Schweinegülle sowie die Fraktionen der über Bogensieb fest-flüssig getrennten Rohgülle Bogensiebrückstand und Bogensiebdurchgang (Sediment nach 2 Stunden). Durch die unterschiedlichen Trockensubstanzgehalte ergaben sich bei gleicher Menge von zugegebenem Substrat Raumbelastungen zwischen 1,45 und 3,78 g oTS/l · d. Den Reaktionsverlauf der Fermentationsuntersuchungen zeigt Bild 1. Tafel 1 gibt einen Überblick über die eingesetzten Substrate. In jedem Fall wurde die einen stabilen Betriebszustand charakterisierende konstante Konzentration an wasserdampf-flüchtigen organischen Säuren nach wenigen Tagen erreicht.

3. Zusammenfassung

Die Ergebnisse der Untersuchungen zeigen, daß sich in Gülle- oder Schlamm-lagerbecken ausbildende Methanbakterienkulturen ohne Schwierigkeiten an technische Systeme adaptieren lassen.

Auf diese Weise kann eine erhebliche Verkürzung des Zeitraums bis zum stabilen Betriebszustand erreicht werden.

Literatur

- [1] Bergter, F.: Wachstum von Mikroorganismen. Jena: VEB Gustav-Fischer-Verlag 1972, S. 61 ff.
- [2] Wenzlaff, R.: Erfahrungen mit Biogas im praktischen Betrieb. KTBL-Schrift, Darmstadt (1981) 266.
- [3] Hobson, P. N.; Shaw, B. G.: The anaerobic digestion of waste from an intensive pig unit (Die anaerobe Faulung von Gülle aus einer Schweineintensivhaltung). Water Res., Washington (1973) 7, S. 437-449.
- [4] Vollmer, R.: Untersuchungen zur Substratbereitstellung für die Einfahrphase der großtechnischen Versuchsanlage (GTVA) am Standort VEG (Z) Tierzucht Nordhausen. Institut für Düngungsforschung Leipzig-Potsdam, Forschungsbericht 1982.
- [5] van Elsen, A. F. M.: Anaerobic digestion of pig-gery waste - 2. Startup procedure (Anaerobe Faulung von Schweinegülle - 2. Anfahrprozedur). Neth. J. Agric. Sci., Amsterdam 27 (1979) S. 142-152.
- [6] Braun, R.: Biogasproduktion aus Schweinegülle. Bodenkultur, Wien 32 (1981) S. 336-347.

A 3804

Beregnung mit vollbeweglichen Anlagen

Dr. sc. agr. R. Kappes, KDT, Forschungszentrum für Bodenfruchtbarkeit Müncheberg der AdL der DDR
Dr. K. Walter, Agraringenieurschule Fürstenwalde

Die schnelle Ausdehnung der Beregnungsflächen, auch unter Einbeziehung kleiner Flächen mit beregnungswürdigen Fruchtarten und unter Beachtung der Nutzung beschränkter Wasservorkommen, führte seit 1970 zu einer erheblichen Erweiterung der Beregnung mit vollbeweglichen Anlagen. Nach der Statistik waren in der DDR Ende 1979 2 037 vollbewegliche Anlagen vorhanden, die für eine Fläche von rd. 100 000 ha ausreichend sind (25 % der Beregnungsfläche). Etwa 50 % der Gemüseflächen in der DDR werden mit solchen Anlagen beregnet. Ein Studentenkollektiv der Agraringenieurschule (AIS) Fürstenwalde, Bezirk Frankfurt (Oder), erfaßte technologische Daten von 67 vollbeweglichen Anlagen in 18 landwirtschaftlichen Betrieben und wertete sie aus [1]. Aus verschiedenen Gründen wird ein Teil der Anlagen nicht mehr oder nicht jedes Jahr eingesetzt. Der Umfang dieses Anteils ließ sich nicht belegen.

Auswertung des Betriebs vorhandener Anlagen

Im Durchschnitt der Untersuchungen hatte ein landwirtschaftlicher Betrieb 3,7 vollbewegliche Anlagen mit einer Beregnungsfläche von 49,6 ha je Aggregat. Von den 67 Dieselpumpaggregaten waren 38,8 % Iris-Aggregate aus der ČSSR (Nennleistung 140 m³/h, Bild 1), 31,4 % AKRZF 80/400 aus der DDR (100 m³/h), 19,4 % Agro 3 aus der SFR Jugoslawien (108 m³/h) sowie 10,4 % verschiedene Typen (140 m³/h). Rollbare Regnerleitungen (RR 5,4 m/ha) wurden von 72 % der Betriebe eingesetzt. Nach dem Rohrbesatz waren handverlegte Regnerleitungen am verbreitetsten; dabei ist zu berücksichtigen, daß 17 % der Betriebe - besonders für die Gemüseberegnung - die Schnellkopplungsrohre (SK-Rohre) zeitweise

ortsfest verlegten. Das erfordert einen Rohrbesatz von 170 bis 300 m/ha. Der Regner U 64 mit einer 10-mm-Düse herrschte vor. Bei einer Arbeitsbreite von 300 m nimmt eine Regnerleitung rd. 80 m³/h Wasser ab. Diese Regnerleitung ermöglicht jedoch nur einen Vorschub von 24 m. Ein Umsetzen der Aggregate in der Vegetationszeit erfolgte nicht regelmäßig, sondern nur bei Bedarf auf einzelne Fruchtarten und mit einzelnen Anlagen und beanspruchte im Durchschnitt 2,8 Arbeitskräfte. Das Fassungsvermögen der Kraftstoffbehälter der Motoren reicht i. allg. nur für den Einsatz in einer Schicht. Daher setzten 61 % der Betriebe Tankwagen (600 l DK) ein oder hatten zusätzliche Reservebehälter. Der DK-Transport beanspruchte 0,5 bis 1 h je Aggregat. Durchschnittlich wurde in den Anlagen für 10 m³ gefördert Wasser 1 l DK aufgewandt.

Das Inbetriebsetzen der Dieselpumpaggregate verlangt besondere Aufmerksamkeit. Sofern beim Vorschub der Regnerleitung der Pumpbetrieb unterbrochen werden muß, wird das Wasser häufig durch besondere Vorrichtungen in den Vorfluter oder in den See zurückgepumpt, um das erneute Inbetriebsetzen zu umgehen. 50 % der Betriebe führten die Reparatur der Dieselpumpaggregate selbst aus, die andere Hälfte hatte Verträge mit Kreisbetrieben für Landtechnik. Bei Konzentration mehrerer Aggregate in einem Betrieb muß in der Hauptberegnungszeit unbedingt eine betriebliche Reparaturmöglichkeit vorhanden oder ein Austauschaggregat verfügbar sein. Der Aufbau und effektive Betrieb vollbeweglicher Anlagen erfordern von dem Beregnungsmeister erheblich mehr technische Kenntnisse und theoretische Überlegungen als von dem Beregnungstechniker in teilbeweglichen Anlagen (Bedienung

der Pumpe, hydraulische Überschlagsrechnung zur Anlage, arbeitswirtschaftliche Überlegungen, zweckmäßige Aufstellungsschemata, Eingliederung in die Pflanzenproduktion). Jedes vollbewegliche Aggregat verlangt für den Zweischichtbetrieb 2 qualifizierte Arbeitskräfte (Beregnungsmeister). Tatsächlich standen je Aggregat jedoch im Durchschnitt nur 0,9 qualifizierte Arbeitskräfte zur Verfügung. Die Ausbildung von Beregnungsmeistern für solche Anlagen erfolgt nur an der AIS Fürstenwalde.

Entsprechend den Untersuchungen und Befragungen ist ein Beregnungsmeister bei Ausstattung der Anlage mit RR nicht ausgelastet. Er rollt die RR in kurzer Zeit vor und muß dann warten, bis die Aufstellungsdauer für die vorgegebene Gabe (durchschnittlich wurden 23,3 mm ermittelt) erreicht ist. Bei handverlegten Regnerleitungen trägt der Beregnungsmeister ständig SK-Rohre in eine neue Position. Nach den Untersuchungen erforderte die Beregnung mit vollbeweglichen Anlagen im Durchschnitt 6,3 AK/100 ha. Besonders bedenklich ist dabei, daß 42 % der Betriebe regelmäßig und 24 % zeitweise Arbeitsgruppen von je 2 Arbeitskräften einsetzen. Bei Arbeitsgruppen liegt der Arbeitskräftebedarf über 8 AK/100 ha. Zur effektiven Nutzung der Anlagen bei geringem Arbeitskräfteinsatz ist ihr Aufbau besonders wichtig. Von den vielen bekannten und empfohlenen Möglichkeiten [2, 3, 4, 5] werden in der Praxis nur wenige Grund-schemata (Bild 2a bis c) variiert. Durch unterschiedliche Erschließungsgröße und Flächengestalt bedingt, ist jedoch eine große Vielfalt anzutreffen. Schema a ist besonders ungünstig, wenn nur 1 RR zur Verfügung steht, weil bei jedem Vorschub das Dieselpumpaggregat abgestellt werden muß und der Beregnungsmeister eine große Wegstrecke zurückzule-