

Bernd Linke, Potsdam-Bornim

Entsorgung organischer Reststoffe durch Co-Fermentation

Organische Abfälle aus der Lebensmittelindustrie oder aus Siedlungsgebieten werden zunehmend gemeinsam mit Gülle in Biogasanlagen vergoren. Diese Co-Fermentation ermöglicht nicht nur eine Erhöhung der Leistungsfähigkeit der Anlagen, sondern sie trägt auch zur nachhaltigen Wirtschaftsweise bei. Labor- und Praxisversuche bei mesophilen Temperaturen zeigten, daß aus Gemischen von Schweinegülle und fetthaltigen Abfällen eine Biogasausbeute von 40 bis 45 m³ Biogas je m³ Substrat bei Verweilzeiten von 20 Tagen und CSB-Raubelastungen von 6 kgm⁻³d⁻¹ erzielbar ist. Damit wird im Vergleich zur Gülle nahezu der doppelte Wert erzielt. Die CSB-Raubelastung aus fetthaltigen Abfällen sollte jedoch einen Wert von etwa 1 kgm⁻³d⁻¹ nicht überschreiten, da höhere Belastungen zum Anstieg der Carbonsäuren führen und die Biogasproduktion hemmen.

Landwirtschaftliche Biogasanlagen, die Lausschließlich wirtschaftseigene Dünger vergären und nur als Energieerzeugungsanlagen gesehen werden, bewegen sich seit vielen Jahren an der Grenze zur Wirtschaftlichkeit. Diese einseitige und unvollständige Betrachtungsweise, die positive Wirkungen einer anaeroben Behandlung außer acht läßt, scheint sich mit dem Inkrafttreten des Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetzes zu ändern. Ein wesentlicher Grund hierfür liegt darin, daß durch die gemeinsame Vergärung von wirtschaftseigenen Düngern und betriebsfremden organischen Abfällen die im Gesetz angestrebte Schließung von Stoffkreisläufen für nicht toxische Abfälle möglich wird.

Für diese Co-Fermentation kommen Reststoffe aus der Agrarindustrie sowie häusliche und gewerbliche Abfälle in Frage. Obwohl die Menge dieser Stoffe nur etwa 6,3 % der Güllemenge ausmacht, entspricht das aus diesen betriebsfremden Reststoffen zu erwartende theoretische

Biogaspotential mit etwa 3,3 Mrd. m³a⁻¹ etwa dem aus Gülle [1]. Neben ersten Versuchen einer Zugabe fremder Biomassen aus kommunalen Kläranlagen [2] wird die Mitbehandlung von Co-Substraten in landwirtschaftlichen Biogasanlagen zunehmend in die Praxis umgesetzt [3, 4, 5, 6]. Interessant sind insbesondere fetthaltige Abfälle, da die Entsorgung mit 50 bis 250 DM/t gut vergütet wird [3] und sich vergleichbar hohe Biogasausbeuten erzielen lassen. Im vorliegenden Beitrag soll über Ergebnisse aus der anaeroben Vergärung von Schweinegülle und fetthaltigen Abfällen berichtet werden, die aus Laborversuchen und aus der praktischen Erprobung einer Biogasanlage gewonnen wurden.

Anlagenkonzept

Die Biogasanlage besteht aus zwei 500m³ Rundbehältern mit innenliegenden Wärmeüberträgern und Rührwerken, die mesophil bei 31°C bis 33 °C betrieben wird. Weiterhin sind Behälter zur Zwischenlagerung von Gülle und betriebsfremden organischen Reststoffen sowie Anlagen zur Hygienisierung der Co-Substrate, zur Reinigung (Raseneisenerz) und Verwertung (Blockheizkraftwerk) des Biogases vorhanden. Der Faulschlamm wird als organischer Dünger durch Direktinbringung in den Boden pflanzenbaulich verwertet.

Tab. 1: Stoffkennwerte der Substrate (n=20 Mischproben)

Table 1: Characteristics of wastes (n=20 mixture samples)

	Gülle	Fettabfälle	Bioabfälle
pH-Wert (-)	7,15	5,83	5,33
Temperatur (°C)	13,83	12,65	11,95
TS (gl ⁻¹)	5,30	7,57	8,56
oTS (% TS)	69,60	83,02	76,16
CSB (gl ⁻¹)	56,41	112,17	122,24
N _{ges} (gl ⁻¹)	2,44	1,81	2,05
NH ₄ -N (gl ⁻¹)	1,43	0,86	0,84
Carbons, (gl ⁻¹)	4,04	4,85	5,46
Rohfett (gl ⁻¹)	5,52	24,98	n.b.

Substratzusammensetzung

Hauptsubstrate für die Biogasanlage bildeten Schweinegülle, der etwa 3 Masse% Bleicherde (93 %TS) zugesetzt wurden (S1), Fettabscheiderinhalte (S2) und Bioabfälle (S3). Beim Vergleich der Substratkonzentrationen (Tab. 1) fallen der nahezu doppelt so hohe CSB von S2 und S3 gegenüber S1 und der höhere oTS-Anteil auf. Damit kann aus diesen Substraten

ein größeres Potential für die Gewinnung von Biogas erwartet werden. Obwohl die pH-Werte von S2 und S3 geringer sind als bei S1 und Anzeichen einer beginnenden Versäuerung sind, bleibt der Gehalt an Carbonsäuren, gemessen am CSB-Potential, aber gering. Für Fette, aus deren Abbau Biogas anfällt, das durchschnittlich 28 % CO₂ und 72 % CH₄ enthält, wären Carbonsäuren von 70 gl⁻¹ theoretisch möglich.

Als Bezugsgröße für die Substratkonzentration c und die Faulraumbelastung (B_R) ist der chemische Sauerstoffbedarf (CSB) geeignet. So kann zum Beispiel aus der im Biogasreaktor abgebauten CSB-Masse auf die produzierte Methanmenge geschlossen werden. Ein Kilogramm CSB-Abbau entspricht dabei einer produzierten Methanmenge von 0,35 m³ und 1 kg Fett entspricht einem CSB-Äquivalent von 2,87 kg. Damit werden etwa zwei Drittel des CSB im Substrat 2 von den Fetten gebildet, während bei S1 der entsprechende Anteil nur etwa 30 % beträgt.

Bei der Anlieferung von Fettabscheiderinhalten sowie durch Flotation vorentwässertes Fett war eine große Schwankungsbreite im Rohfettgehalt festzustellen. Es besteht aber eine gute Korrelation zwischen TS-Gehalt in den Fettabfällen und dem Rohfettgehalt (Bild 1), so daß mit Hilfe der einfach durchzuführenden

TS-Analyse auf den Rohfettgehalt und damit auf den CSB geschlossen werden kann.

Versuchsergebnisse

In Laborversuchen mit einem für die Biogasanlage typischen Gemisch, das aus 65 % S1, 22 % S2 und 13 % S3 (CSB = 120 gl⁻¹) bestand, zeigte sich, daß bei 35°C und mittlerer hydraulischer Verweilzeit von 20 Tagen (B_R = 6 kgm⁻³d⁻¹) je m³

Dr. sc. agr. Dipl.-Ing. Bernd Linke leitet die Abteilung Bioverfahrenstechnik am Institut für Agrartechnik Bornim e.V. (Wissenschaftlicher Direktor: Prof. Dr.-Ing. Jürgen Zinke), Max-Eyth-Allee 100, 14469 Potsdam-Bornim. Referierter Beitrag der LANDTECHNIK.

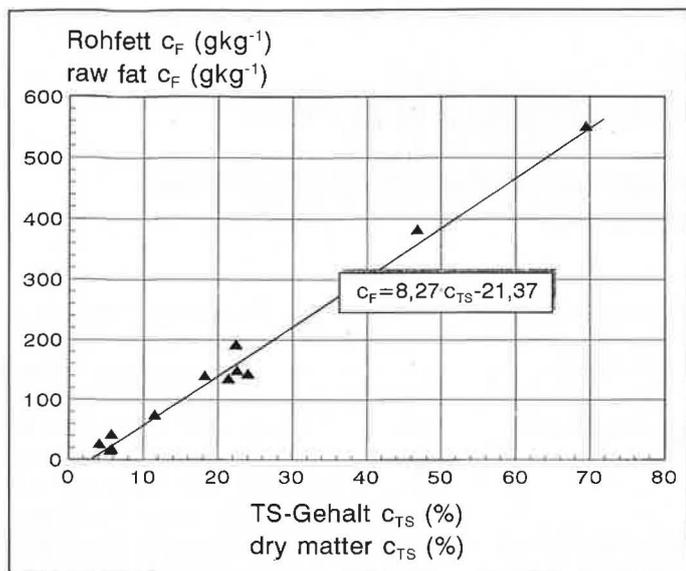


Bild 1: Beziehung zwischen TS (c_{TS}) und Rohfett (c_F) für fetthaltige Abfälle

Fig. 1: Correlation between dry matter (c_{TS}) and raw fat (c_F) related to fat wastes

Gemisch etwa 40 m³ bis 45 m³ Biogas mit etwa 70 % Methan gewonnen werden können. Die Biogasausbeute aus Gülle ohne Reststoffe liegt vergleichsweise nur halb so hoch. Eine Auswertung dieser Belastungssteigerungsversuche nach Modellgleichungen [7] ergab bei etwa zehn Tagen Verweilzeit die maximal mögliche Biogasbildungsrate mit 3,4 m³m⁻³d⁻¹. Bei dieser Verweilzeit beträgt die Biogasausbeute aber nur etwa zwei Drittel des Wertes bei 20 Tagen. Hinzu kommt, daß der Prozeß bei zehn Tagen bereits zur Übersäuerung neigt.

Unter Praxisbedingungen wurden die Belastungsverhältnisse eines 500 m³ Biogasreaktors von Januar bis Mai 1996 analysiert. Bei einer mittleren gesamt-CSB-Raumbelastung in den ersten 20 Tagen von $B_R = 6,15 \text{ kgm}^{-3}\text{d}^{-1}$ (davon 4,1 kg m⁻³d⁻¹ aus S1 und jeweils 1,0 kg m⁻³d⁻¹ aus S2 und S3) verlief die Biogasproduktion ungestört. Hierfür sprachen auch die geringen Konzentrationen an Carbonsäuren im Ablauf von durchschnittlich 0,13 g l⁻¹. Der Ausfall der Zufuhr von S3 durch eine eingefrorene Leitung wurde durch erhöhte Zugabe von fetthaltigen Abfällen (S2) ausgeglichen, so daß nahezu eine Verdopplung von B_R aus S2 eingetreten ist. Diese starke Belastung von fetthaltigem Substrat führte zu einer Übersäuerung der Reaktionsmasse und zu einem Anstieg der Carbonsäuren auf Werte bis 2,5 g l⁻¹. Die Biogasproduktion stagnierte und der Gasmotor konnte nicht mehr betrieben werden. Erst als die Zugabe von S1 und S2 erheblich reduziert wurde, erreichte der Biogasreaktor wieder den stabilen Gleichgewichtszustand und die ursprüngliche Biogasproduktion.

Belastungsgrenzen

Durch gemeinsame Vergärung fetthaltiger Abfälle und Schweinegülle kann eine erhebliche Steigerung der Biogasproduktion erreicht werden. Eine zu starke Belastung mit diesem Co-Substrat führt jedoch zur Instabilität des Prozesses. Es ist deshalb zu empfehlen, die CSB-Raumbelastung aus solchen Abfällen auf einen Wert von 1 kgm⁻³d⁻¹ zu begrenzen. Die Umsetzung dieser Empfehlung kann mit Hilfe des Nomogramms (Bild 2) erfolgen. Dabei entsprechen die angegebenen k-Werte einer CSB-Last in kgd⁻¹, die vom Betreiber für die jeweils verfügbaren fetthaltigen Abfälle zu ermitteln ist. Wenn keine Rohfettanalysen zur Verfügung stehen, kann näherungsweise auch die Beziehung entsprechend Bild 1 herangezogen werden. Der Umrechnungsfaktor von Rohfett zu CSB beträgt 2,87. Aus der täglich zu entsorgenden Menge fetthaltiger Abfälle kann der k-Wert berechnet und die aktuelle CSB-Raumbelastung für das vorhandene Faulraumvolumen abgelesen werden.

Literatur

- Bücher sind mit • gezeichnet
- [1] • Weiland, P.: Möglichkeiten und Grenzen einer gemeinsamen Vergärung von Gülle und betriebsfremden organischen Reststoffen. Tagungsband VDI-MEG-Kolloquium Agrartechnik, Institut für Agrartechnik Bornim, 1996, H. 25, S. 69-85
 - [2] Ghosch, A. und T. Luthardt: Erhöhung der Faulgaserzeugung auf kommunalen Kläranlagen durch Zugabe fremder Biomassen. Wasser + Boden 41 (1989), H. 5, S.288-291
 - [3] • Kuhn, E.: Kofermentation, KTBL Arbeitspapier 185, Landwirtschaftsverlag GmbH, Münster-Hiltrup, 1995

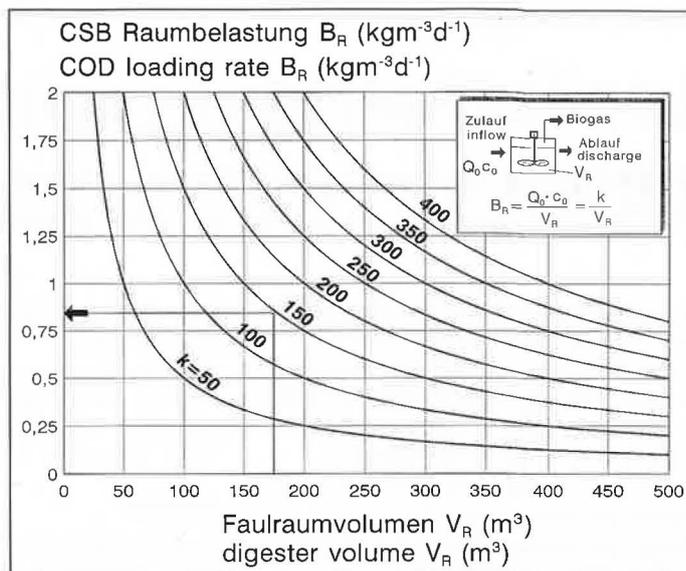


Bild 2: CSB-Raumbelastung (B_R) bei verschiedenen Faulraumvolumina (V_R) und k-Werten ($k=50-400 \text{ kgd}^{-1}$ CSB aus Fettabfällen)

Fig. 2: COD-loading rate (B_R) at different digester volumes (V_R) and k levels ($k=50-400 \text{ kgd}^{-1}$ COD from fat wastes)

- [4] • Krieg, A.: Verfahrenstechnik und Ökonomie bei der Co-Fermentation von Gülle und Altfett. KTBL Arbeitspapier 185, Landwirtschaftsverlag GmbH, Münster-Hiltrup, 1992, S.82-86
- [5] • Gronbach, G.: Verfahrenstechnik und Ökonomie bei der Co-Fermentation von Gülle und kommunalem Mähgut. KTBL Arbeitspapier 185, Landwirtschaftsverlag GmbH, Münster-Hiltrup, 1992, S.82-86
- [6] • Lindboe, H. H., K. H. Gregersen und S. Tafdstrup: Progress report on the Economy of Centralized Biogas plants. Danish Energy Agency, February, 1995
- [7] • Linke, B.: Ein Modell zur Biomethanisierung von Flüssigmist. Bornimer Agrartechnische Berichte, Institut für Agrartechnik Bornim e.V., 1993, Heft 3

Schlüsselwörter

Biogasgewinnung, Fettabfälle, CSB-Belastung

Keywords

Anaerobic digestion, fat wastes, COD-loading rate

Vorschau

In der Juni-Ausgabe Ihrer LANDTECHNIK sind unter anderem folgende Beiträge vorgesehen:

- Kostenvergleich verschiedener Halmgutketten
- Bergung und Abfuhr von Großballen
- Automatisch Kartoffellager klimatisieren
- Einzeltierfütterung in der Schweinemast - eine Alternative für die Praxis?
- Kostengünstige Neu- und Umbauten für Kälber