

# Biogas aus Energiepflanzen

## Ergebnisse aus Langzeitversuchen im Labor

Die Biogasgewinnung aus Roggenschrot und Rübensilage wurde unter definierten Laborbedingungen in Langzeitversuchen untersucht. Bei allen Versuchen mit Energiepflanzen und in Kofermentation mit Gülle verlief die Biogasproduktion stabil. Die oTS-Biogasausbeute von Mischungen aus Gülle und Energiepflanzen verhielt sich dabei annähernd proportional zum oTS-Anteil aus den Einzelsubstraten. Durch Nutzung eines SBR (Sequencing Batch Reaktor) konnte für Rübensilage bei 55°C eine oTS-Methanausbeute und eine Methanbildungsrate von  $1,1 \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$  sowie  $3 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3} \text{ d}^{-1}$  ermittelt werden.

In der Praxis der Biogaserzeugung werden zunehmend Energiepflanzen mit Gülle vergoren, da sie deutlich höhere Biogasausbeuten liefern. Obwohl diese Kofermentation Stand der Technik ist [1], gibt es oft Probleme durch Übersäuerung der Reaktionsmasse bei zu hoher Faulraumbelastung. Laborversuche mit Originalsubstraten und in Kofermentation mit Gülle liefern Aussagen über die mögliche Methanausbeute, die Stabilität des Fermentationsprozesses und sind für die Planung von Biogasanlagen von Interesse. Ergebnisse zur kontinuierlichen Vergärung für Gras im halbtechnischen Maßstab und für Rübensilage unter Laborbedingungen liegen für einen Zeitraum von mehreren Monaten vor. Für Grassilage wurden im mesophilen Temperaturbereich bei TS-Raumbelastungen von 1 und  $2,6 \text{ kg m}^{-3} \text{ d}^{-1}$  Biogasausbeuten von 470 und  $430 \text{ kg kg}^{-1}$  gemessen [2], während sich für Rübensilage in Mischungen mit Rindergülle oTS-Methanausbeuten zwischen 550 und  $560 \text{ kg kg}^{-1}$  [3] ergaben. Bei reiner Rübensilagevergärung wurden bei oTS-Raumbelastungen von  $\sim 4 \text{ kg m}^{-3} \text{ d}^{-1}$  oTS-Methanausbeuten von  $470 \text{ kg kg}^{-1}$  erreicht. Eine Mischung mit Rindergülle erhöhte die Stabilität der Vergärung und ermöglichte oTS-Raumbelastungen bis  $4,5 \text{ kg m}^{-3} \text{ d}^{-1}$  [4]. Das Ziel der Laborversuche bestand darin, das Langzeitverhalten einer Mono- und Kofermentation von Rübensilage und Roggenschrot zu

untersuchen und durch Änderung der Prozessführung vom konventionellen Rührkessel zum SBR (sequencing batch reactor) eine weitere Leistungssteigerung für Rübensilage zu erreichen.

### Substratanalysen und Versuchsdurchführung

Die in den Versuchen verwendeten Substrate liegen mit TS-Gehalten für Getreide, Rübensilage und Gülle von 88%, 11% und 5,5% im üblichen Bereich. Lediglich die im SBR geprüfte Rübensilage hatte wegen eines zu hohen Anteiles von Erde bei der Einlagerung nur 65,2% oTS der TS. Die Versuche wurden in 2,5 l Glasfermentoren mit Wassermantel und gasdichten Rührwerken durchgeführt. Die Biogasmenge wurde mit Präzisionsgaszählern (Fa. Ritter) gemessen und der Methangehalt aus der täglich produzierten Gasmenge (Gastemperatur 20°C) mit dem Gasanalysengerät SSM 6000 (Fa. Pronova) bestimmt. Die als Rührkessel betriebenen Fermentoren erhielten einmal täglich an 5d/Woche Substrat, nachdem die gleiche Menge Gärrest aus dem homogenen Fermenterinhalt entnommen wurde. Die Beschickung des SBR erfolgte alle 6 h an 6d/Woche über eine Schlauchpumpe, während das Schlammwasser nach einer Sedimentationsphase aus dem Überstand abgezogen wurde.

PD Dr. agr. habil. Dipl.-Ing. Bernd Linke ist Leiter der Abteilung Bioverfahrenstechnik am Institut für Agrartechnik Bornim ATB (Wiss. Direktor Prof. Dr.-Ing. J. Zanke), Max-Eyth-Allee 100, 14469 Potsdam; e-mail: [blinke@atb-potsdam.de](mailto:blinke@atb-potsdam.de)

Referierter Beitrag der LANDTECHNIK, die Langfassung finden Sie unter LANDTECHNIK-NET.com.

### Schlüsselwörter

Biogas, Gülle, Energiepflanzen,

### Keywords

Biogas, slurry, energy crops

Bild 1: oTS- Biogasausbeute und Raumbelastung bei quasi-kontinuierlichem Betrieb von 2,5 l Labor-Rührkessel fermentoren mit Roggenschrot und Rübensilage: ( $\Delta$ ) y, (-) BR Roggenschrot; ( $\circ$ ) y, (x) BR, Rübensilage 35°C;  $\square$  y • BR (Rübensilage, 55°C)

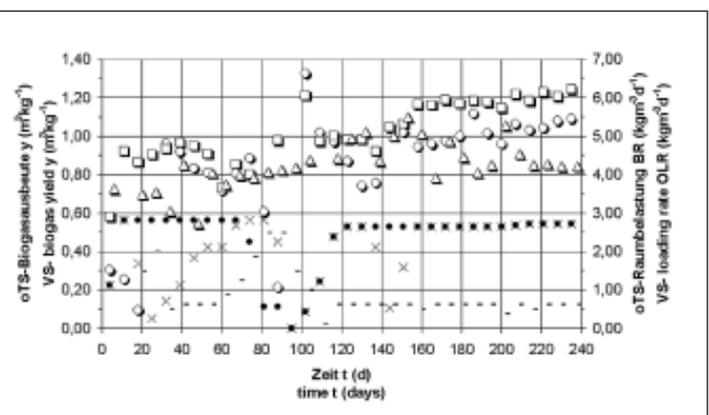


Fig. 1: VS- biogas yield and VS loading rate in semi continuously operation of 2.5 l lab fully mixed fermenters digesting crushed rye grain and fodder sugar beets silage: ( $\Delta$ ) y, - OLR (crushed rye grain); ( $\circ$ ) y, (x) OLR (fodder sugar beets silage 35°C);  $\square$  y • OLR (fodder sugar beets silage 55°C)

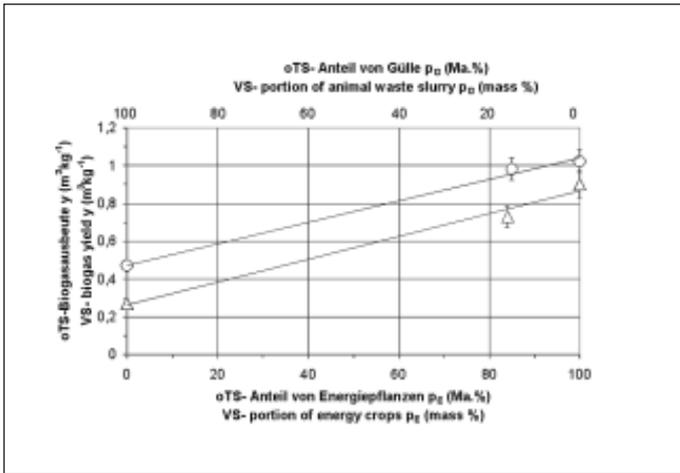


Bild 2: oTS- Biogasausbeute  $y$  bei unterschiedlichen oTS- Anteilen von Gülle  $p_G$  und Energiepflanzen  $p_E$  aus quasi-kontinuierlichen Langzeitversuchen, (○) Rübensilage, (△) Roggenschrot

Fig. 2: VS- biogas yield for different VS- portions of animal slurry  $p_G$  and energy crops  $p_E$  from semi-continuously experiments, (○) fodder sugar beets silage, (△) crushed rye grain

### Langzeitversuche im Rührkessel

Als Impfschlamm für die Inbetriebnahme der Fermenter diente ausgefaulte Rindergülle mit einem TS-Gehalt von  $14,5 \text{ g kg}^{-1}$ . Wegen der zu hoch gewählten oTS-Raumbelastung zwischen  $2$  und  $3 \text{ kg m}^{-3} \text{ d}^{-1}$  führte die Monofermentation von Roggenschrot und Rübensilage ( $35^\circ\text{C}$ ) zur Übersäuerung, so dass die Fermentoren erneut angefahren werden mussten (Bild 1). Der thermophil ( $55^\circ\text{C}$ ) betriebene Fermenter mit Rübensilage und die mit Gülle betriebenen Fermentoren (19 Ma.% Roggenschrot und 70 Ma.% Rübensilage) zeigten keine Prozessstörung (Anstieg der flüchtigen Carbonsäuren). Nach etwa 120 Tagen hatten sich bei allen Fermentoren stabile Betriebszustände eingestellt und konnten bewertet werden. Die oTS-Biogasausbeute von Mischungen aus Gülle und den untersuchten Energiepflanzen verhalten sich proportional zum oTS-Anteil aus den Einzelsubstraten (Bild 2). Die Methanergehalte im Biogas bei der Monofermentation von Rübensilage bei  $55^\circ\text{C}$ , bei  $35^\circ\text{C}$  und von Roggenschrot bei  $35^\circ\text{C}$  betragen 55%, 58% und 54%.

### Biogas aus Rübensilage im SBR

Der hohe oTS-Abbau in Rübensilage (etwa 90%) und der relativ geringe oTS-Gehalt in der Frischmasse (10 bis 15%) bieten die Möglichkeit, durch Sedimentation die Konzentration aktiver Biomasse zu erhöhen und einen SBR (sequencing batch reactor) zu betreiben [5]. Durch Entnahme von Überstand nach einer Sedimentationsphase von etwa zwei Stunden wurde die oTS-Konzentration im SBR bei etwa 2,5% eingestellt. Durch diese Maßnahme konnte über einen Zeitraum von zwei Monaten eine Biogasrate von durchschnittlich  $5,6 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3} \text{ d}^{-1}$ , was bei 55% Methanergehalt im Biogas einer mittleren Methanbildungsrate von über  $3 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3} \text{ d}^{-1}$  entspricht, erreicht werden (Bild 3). Der Spitzenwert lag sogar bei über  $8 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3} \text{ d}^{-1}$  und übertrifft damit die bisher mit diesem Substrat erzielten Werte.

### Fazit

Aus Energiepflanzen lassen sich sowohl in Kofermentation mit Gülle als auch als Monofermentation hohe Biogasausbeuten er-

zielen. Der Prozess der Biomethanisierung kann auch ohne Zusatz von Gülle für Rübensilage und Roggenschrot stabil über einen langen Zeitraum gefahren werden. Die hierbei ermittelten Biogasausbeuten stimmen mit Werten aus Gärtests annähernd überein. Eine zu hohe Anfangsbelastung (Übersäuerung) kann die Inbetriebnahme des Fermenters verzögern. Die oTS-Biogasausbeute einer Mischung aus Gülle und Energiepflanzen verhält sich annähernd proportional zum oTS-Anteil aus den Einzelsubstraten. Die Auslegung des Fermenters nach der oTS-Raumbelastung sollte substratspezifisch erfolgen und die jeweilige Prozessführung berücksichtigen.

### Literatur

- Bücher sind mit • gezeichnet
- N.N.: Biogas, Strom aus Gülle und Biomasse. top agrar Fachbuch, Landwirtschaftsverlag Münster-Hiltrup, 2002
  - Krieg, A., M. Braun und R. Bugar. GRAS-KRAFT. Abschlussbericht des Forschungsprojektes, Förderkennzeichen FKV 0026901R4, Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen „Otto von Guericke“ e.V. 1995
  - Abdel-Hadi, M., J. Beck und Th. Jungbluth: Methanerträge bei der Kofermentation flüssig siliierter Gehaltsrüben. Landtechnik, 57 (2002), H. 2, S. 96-97
  - Hassan, E. und P. Weiland: Untersuchungen zur Vergärung von Futterrübensilage. Förderkennzeichen AZ 99UM031, Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung, BLE, 2001
  - Ruiz, C., M. Torrijos and P. Soubie: The anaerobic SBR process: basic principles for design and automation. Water Science and Technology 43 (2001), no. 3, pp. 201-208

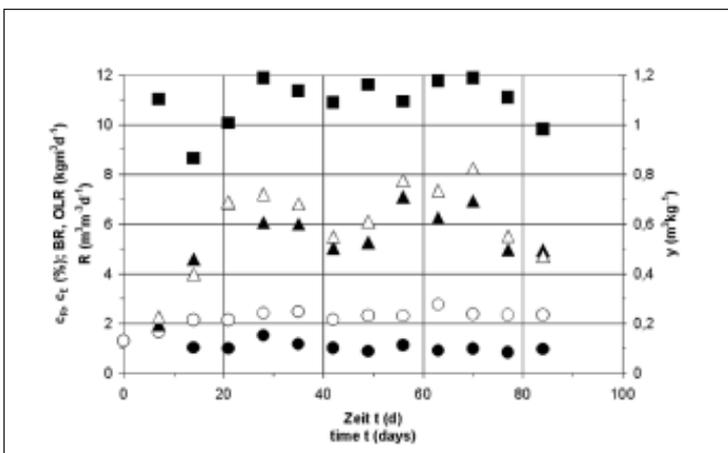


Bild 3: Verlauf von oTS- Konzentration  $c_R$  Fermenter, (○),  $c_L$  Überlauf (●), oTS- Raumbelastung BR (▲), Biogasrate  $R$  (△) und oTS- Biogasausbeute  $y$  (■) eines thermophil ( $55^\circ\text{C}$ ) mit Rübensilage beschickten 2,5 l Fermenters (fed- batch, vier Beschickungen täglich)

Fig. 3: VS concentration of fermenter  $c_R$  (○),  $c_L$  of sludge liquor (●), VS- loading rate OLR (▲), rate of biogas production  $R$  (△) and VS- biogas yield  $y$  (■) in course of time from a thermophilic ( $55^\circ\text{C}$ )

### Vorschau

In der November-Ausgabe Ihrer LANDTECHNIK finden Sie:

- Trends und Hits der Agritechnica 2003
- Ertragskartierung in der Rübenernte
- Schneiden landwirtschaftlicher Güter mit einem Wasserstrahl
- Teleservice bei Landmaschinen
- Entwicklung innovativer Lüftungssysteme für Mastschweine
- Futterautomaten für Ferkel