

Abschätzung des Methangaspotentials in Gärresten



Nr. III – 5/2011

Zusammengestellt für die Arbeitsgruppe III (Prozessbiologie, -bewertung und Analytik) im „Biogas Forum Bayern“ von:



Florian Ebertseder

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft,
Institut für Landtechnik und Tierhaltung



Daniel Preißler

Osiris Gesellschaft für Bioenergie mbH
Renergie Allgäu e.V.

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	3
1 Einleitung	4
2 Methodik des Gärversuchs	5
2.1 Probenahme	5
2.2 Gärversuch	5
2.3 Einordnung	6
3 Fazit	8
4 Literaturverzeichnis	9

Abkürzungsverzeichnis

°C	Grad Celsius
d	Tage
EEG	Erneuerbare Energien Gesetz
FM	Frischmasse
FNR	Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.
kg	Kilogramm
KTBL	Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V.
LfL	Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft
L _N	Normliter
R ²	Bestimmtheitsmaß
VDI	Verein Deutscher Ingenieure e.V.
VDLUFA	Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten

Abschätzung des Methangaspotentials in Gärresten

Zusammenfassung

Sowohl unter ökonomischen als auch ökologischen Aspekten ist ein geringes Methangaspotential von Gärresten erstrebenswert. Dieser Parameter wird zum einen oftmals herangezogen, um abzuschätzen, ob bauliche oder technische Maßnahmen zur Effizienzsteigerung einer Biogasanlage wirtschaftlich sind. Zum anderen spielt die Umweltbelastung von Biogasanlagen durch Emissionen aus offenen Gärrestlagern eine immer wichtigere Rolle.

Die Bestimmung des Methangaspotentials erfolgt im Gärversuch. Hierbei muss grundsätzlich auf eine repräsentative Probenahme Wert gelegt werden. Für die Beurteilung der Abbauleistung ist darauf zu achten, dass der Versuchsansatz den jeweiligen Bedingungen der Biogasanlage entspricht (Temperatur, geplante technische Veränderung). Zu beachten ist, dass ein Gärversuch insbesondere bei mehrstufigen Biogasanlagen mit langer Verweilzeit nur eine Aussage über das Methangaspotential der Betriebsweise in der Vergangenheit erlaubt.

Um Aussagen zu Methangasemissionen aus dem Gärrestlager treffen zu können, muss der Versuchsansatz der Fragestellung angepasst werden. Bisher liegt dazu keine Standardmethode vor. Da sich jedoch Genehmigungsbehörden auf die Empfehlungen der VDI-Richtlinie 3475 Blatt 4 beziehen, wird derzeit die dort verwendete Methode für einen Gärversuch empfohlen.

Prozessbiologische Störungen können zu erhöhtem Restmethanpotential führen. Ein Gärversuch zur Abschätzung des Methangaspotentials ist jedoch nur dann sinnvoll, wenn keine prozessbiologischen Störungen vorliegen, oder diese durch die geplanten baulichen oder technischen Veränderungen behoben werden können. Aus diesem Grund muss vor jedem Gärversuch eine Laboruntersuchung des Gärsubstrats durchgeführt werden.

1 Einleitung

Das Methangaspotential oder auch Restgaspotential aus Gärresten wie in der VDI 4631 definiert, beschreibt die Menge an Biogas bzw. Methan, die nach dem Übertritt des Fermenterinhalt in das Gärrestlager potentiell noch gebildet werden kann (VDI, 2011). Dies ist zum einen ein wesentlicher Parameter für die Beurteilung der Treibhausgasbilanz einer Biogasanlage, zum anderen kann damit eine Aussage über die Effizienz des Abbaus und Verwertung der Einsatzstoffe in der Anlage getroffen werden. Die Biogasmenge, die während der Lagerung noch aus dem Gärrest gebildet werden kann, hängt primär vom Abbaugrad der zugeführten Einsatzstoffe (Substrate), der Lagertemperatur, der Durchmischung und der Aufenthaltsdauer im Gärrestlager ab. Eine hohe Effizienz ist für die landwirtschaftliche Praxis auch im Hinblick auf die hohen Substratkosten von großer Bedeutung. Des Weiteren kann auch für die Ausbringung des Gärrestes der noch nicht freigesetzte Gasanteil bzw. ein weiterer Organik-Abbau von Bedeutung sein. In der 2010 eingeführten VDI-Richtlinie 3475 Blatt 4 zur Emissionsminderung wird allen neu zu errichtenden Biogasanlagen empfohlen, Gärrestlager gasdicht abzudecken sowie eine hydraulische Gesamt-Verweilzeit von 150 Tagen im gasdichten und an eine Gasverwertung angeschlossenen System einzuhalten. Rechtlich bindend für den Vergütungsanspruch wird dies im EEG 2012 §6 Abs. 4 Satz 1 Nr. 1 gefordert. Für schon bestehende Anlagen mit weniger als 110 Tagen Verweilzeit im Fermentersystem werden in der VDI ebenfalls eine Abdeckung des Gärrestlagers mit Gaserfassung und die Einhaltung einer Mindestverweilzeit von 150 Tagen empfohlen. Eine große Anzahl der bestehenden Anlagen sowie ein Teil der zukünftig noch entstehenden Anlagen hat aber kein abgedecktes Gärrestlager. Brisanz bekommt dieses Thema für die Praxis, da Vollzugsbehörden die genannte VDI-Richtlinie als Grundlage für das Genehmigungsverfahren verwenden. Nachdem schon im EEG 2009 auf ein effektiveres und umweltfreundlicheres Gesamtkonzept Wert gelegt wurde, ist des Weiteren davon auszugehen, dass zukünftig sowohl aus ökologischen (Umweltbelastung durch Emissionen), als auch aus ökonomischen Gründen (Effektivität) die Beurteilung des Methangaspotentials von Gärresten der Biogasanlagen an Bedeutung gewinnen wird.

Im Folgenden wird auf die Methodik des Gärversuchs und dessen Rahmenbedingungen eingegangen. Des Weiteren wird eine Hilfestellung zur Einordnung der Ergebnisse gegeben. Dabei soll dieses Papier keine Vorschrift zur Durchführung eines solchen Gärversuchs sein. Vielmehr hat es zum Ziel, den Landwirt über die aktuelle Diskussion zum Thema Restgaspotential aufzuklären und über Möglichkeiten und Grenzen der Methodik zu informieren.

2 Methodik des Gärversuchs

Nachdem eine direkte Erfassung der Methanbildung aus dem Gärrestlager einer Biogasanlage nur mit erheblichem Aufwand möglich wäre, wird für die routinemäßige Abschätzung dieses Wertes eine geeignete Messmethode benötigt. Eine Standardmethode liegt aber derzeit nicht vor. Aktuell werden in den meisten Laboren Gärversuche (Batchversuche) nach VDI 4630 durchgeführt (VDI, 2006). Dies setzt jedoch eine repräsentative Probenahme sowie eine genaue Gaserfassung und -analyse an den Praxisanlagen voraus, was sich oft als schwierig herausstellt.

2.1 Probenahme

Die größte Unsicherheit bei der Durchführung des Gärversuches verursacht die Probenahme, da sich die dabei auftretenden Fehler durch den gesamten Versuch ziehen. Daher sollte einiges beachtet werden. Geräte und Behälter, die zur Probenahme, Bearbeitung und Verpackung verwendet werden, dürfen keinerlei Stoffe enthalten, die die Analyse verfälschen könnten. Die Behälter müssen sauber, trocken, feuchtigkeitsundurchlässig und luftdicht verschließbar sein. Bei der Beurteilung der Abbaueffizienz sowie des Emissionspotentials muss die Probe nach VDI 3475 Blatt 4 aus dem Überlauf zwischen der letzten Vergärungsstufe und dem Gärrestlager gezogen werden. Bei der Entnahme aus einem Probenahmestutzen oder Überlauf muss darauf geachtet werden, dass dieser mit mindestens dem Dreifachen des Rohrleitungsvolumens gespült wird, um eine repräsentative Probe zu erhalten. In diesem Zusammenhang wird auf die Schrift der VDLUFA-Verbandsmethoden „Probenahme von flüssigen Proben in Biogasanlagen“ verwiesen (VDLUFA, 2011).

Um die Ergebnisse des Gärversuchs abschließend bewerten zu können, ist es erforderlich, Proben für eine Laboruntersuchung des Gärsubstrats vor dem Versuch zu nehmen. Eine schnelle Übersendung an das untersuchende Labor ist zwingend erforderlich. Dabei sollte der gekühlte Probenbehälter maximal $\frac{3}{4}$ befüllt werden, um einen Puffer für eine mögliche Ausdehnung in Folge der Gasbildung zu haben. Der Gärrest für den Versuchsansatz darf jedoch nicht eingefroren werden.

2.2 Gärversuch

Grundsätzlich entscheidet bei einem Gärversuch zur Methangaspotentialbestimmung die Fragestellung über die Methode. Soll eine Aussage über die Abbaueffizienz und somit auch über den ökonomischen Aspekt getroffen werden, muss der Versuch unter anlagenspezifischen Gesichtspunkten durchgeführt werden. Des Weiteren muss beim Ansatz des Gärversuchs die betriebsindividuelle Prozesstemperatur eingestellt werden, um praxisnahe Ergebnisse zu erhalten.

Gärversuche mit dieser Fragestellung werden kontinuierlich ohne Zugabe von Substraten so lange durchgeführt, bis wie nach Abbruchkriterium in der VDI 4630 definiert, die tägliche Biogasmenge maximal noch 1% des bis dahin insgesamt angefallenen Biogasvolumens beträgt (VDI, 2006). Dabei wird die Hauptmenge üblicherweise innerhalb der ersten Wochen

des Gärversuchs gebildet. In der Regel ist die Biogasproduktion nach 40 Tagen weitgehend abgeschlossen.

Ist es das Ziel, das Methanemissionspotential abzuschätzen, wird auf die VDI-Richtlinie 3475 Blatt 4 verwiesen (VDI, 2010), da diese als Grundlage für den Genehmigungsprozess bei den Vollzugsbehörden gilt. Die Empfehlungen der Richtlinie stützen sich auf die Ergebnisse und Versuchsmethoden des Biogas-Messprogramm II (FNR, 2009). In diesem wurden Gärversuchsansätze bei 37 °C und 20 °C bis zu 60 Tage kontinuierlich durchgeführt. Dabei wurde angenommen, dass 20 °C die mittlere Temperatur eines unbeheizten offenen Gärrestlagers übers Jahr widerspiegelt.

Bei der Bestimmung des Restmethanpotentials sollte grundsätzlich darauf geachtet werden, dass das Gärsubstrat ohne Zugabe von Impfmateriale oder sonstigen Substraten vergoren wird. Bei der Durchführung des Versuches ist es erforderlich, dass das gebildete Biogas kontinuierlich erfasst und am Ende des Versuches auf die Zusammensetzung analysiert wird. Die alleinige Bestimmung der Biogasproduktion (Mischgas aus Methan und Kohlendioxid) ermöglicht keine gezielte Aussage.

Des Weiteren sollte vor dem Ansatz des Gärversuches durch eine Laboruntersuchung sichergestellt werden, dass keine prozessbiologischen Störungen vorliegen, da es sonst zu falschen Rückschlüssen auf das Methangaspotential im Regelbetrieb kommen kann. Siehe hierzu auch die Publikation des Biogas Forum Bayern: [Prozessbiologische Störungen in NawaRo- und Gülleanlagen : Symptome, Ursachen und mögliche Lösungsansätze](#).

2.3 Einordnung

Um die eigenen Ergebnisse besser bewerten und einordnen zu können, werden in den folgenden Abbildungen Ergebnisse aus wissenschaftlichen Langzeituntersuchungen an Biogasanlagen aus dem Anlagenmonitoring der LfL sowie dem Biogas-Messprogramm II dargestellt ([Effenberger et al., 2010](#); [Lehner et al., 2010](#); [FNR, 2009](#)). Dabei ist anzumerken, dass die Ergebnisse in Abbildung 1 als Absolutwerte in Normliter je Kilogramm Frischmasse dargestellt sind. In Abbildung 2 hingegen ist das Methangaspotential anteilig an den täglich gemessenen Gaserträgen der Praxisanlagen aufgezeigt. Die Formulierungen in der VDI-Richtlinie 3475 Blatt 4 lassen die Frage nach der Bezugsgröße für die Ermittlung der prozentualen Emissionen jedoch offen, sodass auch andere Werte als Bezug gewählt werden können. In Abhängigkeit der Bezugsgröße wird allerdings auch das zu erwartende Ergebnis signifikant beeinflusst. Beispielsweise wird der Wert aus einem separaten Gärversuch mit dem Ausgangsmateriale erfahrungsgemäß höher ausfallen als etwa ein KTBL-Literaturwert (KTBL, 2010). Auch die Frage nach der Messgenauigkeit bei der Erfassung der Gasvolumina auf der Anlage wird in diesem Zusammenhang vermutlich noch diskutiert werden.

Fasst man die Ergebnisse aus 55 Untersuchungen zusammen, wird ein Trend zu abnehmendem Methangaspotential des Gärrestes anteilig an der Methanausbeute der Einsatzstoffe mit zunehmender Verweilzeit im Fermentersystem erkennbar (Abbildung 2). Das geringe Bestimmtheitsmaß zeigt allerdings auch, dass das Methangaspotential von weiteren Einflussfaktoren abhängig ist (Abbildung 1, Abbildung 2). So gibt es auch Anlagen, die trotz relativ kurzer Verweilzeit ein Methangaspotential aus dem Gärrest von unter 1,5% aufweisen. Es existiert also ein erhebliches verfahrenstechnisches Entwicklungspotential.

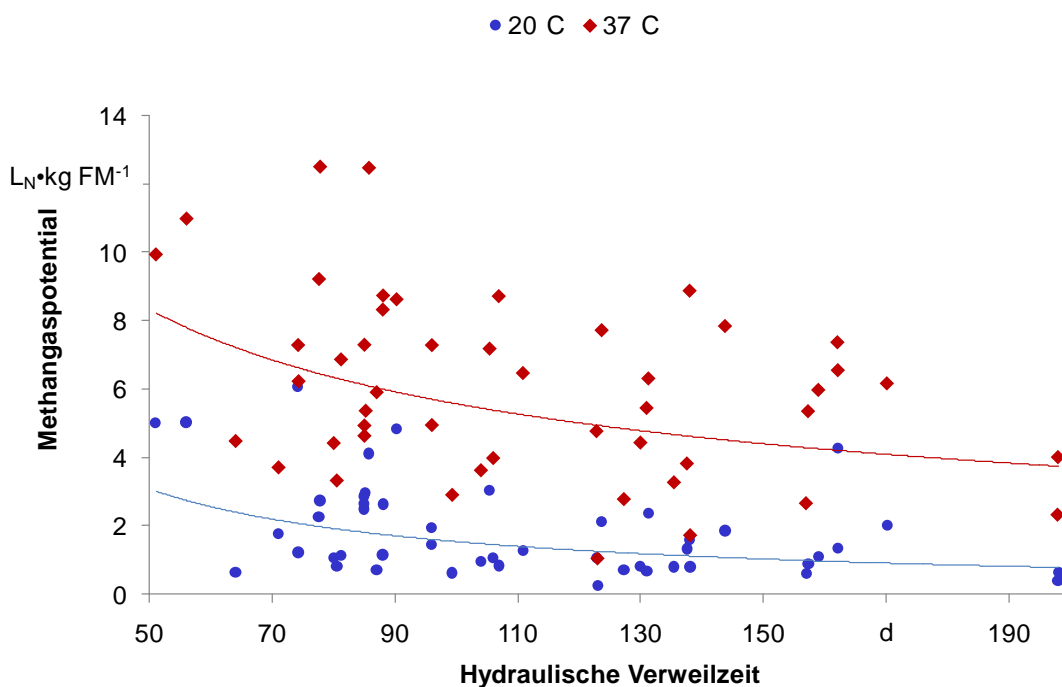


Abbildung 1: Methangaspotential im Batch-Gärversuch (bei 20°C und 37°C) in Abhängigkeit der hydraulischen Verweilzeit im Fermentersystem für alle an der LfL untersuchten Biogasanlagen von 2007 - 2010

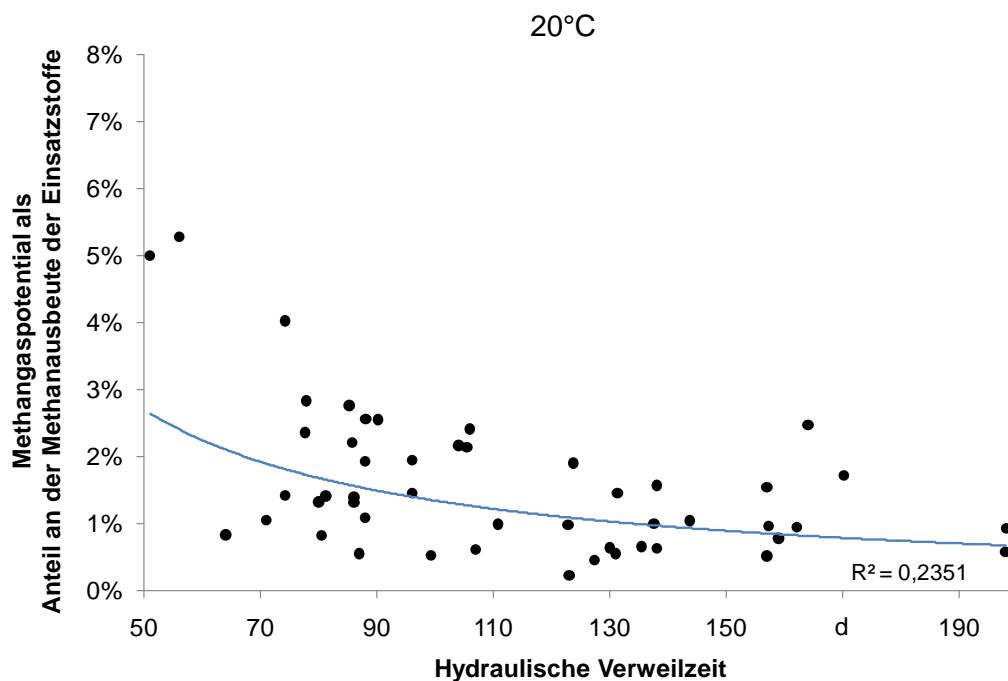


Abbildung 2: Methangaspotential anteilig an der Methanausbeute der Einsatzstoffe im Batch-Gärversuch (bei 20°C) in Abhängigkeit der hydraulischen Verweilzeit im Fermentersystem für alle an der LfL untersuchten Biogasanlagen von 2007 - 2010

3 Fazit

Der Gärversuch (Batchtest) zur Bestimmung des Methangaspotentials (Restgaspotentials) stellt ein geeignetes Verfahren zur Abschätzung der Effektivität des Prozesses einer Biogasanlage dar. Die Ergebnisse ersetzen allerdings nicht die genaue betriebsspezifische Kenntnis über den Verlauf des Prozesses sowie die Auswirkungen von Änderungen an den technischen Stellschrauben, da sie immer nur eine Momentaufnahme darstellen.

Der Frage nach dem Methanemissionspotential wird ebenfalls Rechnung getragen. Jedoch ist hierbei noch nicht abschließend gesichert, ob der vorausgesetzte Wert von 20 °C für alle Gärrestlager im Jahresmittel realistisch ist. Um Emissionen aus dem Gärrestlager zu reduzieren, werden in der VDI 3475 Blatt 4 Maßnahmen vorgeschlagen. Hierzu wird auf eine noch in Arbeit befindliche Veröffentlichung des Biogas Forum Bayern als Stellungnahme über den Einfluss auf das Restgaspotential verwiesen (siehe dazu auch Reinhold & Gödeke, 2011).

Allgemein kann festgehalten werden, dass auf Grund der steigenden Aktualität dieser Thematik eine Standardmethode festgelegt werden sollte.

4 Literaturverzeichnis

- EFFENBERGER, M., H. BACHMAIER, E. KRÄNSEL, A. LEHNER, A. GRONAUER (2010):
Wissenschaftliche Begleitung der Pilotbetriebe zur Biogasproduktion in Bayern –
Abschlussbericht. LfL-Schriftenreihe 1/2010, Freising, ISSN: 1611-4159
- FNR (2009): Biogas-Messprogramm II – 61 Biogasanlagen im Vergleich. Fachagentur für
Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR) (Hrsg.), Gülzow, 2009, ISBN 978-3-9803927-8-5
- KTBL (2010): Gasausbeute in landwirtschaftlichen Biogasanlagen. Kuratorium für Technik und
Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL) (Hrsg.), Darmstadt, 2010, ISBN 978-3-
941583-42-9
- LEHNER, A., M. EFFENBERGER, A. GRONAUER (2010): Optimierung der Verfahrenstechnik
landwirtschaftlicher Biogasanlagen - Abschlussbericht. LfL-Schriftenreihe 2/2010,
Freising, ISSN: 1611-4159
- REINHOLD, G., GÖDEKE, K. (2011): Restgaspotential in landwirtschaftlichen Biogasanlagen.
In: Tagungsband „20. Biogas Jahrestagung und Fachmesse“ Fachverband Biogas e.V.,
11.-13.01.2011, Nürnberg
- VDI (2006): Vergärung organischer Stoffe - Substratcharakterisierung, Probenahme,
Gärversuche. VDI Richtlinie 4630, Verein deutscher Ingenieure 2006
- VDI (2010): Maßnahmen zur Emissionsminderung - Biogasanlagen in der Landwirtschaft -
Vergärung von Energiepflanzen und Wirtschaftsdünger. VDI Richtlinie 3475 Blatt 4,
Verein deutscher Ingenieure 2010
- VDI (2011): Gütekriterien für Biogasablagen. VDI Richtlinie 4631, Verein deutscher
Ingenieure 2011
- VDLUFA (2011): VDLUFA Methodenband, Band VII, Umweltanalytik, 4. Aufl. 2011, einschl.
Ergänzungslieferung, Kapitel 1.1.1., Probenahme von flüssigen Proben in
Biogasanlagen, VDLUFA-Verlag, Darmstadt, 2011, ISBN 978-3-941273-10-8

Das „Biogas Forum Bayern“ ist eine Informationsplattform zum Wissenstransfer für die landwirtschaftliche Biogasproduktion in Bayern

Arbeitsgruppe III (Prozessbiologie, -bewertung und Analytik)

hier erarbeiten Experten Publikationen zu folgenden Themen:

- Substratbewertung
- Mikrobiologie und Chemie
- Analytik
- Prozesskontrolle
- Restgaspotenziale

Mitglieder der Arbeitsgruppe

- Agrarbildungszentrum Landsberg am Lech
- Arbeitsgemeinschaft Landtechnik und landwirtschaftliches Bauwesen in Bayern e.V.
- Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit
- Biogasanlagenbetreiber
- Conpower Energie GmbH
- f10 Forschungszentrum für Erneuerbare Energien
- Fachverband Biogas e.V.
- Landesanstalt für Landwirtschaft
Institut für Landtechnik und Tierhaltung
Abteilung für Qualitätssicherung und Untersuchungswesen
- Landeskuratorium der Erzeugerringe für tierische Veredelung in Bayern e.V.
- renergie Allgäu e.V.
- Wessling Laboratorien



Herausgeber:

Arbeitsgemeinschaft Landtechnik
und landwirtschaftliches Bauwesen in Bayern e.V.
Vöttinger Straße 36
85354 Freising
Telefon: 08161/71-3460
Telefax: 08161/71-5307
Internet: <http://www.biogas-forum-bayern.de>
E-Mail: info@biogas-forum-bayern.de