

CH₄-Emissionen bei EPDM-Gasspeichern

Im Auftrag für: **Axpo Genesys AG**

Finanziert durch: **Bundesamt für Energie BFE**



Elmar Büeler

Biomasseforschung in der Schweiz

3. Nov. 2011

**rund 0.1 % der gesamten
Methanproduktion geht durch die
EPDM-Folie verloren.**

Falls die Folie intakt ist!



- Auf landwirtschaftlichen Biogasanlagen wird das Biogas häufig in einem Gasspeicher mit einer **EPDM-Folie (Ethylen-Propylen-Dien-Kautschuk)** zwischengelagert, bevor es für die Nutzung weiterverwendet wird.
- Oft werden auf den Anlagen nicht quantifizierte **Methan- bzw. Geruchsemissionen** festgestellt.
- **Wie hoch sind die Methanverluste durch die Folie**
- Unterschiedliche Beanspruchung der EPDM-Folien:
 - Wetter
 - Ausdehnung (Füllstand des Gasspeichers)
 - Gärbedingungen (Temperatur, Säurekonzentrationen)
 - Eingesetzte Substrate
 - Alterung

Ziel der Studie

- Wie verändert sich die Methan-Permeation durch die EPDM-Folie im Einsatz.
- Bestehen Abhängigkeiten mit:
 - Einsatzdauer ?
 - Prozessbedingungen: organische Säuren im Fermenter ?
 - Art der Substrate?
 - Neue Erkenntnisse?

Mit den Erkenntnissen dieser Arbeit soll eine Effizienz- und Qualitätssteigerung der Biogasanlagen möglich sein. Zudem wird eine Optimierung der Biogasproduktion im Hinblick auf die Klimarelevanz des Methans angestrebt.

Materialverträglichkeit von EPDM

- Div. **Chemikalienbeständigkeitslisten** (Literatur- und Herstellerangaben) von EPDM wurden verglichen
- **Teilweise deutliche Unterschiede** zwischen verschiedenen Quellen (z.B. Ameisensäure, Essigsäure, Fruchtsaft, Milchsäure, Rapsöl und Rizinusöl)
- **Essigsäure:** Stufen von einsetzbar bis nicht zu empfehlen (Zwischenprodukt im Fermenter!!)
- **Buttersäure:** teilweise nur bedingt einsetzbar
- **Pflanzliche, tierische und ätherische Öle und Fette:** fast allgemeine negative Empfehlung

Methan-Permeationsmessung

- Prüflabor: *Mecadi GmbH*, Bexbach, Deutschland
- Pro Folie zwei Muster mit ca. A3-Fläche, mit Wasser gewaschen und getrocknet
- Messung gemäss DIN 53380 Teil 2

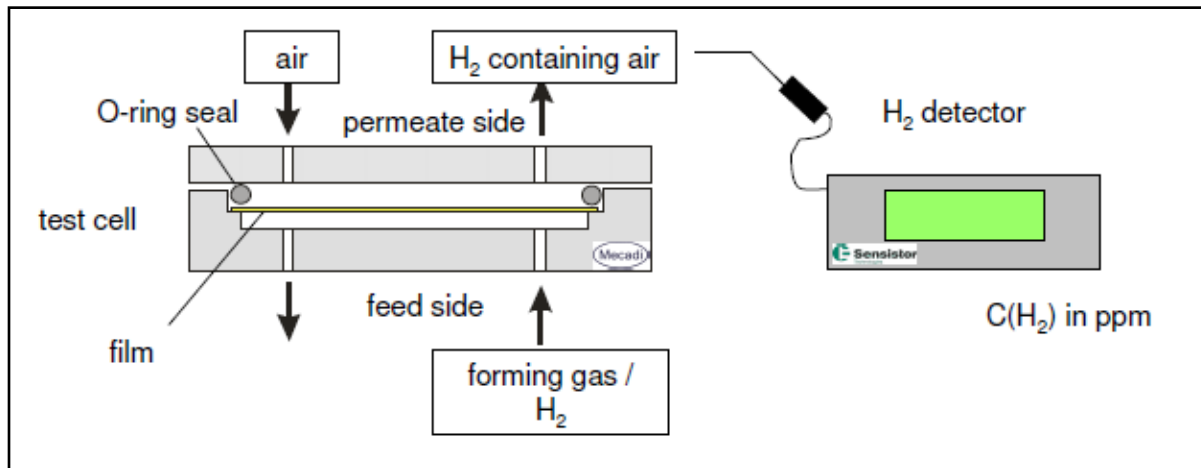
Probenpräparation

Die Muster werden kreisrund mit einem Durchmesser von 73 mm, für die Messzelle passend zugeschnitten. Die Muster werden abgelüftet und bei Prüftemperatur und Ölpumpenvakuum über Nacht entgast.

Dickenbestimmung

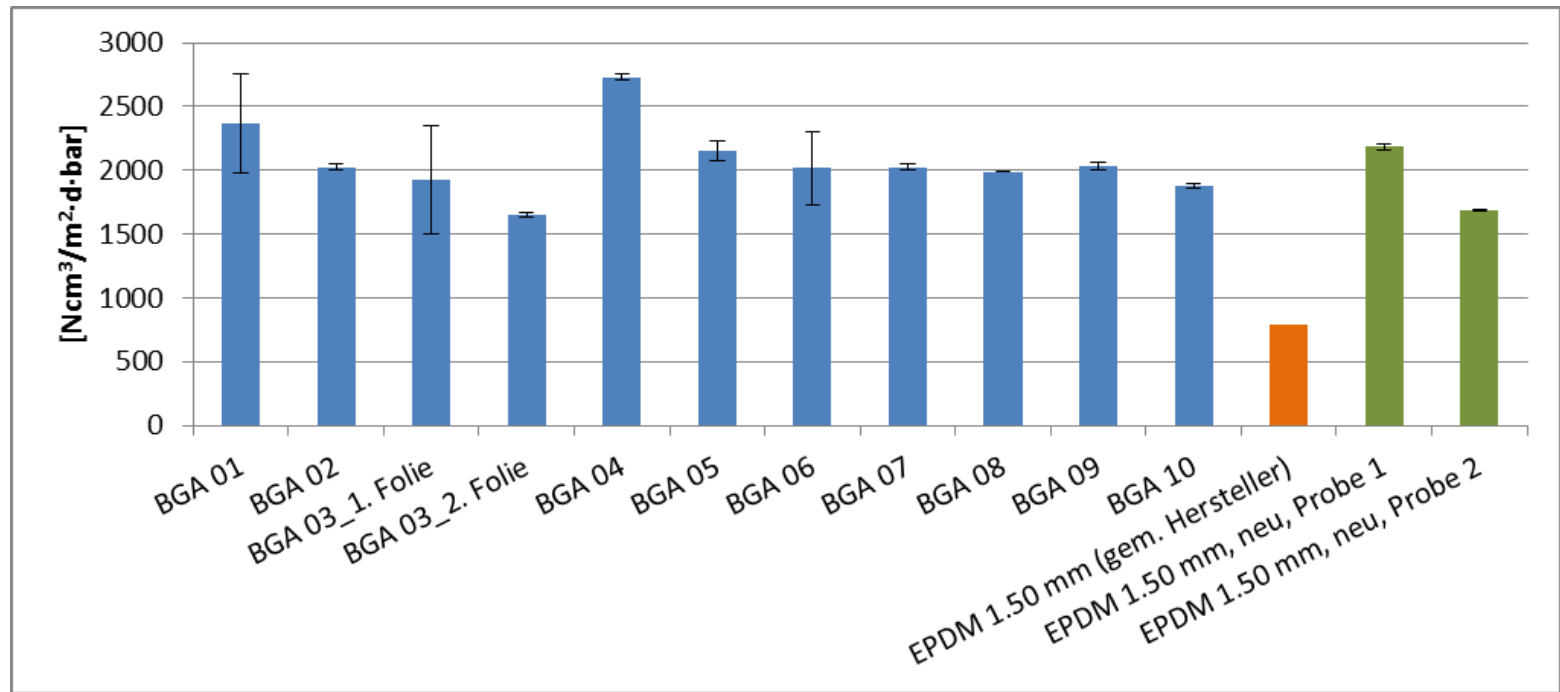
Die Dicke der Muster wird an 10 Stellen des Musters gemessen und als arithmetisches Mittel der Einzelmessungen angegeben.

Methan-Permeationsmessung



Schemazeichnung der Permeationsmessung hier am Beispiel für H₂
(Quelle: Mecadi GmbH)

Resultate



Methan-Permeationsrate [Ncm³/m²·d·bar] der eingesetzten EPDM-Folien bei 41 ° C, inkl. der neuen Folien des gleichen Lieferanten, (orange Säule; Hersteller-Spezifikation, bei 23 ° C)

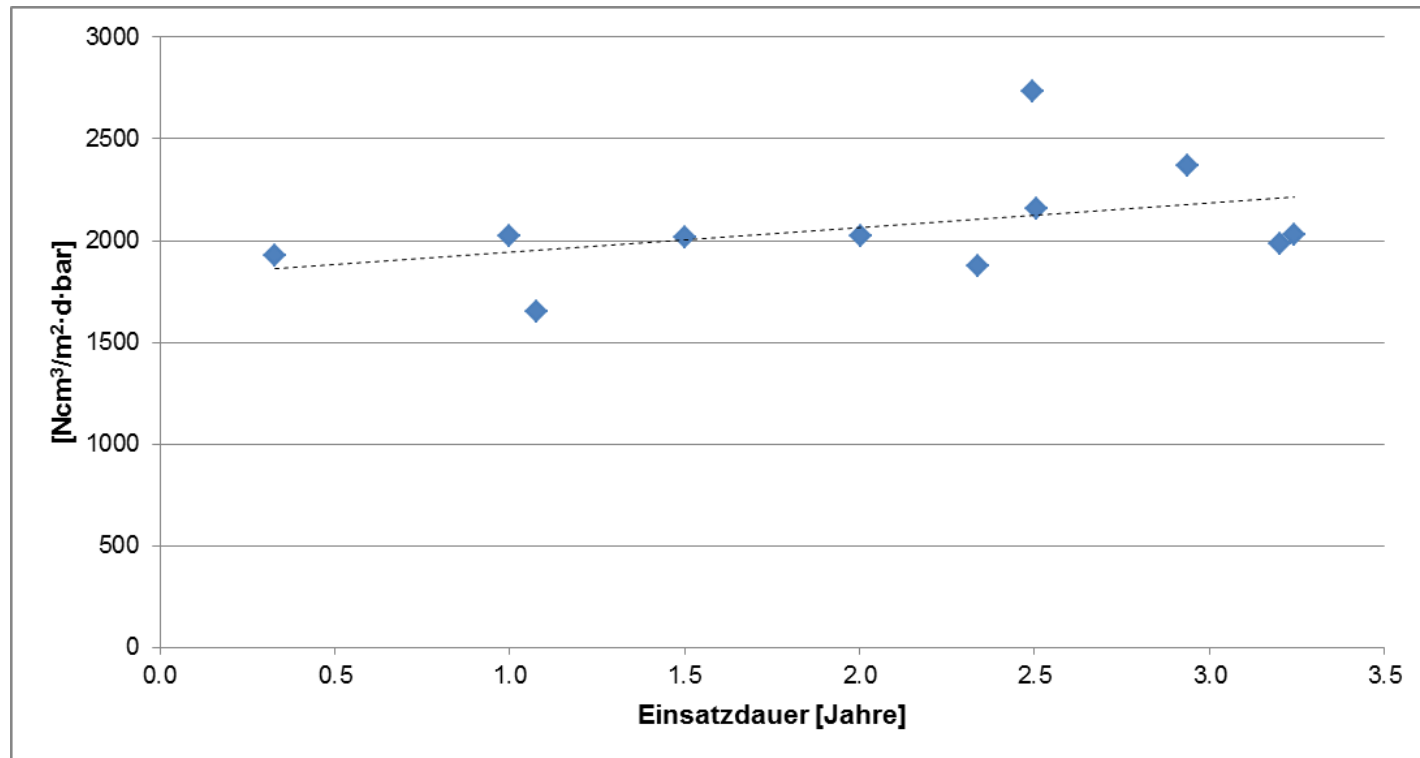
Resultate

Methan-Verluste durch die gedehnte Membran

- Wenn die Folie um 40 % gedehnt ist, misst der Höhepunkt des Gasspeichers in der Fermentermite 63 % der Höhe einer Halbkugel.
- Durch die Dehnung der Folien um 40 % nimmt die Gaspermeation um 23 bis 24 % zu (F^1). Für den Nachgärer wurde mit der gleichen Permeation wie beim Fermenter gerechnet (NG^2)

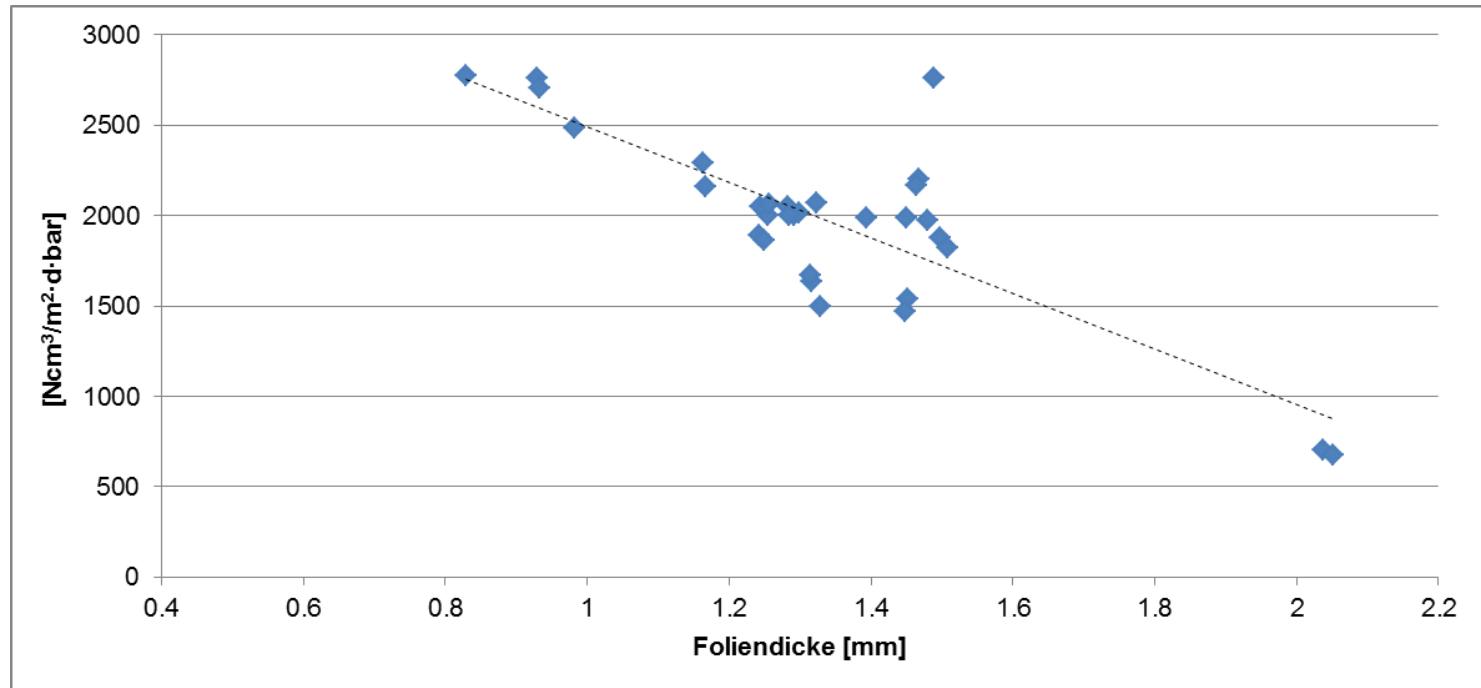
Anlage	Fermenter Durchmesser	0 % Dehn.	40 % Dehnung				
		Fläche der flachen Folie	Höhe des Gasspeichers	Fläche der gedehnten Folie	Methan-verlust F^1	Methan-verlust NG^2	Methan-verlust Total
	[m]	[m ²]	[m]	[m ²]	[Nm ³ /a]	[Nm ³ /a]	[Nm ³ /a]
BGA 01	13	133	4.1	185	189	189	378
BGA 02	12	113	3.8	158	138	-	138
BGA 03_1. Folie	16	201	5.0	281	233	233	466
BGA 03_2. Folie	16	201	5.0	281	200	200	400
BGA 04	11	95	3.5	133	156	-	156
BGA 05	11	95	3.5	133	123	-	123
BGA 06	11	95	3.5	133	115	-	115
BGA 07	10	79	3.2	110	96	-	96
BGA 08	11	95	3.5	133	114	-	114
BGA 09	14	154	4.4	215	188	188	376
BGA 10	16	201	5.0	281	227	227	454
Mittelwerte:					162		256

Resultate



Methan-Permeationsrate $[\text{Ncm}^3/\text{m}^2 \cdot \text{d} \cdot \text{bar}]$ in Abhängigkeit der Einsatzdauer

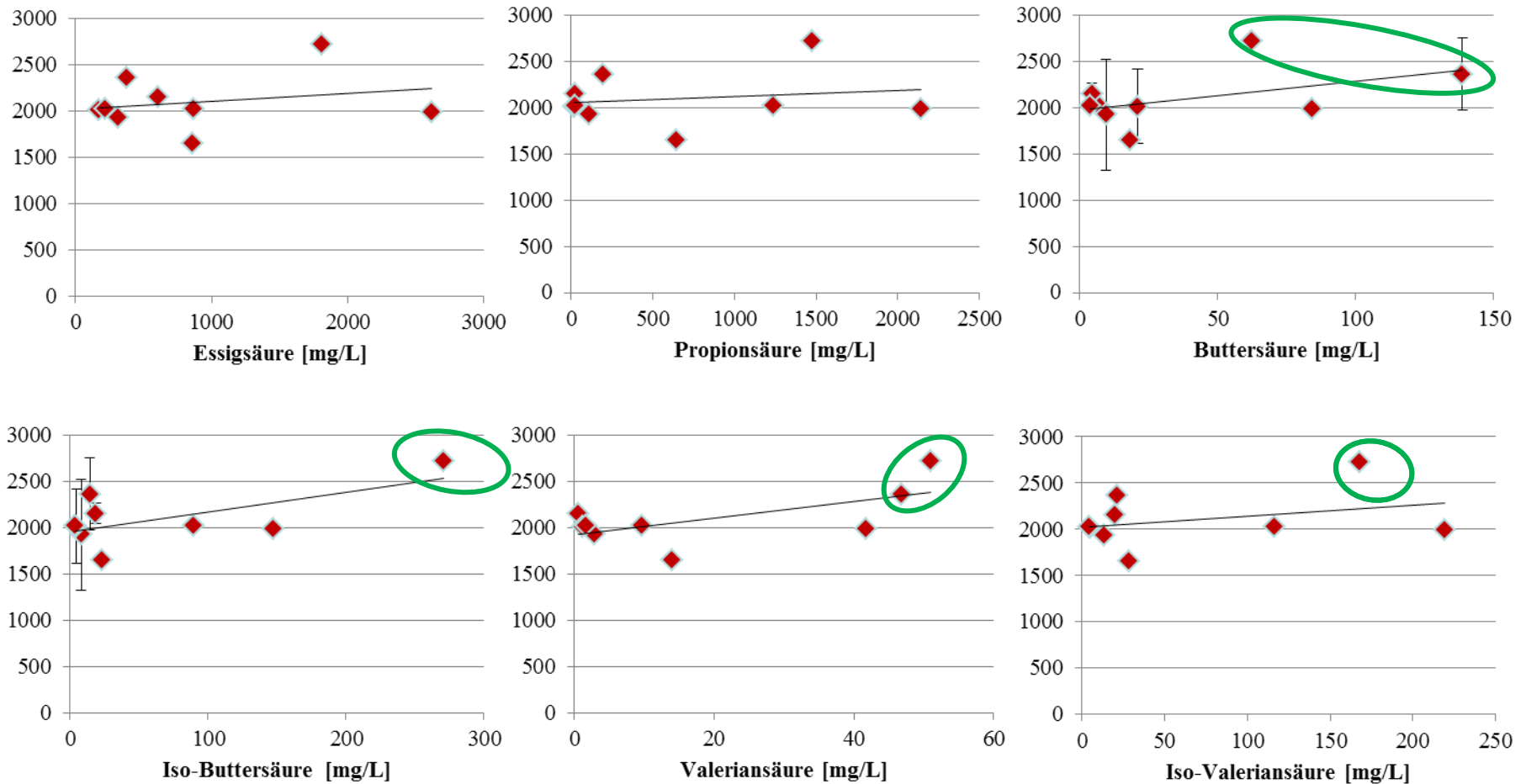
Resultate



Methan-Permeationsrate $[\text{Ncm}^3/\text{m}^2 \cdot \text{d} \cdot \text{bar}]$ in Abhängigkeit der Foliendicke

Resultate

Methan-Permeation in Abhängigkeit mit den **Mittelwerten** der organischen Säuren im Fermenter:



Resultate

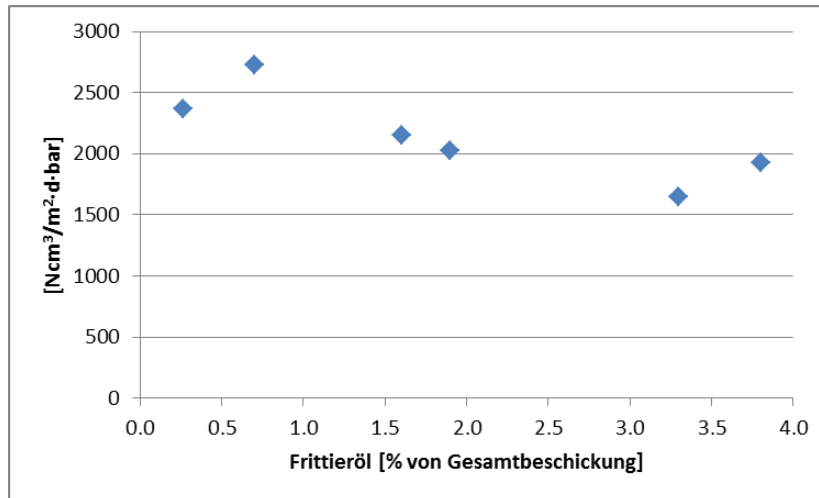
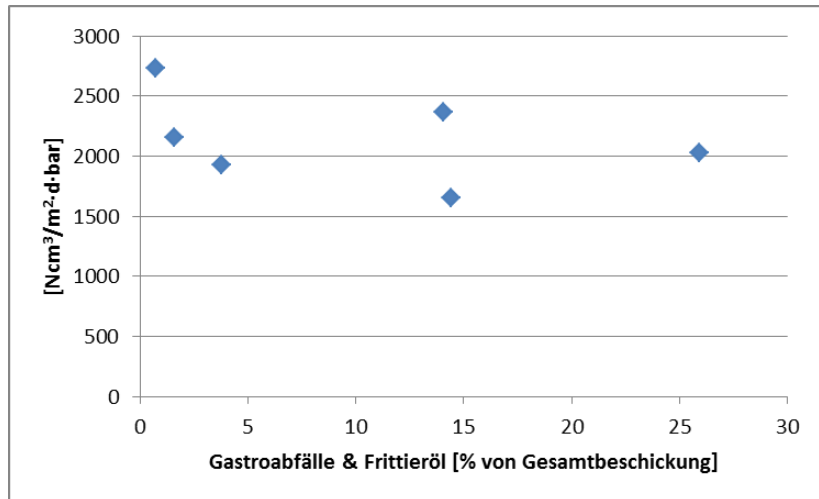
Methan-Permeation in Abhängigkeit der beschickten **Substrate**:

BGA 01		BGA 04		BGA 07
Frittieröl		Darminhalt		Altfrittieröl / Fett
Gastroabfälle		Flotat		Rindergülle
Gülle		Frittieröl		Rüst-/Fruchtabfälle
Industriewasser		Fruchtabfälle		
Mist		Gemüserüstabfälle		BGA 08
Mühleabgang		Gemüsewasser		Rindergülle
Pferdemist		Hühnermist		Hühnermist
		Mühleabgang		Panseninhalt
BGA 02		Rindergülle		Getreideabgang
Fleischsuppe		Rohglycerin		
Frittieröl		Schweinegülle		
Gastroabfälle				BGA 09
Gemüseabfälle		BGA 05		Getreideschrot
Mist		Brennerei-Schlempen		GPS
Rinder / Schweinegülle (50:50)		Fettschlamm		Grassilage
		Mist		Gülle
BGA 03		Rasen		Maissilage
Schweinegülle		Rindergülle		Sonnenblumen
Getreideabgang				
Kaffee (Pulver + Satz)		BGA 06		BGA 10
Tee		Rindergülle		Getreideschrot
Frittieröl		Traubentrester		Grassilage / GPS
Permeat		Grüngut		Gülle
Permeat/Patates/Legumes		Gemüseabfälle		Maissilage
Blut		Mühleabgang		Mist

NaWaRo:

Resultate

Methan-Permeation in Abhängigkeit der beschickten **Substrate**:



- **Je dünner die eingesetzte EPDM-Folie ist, desto höher liegt tendenziell die Methan-Permeation.** Die Methan-Permeationen aller untersuchten Folien von Biogasanlagen lagen zwischen **1650 und 2730 Ncm³/m²·d·bar**. Die Stärken der Folien lagen zwischen **0.8 bis 1.5 mm**. (neue Folie: 1.5 mm)
- Bei erhöhter Einsatzdauer der EPDM-Folien (bis maximal 3,5 Jahre) konnte keine eindeutige Zunahme der Permeationsrate nachgewiesen werden.
- **Keine klare Abhängigkeiten mit den organischen Säurekonzentrationen in den Fermentern.** Eine leichte Tendenz zur Zunahme der Methan-Permeation bei erhöhten Butter- und Valeriansäurekonzentrationen. Auf zwei Anlagen mit über längerer Zeit erhöhter Butter- und Valeriansäure lag die Methan-Permeation rund 25 % höher.
- **Die Art der beschickten Substrate hatte bei den untersuchten Anlagen keinen Einfluss auf die Methan-Permeation der Folien.** Auch öl- und fetthaltige Substrate zeigten keinen negativen Einfluss, obwohl dies in der Literatur teilweise dahingehend erwähnt wird.

Fazit

- Bei gefülltem Gasspeicher wird die EPDM-Folie um bis zu 40 % gedehnt. Dadurch erhöht sich die Methan-Permeation um ca. 24 %.
- Aufgrund der Permeation durch die (gedehnten) EPDM-Folien gehen auf den untersuchten Biogasanlagen je nach Grösse **jährlich 100 bis 470 Nm³ Methan** verloren.
- Dies entspricht im Schnitt **rund 0.1 % der gesamten Methanproduktion**.
- Die finanzielle Einbusse aufgrund des Methanverlustes liegt je nach Anlagengrösse zwischen **90 bis zu 450 CHF pro Jahr**.

Empfehlungen

- 2.00 mm Folie anstelle der 1.50 mm einsetzen
- Folie nicht überdehnen!! Maximale Dehnung von 40 % nicht überschreiten, dies entspricht ca. zwei Drittel einer Halbkugel beim Gasspeicher.
- Regelmässige visuelle Kontrolle auf Beschädigung (Spuren von Kondenswasser, Verfärbung)
- Falls geruchsintensive Substrate (stark proteinhaltig, z.B. Schlachtabfälle, Fleischsuppe) vergärt werden sollen, wird generell von der EPDM-Einfachfolie abgeraten.
- Für Projekte im Rahmen des Klimaschutzes (CO₂-Reduktion, BAFU) sind Doppelmembran-Speicher aus Gründen des jährlichen Monitorings Pflicht.



VIELEN DANK FÜR IHR INTERESSE

Download der Studie:

<http://www.bfe.admin.ch/dokumentation/energieforschung/index.html?lang=de>

Publikationsnummer: 290363

Elmar Büeler elmar.bueeler@bluewin.ch