



2. Workshop des Arbeitskreises Biogas im Ökolandbau: „Biogas aus Klee gras“

"Biogas aus Klee gras – Fermenterbiologie in der Balance"

Dipl. Ing. (FH) Matthias Schriewer



www.biogas-advisor.com

Zur Person

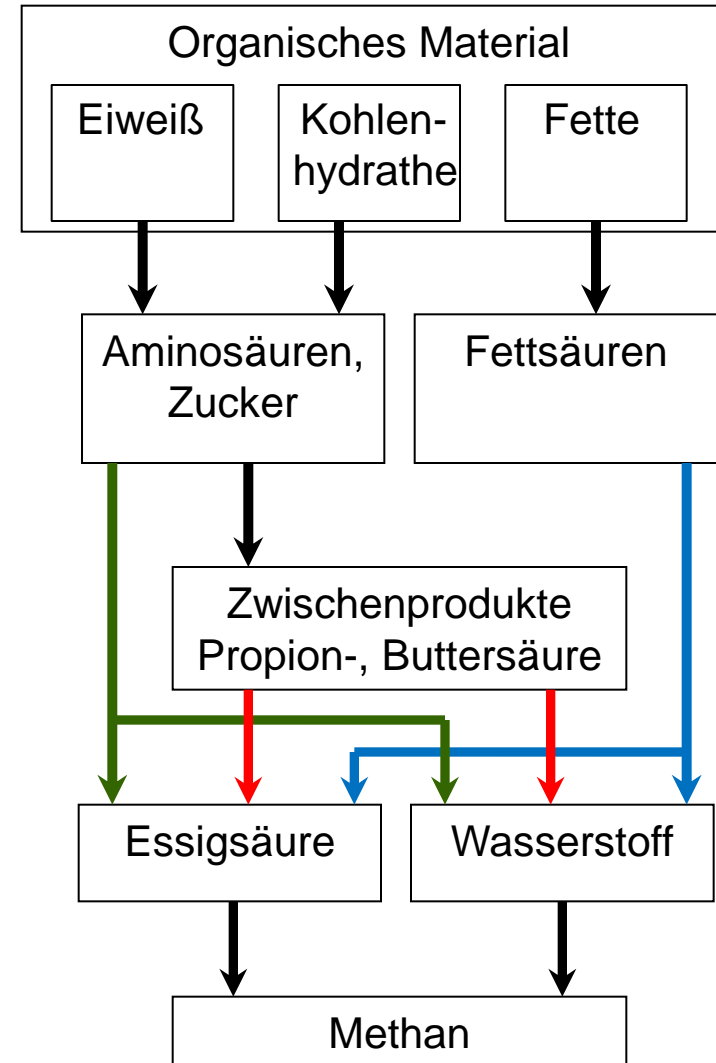
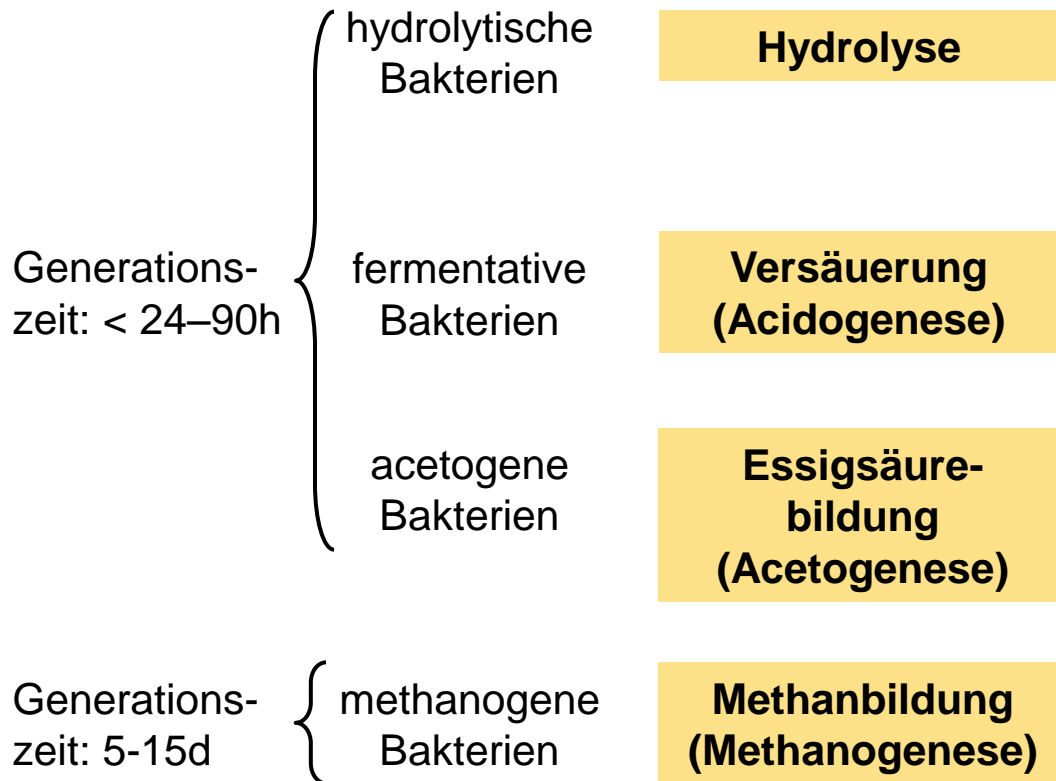


- Matthias Schriewer, Jahrgang 1977
- Wohnort Ornbau, Bayern
- Ausbildung zum Bankkaufmann
- Studium Bioingenieurwesen, Verfahrenstechnik in Jülich
- Diplomarbeit: Vergärung von Zuckerrübenpressschnitzeln
- 2006 - 2010 bei MT-Energie (Prozessbiologische Betreuung, Inbetriebnehmer, Laborleiter)
- 2010 Gründung der Firma Schriewer Biogas Consulting
- 2012 Mitgründung der Firma Biogas Analytix Ltd. in Großbritannien

1. Grundlagen der Gärbiologie
2. Biogaspotential und Eigenschaften von Kleegrassilage
 - Biogaspotential
 - Inhaltsstoffe
3. Folgen für die Vergärung von Kleegrassilage
 - Exkurs Stickstoff in der Biogasanlage
 - Exkurs Grenzen der Separation
4. Schlussfolgerung und Ausblick

Grundlagen der Gärbiologie

Schema der Biogasbildung



Biogaspotential und Eigenschaften



Biogaspotential für Kleegrassilagen:

- KTBL 580 m³ / t oTS ca. 55 % Methan
- TLL Jena 410-588 m³ / t oTS ca. 55 % Methan
- Batchversuch 600 m³ / t oTS ca. 54 % Methan

Zum Vergleich Maissilage:

- KTBL 650m³ / t oTS ca. 52 % Methan
- Praxiswerte 720m³ / t oTS ca. 52 % Methan

Biogaspotential und Eigenschaften



Inhaltsstoffe Mengenelemente Kleegrassilage

Silagart	Ca	P	Mg	K	S	Cl	N
Kleegrassilage	1,03	0,29	0,22	2,56	0,16	0,32	2,6
Maissilage	0,24	0,21	0,11	1,08	0,09	0,11	1,4

Mengenelemente in % der Trockenmasse

Quelle: Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft

Inhaltsstoffe Spurenelemente Kleegrassilage

- Keine einheitlichen Daten verfügbar
- Stark abhängig von geologischen Bedingungen und Qualität der Böden
- Jedoch höhere Gehalte in den Elementen Eisen, Kupfer, Zink und Kobalt
- Gehalte in Maissilage sind überwiegend gering

Folgen für die Vergärung von Kleegrassilage



Mögliche Beeinträchtigungen

- Höhere Trockensubstanz und geringfügig schlechtere Abbaugrade können zu einem Anstieg der Trockensubstanzwerte im Fermenter führen (ggfs. Leistungsgrenze der technischen Komponenten beachten!) Separationstechnik nur bedingt zielführend!
- Hoher Stickstoffanteil kann zur Hemmung der biologischen Prozesse führen
- Das C:N-Verhältnis verschlechtert sich

Exkurs Stickstoff in der Biogasanlage



Stickstoffgehalt

- Stickstoff ist ein wichtiger Baustein für Bakterien
- Wichtiger Wert für Düngemittel
- Wird als Gesamtstickstoff und unterteilt als Ammonium und organisch gebundener Stickstoff angegeben
- Faustformel: Ca. etwas mehr als die Hälfte des Gesamtstickstoffs liegt nach der Vergärung als Ammonium vor

Exkurs Stickstoff in der Biogasanlage



Stickstoffgehalt

Organisch gebundener Stickstoff

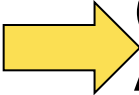
- Diese Form des Stickstoffes beeinflusst die Gärbiologie nur sekundär
- Bei der Vergärung kann daraus Ammonium freigesetzt werden
- Nach der Vergärung ist der organisch gebundener Stickstoff ein guter Langzeitdünger

Exkurs Stickstoff in der Biogasanlage



Stickstoffgehalt

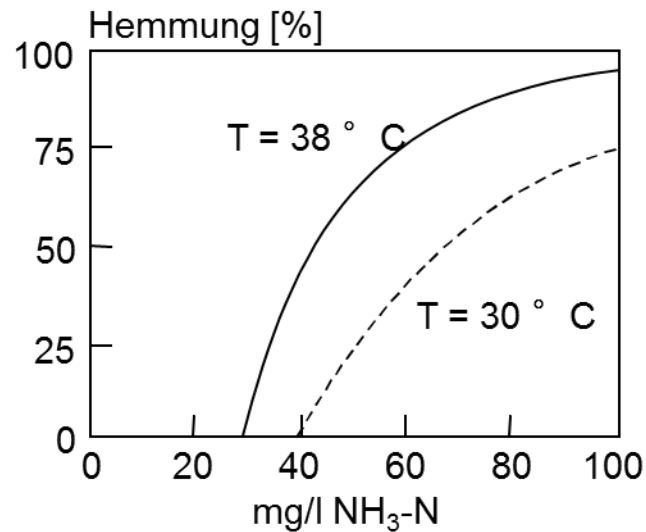
Ammonium, gelöste Stickstoffverbindung

- Praxiswert: 1.900 mg – 5.000 mg / kg Fermenterinhalt, Gewöhnung an höhere Konzentrationen möglich
 (Zeit, Zeit, Zeit und langsame Steigerung der Ammoniumkonzentration)
- Nach der Vergärung ist der als Ammonium vorliegender Stickstoff ein schnell verfügbarer Dünger

Exkurs Stickstoff in der Biogasanlage

Stickstoffgehalt

Hemmung der Methanbildung durch NH_3
(Methanbildung aus Essigsäure)



Quelle: MT-Energie

Exkurs Stickstoff in der Biogasanlage



Grund der Hemmung durch zu hohen Ammoniumgehalts

- $\text{NH}_4\text{-N}$ steht in Wechselwirkung zu Ammoniak



- Örtliche Verschiebung des pH Wertes
- Schädigung der Zellmembranen der Bakterien
- Störung der chemischen Abläufe im Inneren der Bakterien

Exkurs Stickstoff in der Biogasanlage



Problemlösung hoher Stickstoffgehalt

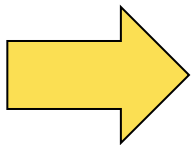
- Regelmäßige Messungen des Ammoniumgehaltes ($\text{NH}_4\text{-N}$)
- Verdünnung mit anderen Substraten, die arm an Stickstoff sind
- Notfalls Zugabe von Wasser
- Technische Verfahren zur Elimination von Stickstoff meist zu teuer und nicht ausgereift

Grenzen der Separation

- Bei der Trennung von fester und flüssiger Phase verteilen sich die Inhaltsstoffe nicht gleichmäßig!
- Ca. 60-70% des Ammoniums verbleiben in der flüssigen Phase, organisch gebundener Stickstoff in der festen Phase
- Ca. 60% des Phosphat bleiben in der flüssigen Phase
- Kalium annähernd gleich verteilt

Grenzen der Separation

- Durch die Verwendung der flüssigen Phase zum Erhalt / Verbesserung der Rührfähigkeit wird gleichzeitig die hemmend wirkende Ammoniumkonzentration erhöht



Separation ist kein Allheilmittel sondern verlangt eine Betrachtung der Fütterung und der Analysewerte!

Folgen bei der Vergärung von Kleegrassilage



Positive Effekte

- Je nach Gehalt an Spurenelemente verbesserte Prozessstabilität
- Verbesserter chemischer Puffer (TAC-Wert)
- Hohe Düngewerte im Gärsubstrat
- Verbesserte Biogaserträge bei Mischfütterungen

Schlussfolgerungen

- Höhere Anteile von Kleegrassilage in der Fütterung sind bei entsprechender Mischfütterung möglich
- Aufgrund der hohen Streuung der Zusammensetzung der Kleegrassilage ist eine pauschale Aussage schwer möglich.
- Analysen und Überwachung der Silagen und der Fermenterbiologie notwendig

Schlussfolgerungen

- Oft werden die Anteile der Kleegrassilage auch durch technische Grenzen bestimmt (TS-Gehalt, Rührfähigkeit)
- Weitere wissenschaftliche Analysen zur Mischfermentation der Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft laufen derzeit (D. Andrade)

Ausblick

- Betrieb einer Biogasanlage mit hohem Anteil von Kleegrassilage ist möglich und bereits auch erfolgt (Dauer ca. 5 Monate als Notlösung mangels anderer Substrate)
- Immer abhängig vom Fütterungsmix

Beispiel einer möglichen Fütterung

Fütterungszusammensetzung:

- 55% Kleegrassilage (35% TS)
- 20% Maissilage (32% TS)
- 25% Schweinegülle (6% TS)

Prozessparameter:

- Gesamtstickstoff: 7,1 kg/m³ im Fermenter
- Ammonium: ca. 4 g/m³ im Fermenter
- Trockensubstanzgehalt: 13 %

Beispiel einer möglichen Fütterung

Fütterungszusammensetzung:

- 55% Kleegrassilage (35% TS)
- 45% Rindergülle (8,5% TS)

Prozessparameter:

- Gesamtstickstoff: 6,72 kg/m³ im Fermenter
- Ammonium: ca. 3,6 g/m³ im Fermenter
- Trockensubstanzgehalt: 12 %

Fragen und Bemerkungen?



A vibrant field of yellow rapeseed flowers stretches across the foreground and middle ground. The sky is a deep blue, filled with large, fluffy white cumulus clouds. On the left side, a single tree stands on a small rise. On the right side, a dense line of dark trees is visible. The overall scene is bright and sunny.

Vielen Dank für Ihr Interesse

Schriewer Biogas Consulting
www.biogas-advisor.com