

Einfluss der Silierung auf die Methanausbeuten von Energiepflanzen

C. Idler, C. Herrmann, M. Heiermann

Leibniz-Institut für Agrartechnik Bornim e. V., Max-Eyth-Allee 100, 14469
Potsdam

1. Einleitung

Die Konservierung von Energiepflanzen ist notwendig, um ganzjährig Substrat für Biogasanlagen bereitstellen zu können. Durch den Gärprozess wird die Biomasse nicht nur konserviert, sondern auch für die Biomethanisierung wichtige Produkte vor allem in Form von Gärsäuren bereitgestellt. Deshalb sollte die Silierung von Energiepflanzen ebenso effektiv ablaufen wie die Konservierung von Futterpflanzen.

Im Rahmen des Verbundprojektes „Entwicklung und Vergleich von optimierten Anbausystemen für die landwirtschaftliche Produktion von Energiepflanzen unter verschiedenen Standortbedingungen Deutschlands“ (EVA) wird im Teilprojekt „Ermittlung des Einflusses der Pflanzenart und der Silierung auf Substratqualität und Biogasausbeute in Labor und in der Praxis“ am ATB der Einfluss der Konservatqualität für die Biomethanisierung untersucht (FNR, 2008). Von den untersuchten Parametern entlang der Bereitstellungskette vom Acker zum Biogasreaktor werden für Mais-, Sudangras- und Grünschnittroggensilagen die Beeinflussung der Methanausbeuten durch Silierzusätze und Silierdauer, sowie der Zusammenhang zwischen Silagequalität und Methanausbeuten bei Ölrettichsilagen beschrieben.

2. Material und Methoden

Grünschnittroggen (*Secale cereale*), Sudangras (*Sorghum sudanense*) sowie Mais (*Zea mays*) wurden 2005 und 2006 zum optimalen Zeitpunkt von Praxisflächen im Land Brandenburg geerntet und in Modellversuchen in 1,5 l Silos (Abb. 1) mit unterschiedlichen Siliermitteln einsiliert (DLG, 2000). Als chemisches Siliermittel wurde in Mais das Präparat *Mais Kofasil liquid* der Fa. Addcon, in Sudangras und Grünschnittroggen *Kofasil liquid* (Fa. Addcon) in empfohlener Aufwandmenge appliziert. Als biologischer Zusatz wurde in allen Pflanzen *Silasil* (Fa. Lactosan) eingesetzt. Von den erzeugten Silagen erfolgte nach unterschiedlichen Silierzeiten (10 Tage bis ein Jahr) die Bestimmung der Gasbildungspotenziale in Batch-Gärtests (Abb. 2) entsprechend der VDI Richtlinie 4630 (Herrmann et al., 2007; Idler et al. 2007). Ausgangsmaterialien und Gärverlauf wurden durch verschiedene chemische

Parameter charakterisiert: Trockenmasse, pH-Wert, Zucker- und Stärkegehalt, Rohnährstoffe, Faserfraktionen sowie Gärprodukte (Tab. 1). Die Korrektur der Trockenmasse erfolgte in Abhängigkeit vom pH-Wert nach Weissbach & Kuhla (1995). Die Bewertung der Silagen auf der Basis der chemischen Untersuchungen erfolgt nach dem aktuellen Bewertungsschlüssel der DLG (DLG, 2006).



Abb. 1: Modellsilos



Abb. 2: Batch-Gärtests

Tab: 1: Verwendete Methoden für die untersuchten Parameter

Parameter	Methode
Trockenmasse	VDLUFA MB. Bd.3, Kap. 3.1
pH-Wert	VDLUFA MB. Bd.3, Kap. 18.1
Pufferkapazität	Hausmethode, in Anlehnung an Weißbach, 1967
Rohasche	VDLUFA MB. Bd.3, Kap. 8.1
Rohfett	VDLUFA MB. Bd.3, Kap. 5.1.1
Rohfaser	VDLUFA MB. Bd.3, Kap. 6.1.2
Säure-Detergentien-Faser	VDLUFA MB. Bd.3, Kap. 6.5.2
Neutral-Detergentien-Faser	VDLUFA MB. Bd.3, Kap. 6.5.1
Säure-Detergentien-Lignin	VDLUFA MB. Bd.3, Kap. 6.5.3
Stärke	VDLUFA MB. Bd.3, Kap. 7.2.1
Wasserlösliche Kohlenhydrate	Hausmethode
Stickstoff	VDLUFA MB. Bd.3, Kap. 4.1.2
Gärprodukte	Hausmethode, mod. nach Block & Weißbach 1982

Rohprotein und die stickstofffreien Extraktstoffe werden berechnet.

3. Ergebnisse

Silierzusätze

Auf die Methanausbeuten wirkten sich die Silierzusätze in den getesteten Pflanzen unterschiedlich aus. In **Maissilagen** bewirkten die Zusätze zum einen eine Verbesserung der Gärqualität: die Konservate ohne Zusatz wurden mit der Note 3 (verbesserungswürdig), die mit dem biologischen Zusatz mit der Note 2 (gut) und die mit chemischem Zusatz mit der Note 1 (sehr gut) bewertet. Zum anderen konnte auch die Methanausbeute durch die Zusätze erhöht werden. Unter Berücksichtigung der Gärverluste erbrachte der speziell für die Biomethanisierung ausgewählte Zusatz *Silasil* mit 359,9 NI/kg oTM nach 90-tägiger Silierzeit die höchsten Ausbeuten (Abb. 3). Durch den chemischen Zusatz *Mais Kofasil liquid* konnte die Methanausbeute von 321,1 NI/kg oTM gegenüber der unbehandelten Kontrolle um 4,7 % erhöht werden.



Abb. 3: Einfluss von Silierzusätzen auf die Methanausbeuten von Mais-, Grünschnittroggen- und Sudangrasssilagen nach 90tägiger Lagerungszeit in Modellsilos unter Berücksichtigung der Gärverluste

In **Grünschnittroggensilagen** dagegen zeigte der Siliermitteleinsatz insbesondere der Zusatz von *Silasil* eine leicht verringerte Wirkung auf die Methanausbeute (-1,5 %). Die mit chemischen Zusätzen versetzten Silagen wurden mit der Note 1 (sehr gut) bewertet, wohingegen die Silagen mit dem biologischen Zusatz nur die Note 4 erhielten. Ursache für diese schlechte Bewertung waren die hohen Essigsäuregehalte, die jedoch durch diesen Zu-

satz erzielt werden sollten. Die Anwendung des DLG-Bewertungsschlüssels scheint in diesem Fall nicht sinnvoll.

In **Sudangrassilagen** bewirkten die Zusätze, unter Berücksichtigung der Gärverluste, eine Erhöhung der Methanbildung. Bei Zusatz des chemischen Siliermittels *Kofasil liquid* konnten die Methanausbeuten von 269,4 NI/kg oTM bei der unbehandelten Kontrolle auf 314,8 NI/kg oTM erhöht werden. Das entspricht einer Steigerung von 16,7 %. Der Zusatz von *Silasil* erbrachte eine Erhöhung der Methanausbeute um 12,2 %.

Alle Silagevarianten wurden mit der Note 1 (sehr gut) bewertet.

Silierdauer

An den gleichen Siliergütern wurden die Auswirkungen variiert Lagerzeiten von 10 bis 365 Tagen auf die Methanausbeuten untersucht (Abb. 4).



Abb. 4: Methanausbeuten von Mais-, Grünschnittroggen- und Sudangrassilagen nach unterschiedlichen Lagerzeiten in Modellsilos unter Berücksichtigung der Gärverluste

Die Silierverluste nahmen erwartungsgemäß mit zunehmender Lagerdauer leicht zu. Bei Maissilage wurden 7,6 % nach 10 Tagen und 8,3 % Frischmasseverluste nach 365 Tagen registriert. Bei Grünschnittroggenlagen lagen die Verluste mit 0,5 % nach 10 Tagen und 0,8 % Frischmasseverluste nach 365 Tagen erheblich niedriger als bei Mais. Bei Sudangrassilagen stiegen die Verluste von 0,6 % nach 10 Tagen auf 1,8 % nach 365 Tagen an. Alle unter-

suchten Silagen wurden bezüglich der Gärqualität mit der Note 1 (sehr gut) bewertet.

Die leicht höheren Verluste bei längerer Lagerdauer hatten jedoch keine negativen Auswirkungen auf die Methanausbeute. Mit zunehmender Lagerdauer wurden sogar tendenziell leicht höhere Methanausbeuten der Silagen bei den drei untersuchten Pflanzenarten gemessen. In Maissilagen wurden zwischen der Einlagerung und der Auslagerung nach einem Jahr Erhöhungen in der Methanausbeute von 15,9 % ermittelt. In Grünschnittroggenkonservaten wurden die höchsten Methanausbeuten nach 180 Tagen mit einer Steigerung gegenüber den Frischmassen von 8,2 % erzielt. Möglicherweise erhöht sich bei längerer Lagerung durch Aufschlussprozesse die Verfügbarkeit von verwertbaren Bestandteilen des Substrates für die Methanbakterien.

Silagequalität

Bei der Betrachtung der Zusammenhänge von Silierung und Methanausbeute ist insbesondere der Einfluss der Silagequalität auf die Methanbildung von Interesse. Abb. 5 zeigt Ergebnisse zu den Methanausbeuten von Ölrettich-Ganzpflanzsilagen (GPS) in Abhängigkeit von den erzielten Silagequalitäten.

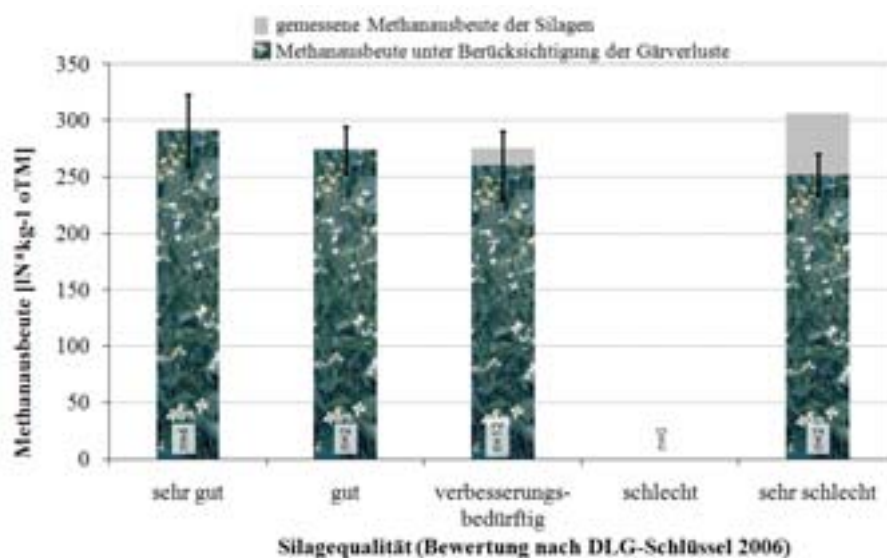


Abb.5: Einfluss der Silagequalität auf die Methanausbeuten von Ölrettich-GPS unter Berücksichtigung der Gärverluste

Zunächst wurden für die Ölrettich-GPS mit schlechter Qualität höhere Methanausbeuten gemessen als für Silagen mit guter Qualität. Bei Einrechnung

der Gärverluste, die bei den nicht optimal fermentierten Silagen deutlich höher waren als bei den „guten“ Silagen, wird jedoch offensichtlich, dass die Methanausbeute bezogen auf die oTM-Erntemenge mit abnehmender Silagequalität sinkt. Die mittleren Methanausbeuten der als „sehr schlecht“ bewerteten Silagen lagen um 13 % niedriger als die Methanausbeuten der Silagen mit „sehr guter“ Gärqualität bei Berücksichtigung der Gärverluste. Dieser Trend zeigte sich auch bei Sommerroggen und Sommergerste.

4. Schlussfolgerungen

Aus den Modellversuchen lassen sich folgende Schlussfolgerungen ableiten:

- angepasste Silierzusätze können die Methanausbeuten von Energiepflanzensilagen erhöhen
- längere Lagerungszeiten verringern nicht zwangsläufig die Gasausbeuten
- die Bildung erhöhter Anteile an Essig- bzw. Buttersäure ist vor dem Hintergrund erhöhter Massenverluste auch bei der Konservierung von Energiepflanzen zu vermeiden.

Für die Praxis ergibt sich aus den Ergebnissen die Empfehlung, in Jahren mit überdurchschnittlichen Ernteerträgen die Konservate über den geplanten Nutzungszeitraum hinaus zu lagern.

5. Danksagung

Die Arbeiten in diesem Projekt wurden durch das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz gefördert (FKZ 2200-2305/-2405/-2505/-2605/-2705/-2805).

6. Literatur

Block, H. J.; Weissbach, F. (1982): Zur gaschromatographischen Bestimmung flüchtiger Fettsäuren in Silagen mit innerem Standard. Archiv für Tierernährung 32 (9), 693-702

Deutsche Landwirtschafts- Gesellschaft e.V. (2000). DLG Richtlinien für die Prüfung von Siliermitteln auf DLG-Gütezeichen-Fähigkeit. DLG-Verlag, Frankfurt am Main 19 S.

Deutsche Landwirtschafts- Gesellschaft e.V. (2006): Grobfutterbewertung: Teil B: DLG-Schlüssel zur Beurteilung der Gärqualität von Grünfuttersilagen auf der Basis der chemischen Untersuchung. Hrsg. DLG e.V., Ausschuss Futtermittelkonservierung, DLG-Information 2/2006, 5 S.

FNR (Hrg.) (2008): Standortangepasste Anbausysteme für Energiepflanzen, 80 S., verfügbar unter www.fnr.de, Zugang am 02.09.2008

Herrmann, C.; Heiermann, M.; Idler, C.; Scholz, V. (2007): Parameters influencing substrate quality and biogas yield. In: Maniatis, K. et al. (eds.): Proceedings, 15th European Biomass Conference & Exhibition "From Research to Market Deployment", 7-11 May 2007, Berlin, Germany, 809-819

Idler, C.; Häckel, M.; Herrmann, C.; Heiermann, M.; (2007): Influence of Additives in Grass Silages on the Biogas Yield, Research paper of IAg Eng LUA & LU of Ag, 2007, vol 39, no 4, 69-81

VDI-Gesellschaft Energietechnik / Fachausschuss Regenerative Energien (2006): VDI 4630: Vergärung organischer Stoffe; Substratcharakterisierung, Probenahme, Stoffdatenerhebung, Gärversuche. Beuth Verlag GmbH, D-10772 Berlin

Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten (Hrsg.): VDLUFA-Methodenbuch Band III „Die chemische Untersuchung von Futtermitteln“, 3. Aufl. (1997)

Weissbach, F. (1967): Die Bestimmung der Pufferkapazität der Futterpflanzen und ihre Bedeutung für die Beurteilung der Vergärbarkeit. Tagungsbericht, Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der DDR 92, 211-220

Weissbach F., Kuhla S. (1995): Stoffverluste bei der Bestimmung des Trockenmassegehaltes von Silagen und Grünfutter. Entstehende Fehler und Möglichkeiten der Korrektur. Übersicht Tierernährung 23, 189-214