

# Einfluss der Aufwuchszusammensetzung und des Erntezeitpunktes in Mono- und Mischfermentation von Grünlandbiomasse zur Biogaserzeugung

D. Andrade<sup>1)</sup>, T. Barufke<sup>1)</sup>, S. Hartmann<sup>2)</sup> und A. Weber<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Landtechnik und Tierhaltung,  
Vöttinger Str. 36, 85354 Freising

<sup>2)</sup>Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung,  
Am Gereuth 8, 85354 Freising  
[diana.andrade@lfl.bayern.de](mailto:diana.andrade@lfl.bayern.de)

## 1 Einleitung und Problemstellung

Im Kontext der Erhaltung der Kulturlandschaft in Bayern ist eine zentrale Fragestellung die alternative Nutzung von Grünland-Biomasse, die in Zukunft nicht mehr als Futtergrundlage für die Viehhaltung benötigt wird. Die Verwertung dieser Grünlandaufwüchse als alternative Einsatzstoffe zur Biogaserzeugung ist im EEG 2012 jedoch nur unzureichend berücksichtigt. Um die technische und ökonomische Realisierungsmöglichkeit der Grünlandnutzung durch Biogasanlagen abschätzen zu können, hat das Bayerische Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten die LfL Ende 2009 mit der Ausarbeitung und Durchführung eines Forschungsprojektes beauftragt. In dieser Studie konnte festgestellt werden, dass der Grundfutterbedarf im Prognosezeitraum bis 2020 um ca. 1,9 Mio. Tonnen sinkt, wenn die Rationszusammensetzungen sich nicht wesentlich verändern. Je nach Szenario werden im Zieljahr rund 165 000 ha bis 200 000 ha Grünland und knapp 71 000 ha Ackerfutterfläche für die Versorgung der Rauhutterfresser nicht mehr benötigt und stehen für eine alternative Nutzung zur Verfügung [1].

In der Praxis ergeben sich häufig Probleme bei der Fermentation von Grünland-Biomasse aufgrund der schwierigen Prozesssteuerung sowie der geringen langfristigen Prozessstabilität. Ein Grund dafür sind die hohen Proteingehalte im Substrat, die zu hohen Ammoniumkonzentrationen während des anaeroben Abbaus führen. In Abhängigkeit von der Betriebstemperatur und dem pH-Wert wird während der Fermentation Ammoniak frei gesetzt, das sich hemmend auf die Mikroorganismen im anaeroben Abbauprozess auswirken kann. Forschungsbedarf ist auf diesem Gebiet zeitnah gegeben. Die toxische Wirkung von Ammoniak im Biogasprozess wurde in zahlreichen Forschungsarbeiten bereits untersucht. Als zentraler Parameter wurde dabei das Kohlenstoff/Stickstoff-Verhältnis (kurz: C/N-Verhältnis) des Substrates identifiziert, wobei bei der Vergärung von Grünlandaufwüchsen insbesondere ein hoher Stickstoffanteil problematisch ist. Deshalb stellt sich die Frage, inwiefern durch eine gezielte Einflussnahme auf die Zusammensetzung des Grünlandmaterials bereits vor der Vergärung die Anfälligkeit für Instabilitäten vermindert werden kann. Die Möglichkeiten der Einflussnahme erstrecken sich dabei von der Sortenwahl und/oder Sortenmischung bis zur Wahl des Erntezeitpunktes.

Die am Institut für Landtechnik und Tierhaltung der LfL durchgeführten Experimente zielen darauf ab, diese Aspekte systematisch zu untersuchen. Geprüft wird der Einfluss einer Substratmischung mit einem hohen Anteil von Grünlandbiomasse auf den biologischen Prozess bei der anaeroben Vergärung.

Im vorliegenden Vorhaben werden die folgenden Forschungsbereiche bearbeitet.

- a. Beurteilung der Einflüsse der Aufwuchszusammensetzung und des Erntezeitpunkts von Grünland-Biomasse in Mono- und Mischfermentation auf die Biogaserzeugung.
- b. Identifizierung von geeigneten Überwachungsparametern für die rechtzeitige Erkennung einer Prozessstörung bei der anaeroben Vergärung von Grünlandaufwüchsen.
- c. Ermittlung der potentiellen Biogas- und Methanausbeuten von ausgewählten regional typischen Grünlandarten und -sorten.

## 2 Material und Methoden

### Substrate

Das Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung der LfL hat zwei Standorte ausgewählt, an denen Landessortenversuche für Grünland durchgeführt werden: Pulling und Steinach. Vom Standort Pulling werden die Grünlandaufwüchse für Batch-Versuche kommen. Es stehen unterschiedliche Gräser- und Leguminosensorten zur Verfügung. Die Ernte der gewünschten Substrate erfolgte zwischen Frühling und Sommer 2013 zu unterschiedlichen Zeitpunkten und Vegetationsstadien.

Für die kontinuierlichen Vergärungsversuche wurden Deutsches Weidelgras „*Lolium perenne*“ und Rotklee „*Trifolium pratense*“ vom Standort Steinach ausgewählt. Die ersten drei Schnitte wurden zwischen Frühling und Sommer 2012 aufbereitet. Zusätzlich wurden Maissilage und Rindergülle von landwirtschaftlichen Betrieben ausgesucht. Diese Substrate werden mit den ausgewählten Grünlandaufwüchsen in einer Substratmischung als parallele Varianten im Durchflussversuch eingesetzt.

Die Substrateigenschaften wurden durch die regelmäßige Bestimmung des Gehaltes an Trockensubstanz (TS), des Anteils organischer TS (oTS) an der Gesamt-TS, des pH-Werts, der Zusammensetzung der wasserdampflichten Fettsäuren (GC-Analyse: C2 bis C7), der Ammoniumkonzentration, der Futteranalytik (Rohprotein, Rohfett, Rohfaser, NDF, ADF und ADL) und der Makro- und Mikronährstoffgehalte erfasst.

### Batch-Versuche

Zur Ermittlung des Biogas- und Methanertragspotentials von Substraten oder Gärresten wurden Batchversuche im Biogaslabor des Instituts für Landtechnik und Tierhaltung der LfL (Abb. 1a) durchgeführt. Pro Variante wurden drei Wiederholungen in Flaschen mit einem Volumen von je 2 Litern angesetzt. Die Temperierung auf 38°C erfolgte im Wärmeschrank. Zweimal pro Woche wurden die Flaschen von Hand geschwenkt, um Schichtungen im Gärsubstrat aufzulösen und so einen besseren Substrataufschluss zu erreichen. Die produzierte Biogasmenge der drei Wiederholungen wurde separat erfasst und in einen gemeinsamen Gassammelsack geleitet. Der Inhalt wurde bei Erreichen eines Volumens von 1,5 L analysiert und der Sack entleert. Anschließend wurde die Gasammlung erneut gestartet.

### Durchflussversuche

Zur Untersuchung der Langzeitstabilität des Biogasprozesses bei semikontinuierlicher Beschickung wurden Durchflussversuche in Laborfermentern (Abb. 1b) mit einem Nutzvolumen von je 28 L durchgeführt. Die Fermenter wurden kontinuierlich gerührt. Die produzierte Biogasmenge wurde erfasst und in einen Gassammelsack geleitet. Jeweils bei Erreichen eines Volumens von 4 Litern wurde dieser entleert und die Gaszusammensetzung bestimmt.

Für die Untersuchungen im Durchflussversuch wurden drei unterschiedliche Mischungsverhältnisse der Silagen von Deutschem Weidelgras und von Rotklee (85-15, 70-30 und 50-50 bezogen auf die frische Masse) festgelegt. Diese Durchflussuntersuchungen werden mit dem jeweils ersten, zweiten und dritten Schnitt durchgeführt, um den Einfluss des Erntezeitpunkts auf die Vergärbarkeit der Grünlandmischung festzustellen. In der Tab. 1 sind die Varianten mit dem ersten Schnitt, die im Jahr 2012 untersucht wurden, aufgeführt.

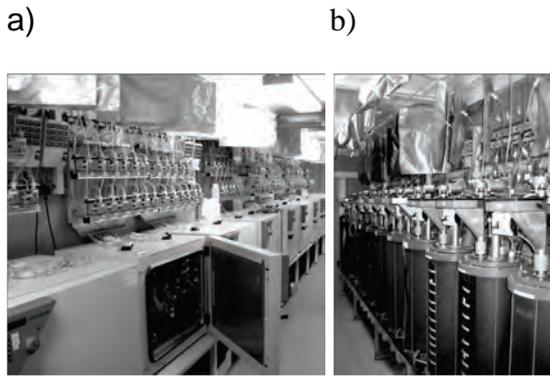


Abb. 1: a) Versuchsanlage für Batchversuche im Biogaslabor der LfL  
b) Durchfluss-Laborfermenteranlage im Biogaslabor der LfL

Tab. 1: Verwendete Substratmischungen im Durchflussversuch im Jahr 2012. Erster Schnitt. Angaben in Prozent an der insgesamt zugeführten Menge an frische Masse.

Variante	Substrate			
	DWG§	RK§	MS§	RG§
Kontrolle 1	100,0	-	-	-
Mischung 1	51,5	-	10,5	38,0
Kontrolle 2	85,0	15,0	-	-
Mischung 2	45,2	7,8	10,1	36,9
Kontrolle 3	70,0	30,0	-	-
Mischung 3	38,4	16,3	9,8	35,5
Kontrolle 4	50,0	50,0	-	-
Mischung 4	28,7	28,4	9,3	33,7

DWG§: Deutsches Weidelgrassilage RK§: Rotkleesilage MS§: Maissilage RG§: Rindergülle

### 3 Erste Ergebnisse

In der ersten Versuchsreihe im Durchflussversuch mit Substrat vom ersten Schnittzeitpunkt konnte der vermutete Einfluss des Rotkleesilageanteils (RK§) in der Substratmischung mit Silage vom Deutschen Weidelgras (DWG§) bestätigt werden. Die Variante mit einem höheren Anteil an Rotkleesilage (50% DWG§ – 50% RK§ bezogen auf die frische Masse) zeigte bereits bei einer Raumbelastung von  $2,5 \text{ kg oTS} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{d}^{-1}$  die ersten Anzeichen einer Prozessstörung.

Der positive Effekt der Substratmischung mit Maissilage und Rindergülle auf die Prozessstabilität konnte im Vergleich zur alleinigen Grünlandvergärung im diesem Experiment nachgewiesen werden.

### 4 Ausblick

Die zweite Versuchsreihe im Durchflusssystem mit dem dritten Schnitt wird im Moment durchgeführt. Die nächsten Batchuntersuchungen werden im Herbst 2013 folgen. Unterschiedliche Gräser- und Leguminosensorten bzw. -arten werden hier hinsichtlich ihres Methanertragspotentials mitei-

inander verglichen. Außerdem wird der Einfluss des Erntezeitpunktes und der Substratverdaulichkeit auf den Biogasprozess bzw. auf den spezifischen Methanertrag untersucht.

## **5 Danksagung**

Wir danken dem Bayerischen Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (StMELF) für die Förderung des Projektes „Nutzung von Grünland zur Biogaserzeugung. Teilprojekt 6: Vergleichende Prüfung diverser Ernteproben, Optimierung des Gärprozesses" (K/11/04).

## **6 Literatur**

- [1] LfL (2011): Nutzung von Grünland zur Biogaserzeugung. Machbarkeitstudie. Institut für Ländliche Strukturentwicklung, Betriebswirtschaft und Agrarinformatik.