

Einfluss der Biodiversität auf die in Batchversuchen ermittelten Methanausbeuten von Silagen extensiver Grünlandgesellschaften

B. Reddersen, T. Fricke, M. Wachendorf

UNIVERSITÄT KASSEL, FACHGEBIET GRÜNLANDWISSENSCHAFT UND NACHWACHSENDE
ROHSTOFFE,
Steinstr. 19, 37213 Witzenhausen, DE, b.reddersen@uni-kassel.de

1. Einleitung und Problemstellung

Grünlandbiomasse wird bereits dort zur Biogaserzeugung eingesetzt wo Grünland-schnitt standortbedingt ohnehin anfällt und sich eine Biogasanlage in erreichbarer Nähe befindet. Am erfolgreichsten wurde es bisher als Kosubstrat neben Silomais und Gülle zur Biogaserzeugung genutzt. Die Kriterien zur Wirtschaftlichkeit einer Biogasanlage stellen hohe Ansprüche an die Qualität der Substrate im Bezug auf Ver-gärbarkeit und Fasergehalt. Eine optimale Artenzusammensetzung des Grünlandbe-standes für den maximalen Methanertrag sowie eine frühzeitige Bestimmung der Qualitätsparameter über NIR-Spektroskopie ist für eine Optimierung der Anlagen-steuerung z.B. über eine geeignete Wahl der Komponenten daher anzustreben. Da bisher noch keine systematische Betrachtung der Beziehungen zwischen den spekt-ralen Signaturen von Silagen botanisch unterschiedlich zusammengesetzter Grün-landbestände und deren Methanbildung existiert, soll diese neben der Betrachtung von Einflüssen der Biodiversität auf die Methanbildung im Rahmen dieses Beitrags erfolgen.

2. Material und Methoden

Das Ausgangsmaterial für die Gärversuche und die Kalibrationen bilden Silagen aus dem zweischürigen Jena-Experiment der Jahre 2008 und 2009. 60 Arten aus der Pflanzengemeinschaft der Molinio-Arrhenatheretea werden hierbei Parzellenweise über einen Gradienten von 1, 2, 4, 8, 16 und 60 Arten in unterschiedlichen Zusam-mensetzungen aus vier anhand von funktionellen Gruppen (Gräser, Leguminosen, kleine und große Kräuter) kombiniert. Die Parzellen werden zweimal im Jahr gejätet um die angesäte Artenzusammensetzung beizubehalten. Das komplette Versuchs-design wird in Roscher et al. (2004) beschrieben.

Zu zwei Terminen in den Jahren 2008 und 2009, Ende Mai und Ende August, wurde der Bestand der 82 Parzellen des Hauptexperiments von 3x3m in 5 cm Höhe über dem Boden geerntet.

300 g Biomasse aus jeder Parzelle wurden für weitere Laboranalysen getrocknet (70°, 48h). Zusätzliche Frischmasseproben wurden auf 1 cm gehäckselt und für die Gärversuche pro Plot in 2L Glasbehältern siliert.

Die Biomasse wurde über die Summe von drei zufällig verteilten 20x50 cm Subplots ermittelt und nach Zielarten, Invasionsarten und totem Pflanzenmaterial separiert und ausgewogen.

Die Spektralen Signaturen der Silagen wurden mit einem XDS Rapid Content Analy-zer NIRS System (FOSS NIRSystems, Hillerød, Dänemark) aufgenommen.

Zur Ermittlung der Methanausbeuten und Referenzwerte sowie dem Erstellen einer Kalibration der Nahinfrarotspektren wurden jeweils 100 Proben pro Jahr anhand spektraler Parameter der getrockneten Proben ausgewählt. Der resultierende Probensatz verteilte sich gleichmäßig über die Diversitätsstufen 1, 2, 4, 6 und 16 und alle Funktionellen Gruppen. Aufgrund des Designs des Jena-Experiments sind Proben aus 60-Arten Parzellen in geringerer Anzahl vertreten.

Die Gärversuche wurden in Doppelbestimmung in 20 L Plastikfermentern bei einer konstanten Temperatur von 37°C durchgeführt. 400 g Frischmasse der Silage wurden mit 8 kg Impfmateriale von ausgegorener Rindergülle und mit 4kg Wasser vermischt und für die Dauer von 35 Tagen bei regelmäßiger Durchmischung vergoren. Das produzierte Biogas wurde täglich in Aluminium/Plastik-Beuteln geerntet und in einem Trommelgaszähler (TGL, Ritter Ltd.) gemessen. Der im Biogas enthaltene Methananteil wurde durch einen programmierbaren Gasmesser (LFG 20, Bernt Ltd) bestimmt.

Die Kalibration der Methanausbeuten wurde mit dem WinISI Kalibrations Software Paket (Infrasoft International, Port Matilda, Pennsylvania USA) durchgeführt. Zur Ermittlung des optimalen Kalibrationsergebnisses wurde über die erste, zweite und dritte Ableitung des gesamten aufgenommenen Spektralbereiches von 400 bis 2500 Nm kalibriert. Eine Feinabstimmung wurde über unterschiedliche Einstellungen für die Ansatzpunkte für die Ableitung und die Glättung der Spektren vorgenommen. Als Güteparameter für die Kalibration wurde neben dem R^2 der Kalibration der Quotient aus der Standardabweichung der Referenzwerte und dem Standardfehler der Kreuzvalidation (RPD) berechnet.

3. Ergebnisse und Diskussion

Ein Vergleich der Methanausbeuten mit der Artenzahl der jeweiligen Parzelle im Mittel der beiden untersuchten Jahre zeigt keinen signifikanten Einfluss der Artenzahl auf die Methanausbeute (Abb. 1a), hier dominieren die unterschiedlichen Entwicklungsstadien zwischen dem ersten und dem zweiten Aufwuchs.

Durch eine erhöhte Biomasseproduktion wird jedoch auf den artenreichen Parzellen infolge von Komplementäreffekten zwischen den Arten ein höherer flächenspezifischer Methanertrag erzielt, als auf artenarmen Standorten (Abb. 1b). Der Einfluss der Artenzahl auf die Biomasseproduktion im Rahmen des Jena-Experimentes wird ausführlich in Khalsa et al 2012 diskutiert.

Betrachtet man nur die Parzellen mit einer funktionellen Gruppe so sind im ersten Aufwuchs ebenfalls keine Differenzen zwischen den Methanausbeuten zu erkennen. Im zweiten Aufwuchs bilden sich jedoch Unterschiede zwischen Gräsern und Leguminosen auf der einen Seite mit Methanausbeuten zwischen 250 und 300 N_L/kg oTM und den Kräutern auf der anderen Seite mit Methanausbeuten zwischen 200 und 250 N_L/kg oTM heraus (Abb. 2).

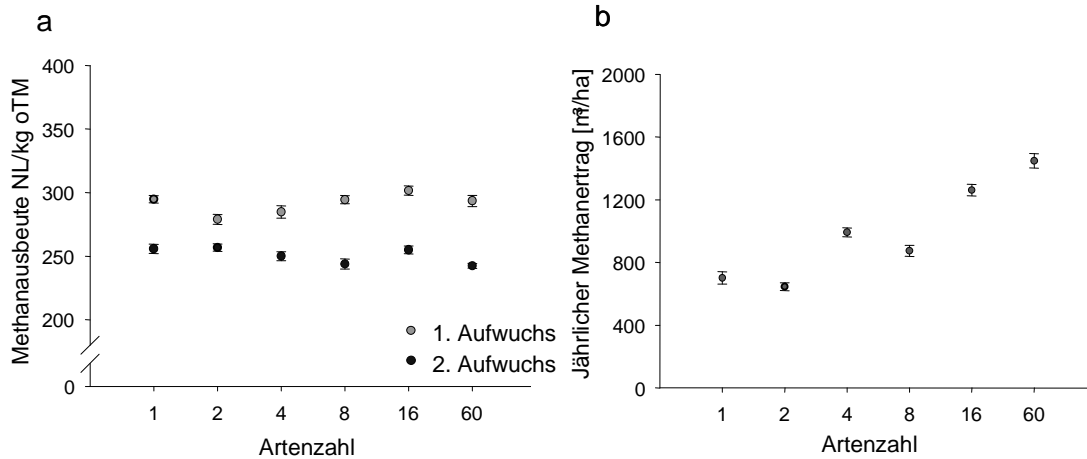


Abb. 1: Einfluss der Artenzahl auf die in Batchversuchen ermittelte Methanausbeute. Mittel aus zwei Jahren, unterteilt nach 1. und 2. Aufwuchs in NL/kg oTM (a) und dargestellt als jährlicher Methanertrag [m³/ha] (b)

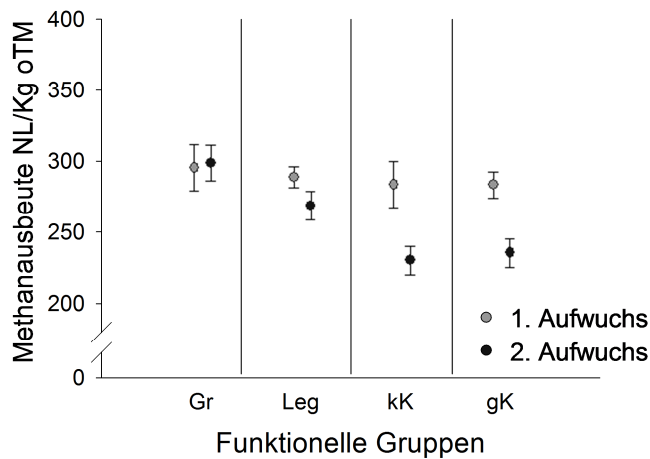


Abb. 2: Einfluss der funktionellen Gruppen auf die in Batchversuchen ermittelten Methanausbeuten. Mittel aus zwei Jahren, unterteilt nach 1. und 2. Aufwuchs. Gr=Gräser, kK=kleine Kräuter, gK=große Kräuter, Leg=Leguminosen

Das optimale Ergebnis der Kalibrationen wurde mit der 3. Ableitung über 10 Punkte mit einer Glättung der Spektren über 4 Wellenlängen erreicht. Mit einem R^2 von 0.47 und einem RPD von 1.2 waren die Kalibrationsgüten der Methanausbeuten über Nahinfrarotspektroskopie nach üblichen Kriterien (r^2 und RPD Grenzwerte nach Williams und Norris 2001) nicht akzeptabel. Für eine gute Vorhersagequalität werden RPD-Werte von >3 und ein R^2 von >0.9 angenommen. Die erreichten Güten reichen höchstens für eine Differenzierung von hohen und tiefen Werten aus. Gründe hierfür könnten im geringen Standardisierungsgrad des Ausgangsmaterials mit zu großen Unterschieden in Größe, Struktur und Feuchtegehalt gelegen haben.

4. Schlussfolgerungen

Auch wenn die Diversität der Bestandesstruktur verglichen mit den Aufwüchsen keinen signifikanten Einfluss auf die Methanausbeuten zu haben scheinen, so fördert eine erhöhte Diversität des Grünlandes durch Synergieeffekte eine erhöhte Biomasseproduktion und führt damit zu einem erhöhten Flächen-Methanertrag.

In diesem Versuchsdesign war es nicht möglich eine brauchbare Kalibration zu erstellen, ein höherer Standardisierungsgrad der Proben ist hier anzuraten um die Kalibrationsgüte zu verbessern.

Literatur

- KHALSA J., FRICKE T., WEISSER W. W., WEIGELT A., WACHENDORF M. (2012): Effects of functional groups and species richness on biomass constituents relevant for combustion: results from a grassland diversity experiment. *Grass and Forage Science*, doi: 10.1111/j.1365-2494.2012.00884.x
- ROSCHER, C., SCHUMACHER, J., BAADE, J., WILCKE, W., GLEIXNER, G., WEISSER, W.W., SCHMID, B., SCHULZE, E.-D., 2004. The role of biodiversity for element cycling and trophic interactions: an experimental approach in a grassland community. *Basic and Applied Ecology* 5 (2), 107–121.
- WILLIAMS, P., NORRIS, K., 2001. Near-infrared technology in the agricultural and food industries, 2nd ed. *American Association of Cereal Chemists*, St. Paul, Minn, 296 s.