

# **Anbau und bioenergetische Verwertung von Extensivgrünland in Überschwemmungsgebieten nordhessischer Fließgewässer durch eine Integrierte Festbrennstoff- und Biogasproduktion aus Biomasse**

F. Richter, R. Graß und M. Wachendorf

Universität Kassel, Fachgebiet Grünlandwissenschaft und Nachwachsende Rohstoffe,  
Steinstr. 19, 37213 Witzenhausen, E-Mail: frichter@uni-kassel.de

## **Einleitung und Problemstellung**

Als Folge des Klimawandels ist neben einem globalen Temperaturanstieg auch die Zunahme von Extremwetterphänomenen zu erwarten. Dies bedeutet für Deutschland unter anderem eine erhöhte Wahrscheinlichkeit für Starkregenereignisse und ein damit verbundenes Überschwemmungsrisiko der Fließgewässer. Angepasste, extensiv bewirtschaftete Grünlandbestände werden als geeignete Vegetation entlang der Fließgewässer angesehen, um wichtige Wasser- und Bodenschutzfunktionen (Verminderung von Nähr- und Schadstoffeinträgen in die Gewässer, Verhinderung von Bodenerosion und Humusverlust) zu gewährleisten (RÖTTCHER und THEOBALD, 2007). Die Pflege solcher naturnahen Grünlandflächen ist jedoch aufgrund hoher spezifischer Erntekosten und mangelnder Futterqualität der Biomasse für die intensive Tierproduktion mit Schwierigkeiten verbunden (ISSELSTEIN *et al.*, 2005)

Um die Aufwüchse dieser Grünlandbestände nutzen zu können und somit die Bewirtschaftung ökologisch und ökonomisch nachhaltig zu gestalten, wird eine energetische Verwertung durch das besonders für Extensivgrünland geeignete IFBB-Verfahren (Integrierte Festbrennstoff- und Biogasproduktion aus Biomasse) vorgeschlagen (WACHENDORF *et al.*, 2009). Dabei wird die verlustarm als Silage konservierte Grünlandbiomasse durch hydrothermale Konditionierung und mechanische Entwässerung in einen Presssaft (PS) zur Erzeugung von Biogas und einen Presskuchen (PK) zur Verwendung als Festbrennstoff separiert. Durch diese Auftrennung soll ein Großteil der für die Verbrennung schädlichen Inhaltsstoffe, wie Kalium, Magnesium und Chlorid (Ascheerweichung und Hochtemperaturkorrosion im Brennkessel) sowie Stickstoff und Schwefel (Emissionen), in den PS übergehen. Zugleich sollen sich die für die Biogaserzeugung hinderlichen Ligno-Zellulosen im PK anreichern.

Im Teilbereich Ressourcen des Verbundprojektes KLIMZUG-Nordhessen (ANONYMOUS, 2009) werden derzeit Anpassungsstrategien für landwirtschaftliche Anbau- und Nutzungssysteme an den zu erwartenden Klimawandel erprobt, um zukünftig eine umweltgerechte und ertragreiche Landwirtschaft zu gewährleisten. Dabei werden angepasste Feuchtgrünlandbestände (eine Standard-Grünlandansaat, eine diversitätsorientierte Grünlandansaat und Rohrglanzgras als Reinsaat) auf einem überflutungsgefährdeten Areal in der Flußaue der nordhessischen Werra kultiviert und während zweier Aufwüchse

alle 14 Tage beprobt (Ertrags- und Inhaltsstoffbestimmung). Gleichzeitig werden Temperatur- und Niederschlagswerte gemessen, um mittels dynamischer Wachstumsmodelle mit für die Region Nordhessen regionalisierten IPCC-Klimadaten, Produktionsszenarien für diese Bestände unter veränderten Klimabedingungen zu erstellen. Als Vorstudie für die Verwendung von Feuchtgrünlandbiomasse im IFBB-Verfahren, diente die im Folgenden dargestellte Untersuchung von drei Grünlandbeständen in einem Naturschutzgebiet auf der Gemarkung der Stadt Baden-Baden. Ziel dabei war, die Methanerträge aus den Presssäften zu quantifizieren sowie die qualitative Verbesserung des Presskuchens im Vergleich zu seinem Ausgangsmaterial zu bestimmen.

### Material und Methoden

Die untersuchten Bestände, die jeweils zu zwei Terminen (02.07.08, 06.08.08) im 1. Aufwuchs beprobt wurden, sind in Tab. 1 charakterisiert. Zu den einzelnen Beprobungsterminen wurde je Bestand eine Fläche von ca. 50 m<sup>2</sup> mit einem Balkenmäher beerntet, die Biomasse gehäckselt und zur Silierung in 50-l-Polyethylenfässern verdichtet und luftdicht verschlossen.

Tab. 1: Charakteristika der untersuchten Grünlandbestände

Grünlandbestand	Hauptbestandsbildner	TM-Ertrag (t/ha) 02.07.08	TM-Ertrag (t/ha) 06.08.08
Wasserschwadenbestand	<i>Glyceria maxima</i>	7.11	6.61
Rohrglanzgrasbestand	<i>Phalaris arundinacea</i>	6.08	6.69
Großseggenried	<i>Carex acuta</i>	4.31	4.31

Die hydrothermale Konditionierung wurde nach 3-monatiger Silierung der Biomasse jeweils in den Temperaturstufen 15°C, 40°C und 60°C durchgeführt. Dazu wurde zunächst Wasser als Konditionierungsflüssigkeit auf die gewünschte Temperatur erhitzt und anschließend die zu entwässernde Silage als Ausgangsmaterial (AM) im Massenverhältnis von 1:4 (AM:Wasser) zugegeben. Die Maische wurde dann bei Aufrechterhaltung der Temperatur für 15 Minuten kontinuierlich gerührt. Die darauf folgende mechanische Entwässerung der Maische erfolgte mittels einer Schneckenpresse vom Typ AV der Firma Anhydro, Kassel. Die Steigung der Schnecke betrug 1:6, die Drehgeschwindigkeit lag bei 6 Umdrehungen pro Minute und der Siebkorb, der die Schnecke umschloss, hatte eine Lochung von 1,5 mm.

Im Labor wurde neben der Bestimmung der TM (Trocknung bei 105°C), der Rohasche (XA, Veraschung bei 550°C) und der organischen Trockensubstanz (oTS), die chemische Zusammensetzung des AM und des daraus gewonnenen PK untersucht. Mittels Röntgenfluoreszenzanalyse wurden die Gehalte an K, Mg, Ca, Cl und S bestimmt, mittels Elementaranalyse die Gehalte an C, H, N und O. Eine Ermittlung der Methanausbeuten erfolgte für die PS bei einer Vergärung in 20-l-Polyethylenbehältern in Doppelbestimmung bei 37°C und einer Fermentationszeit von 13 Tagen nach einem Batch-Verfahren, das vom Landesbetrieb Hessisches Landeslabor entwickelt wurde (ZERR, 2006).

## Ergebnisse und Diskussion

Die Gärversuche zeigten, dass die Methanbildung zum überwiegenden Teil (ca. 90%) in den ersten vier Tagen des Experiments stattfand. Hohe spezifische Methanausbeuten nach 13 Tagen von 360 L<sub>N</sub>/kg oTS (Großseggenried (GSR), 40°C) bis 511 L<sub>N</sub>/kg oTS (Wasserschwadenbestand (WSB), 15°C) deuteten auf eine sehr gute Vergärbarkeit der PS hin, was durch die ebenfalls hohen Abbaugrade von 71% (GSR, 40°C) bis 97% (WSB, 15°C) belegt wurde (Abb. 1a). Bezogen auf die Fläche von 1 ha unter Einbeziehung der spezifischen Ernteerträge, Methanausbeuten und Massenflüsse der oTS vom AM in den PS zeigte sich ein differenziertes Bild der Methanerträge (Abb. 1b). Die höchsten Methanerträge lieferte der WSB bei 40°C mit 440 Normkubikmetern (Nm<sup>3</sup>)/ha, den geringsten das GSR bei 40°C mit 166 Nm<sup>3</sup>/ha.

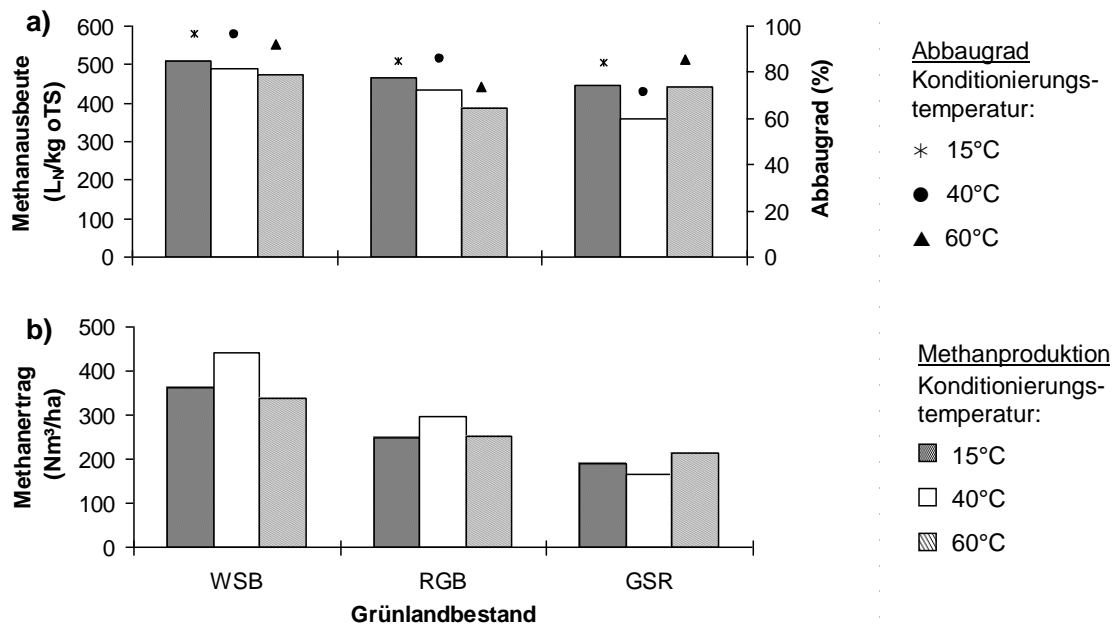


Abb. 1: Spezifische Methanausbeuten (a) und flächenbezogene Methanerträge (b) von Presssäften aus Silagen eines Wasserschwadenbestandes (WSB), eines Rohrglanzgrasbestandes (RGB) und eines Großseggenrieds (GSR) jeweils als Mittelwerte zweier Beprobungstermine.

Aufgrund der mechanischen Entwässerung stiegen die TM-Gehalte von 318 g/kg Frischmasse (FM) im AM auf 428 (15°C) bis 499 (40°C) g/kg FM im PK an (Abb. 2). Die XA-Gehalte sanken dabei um bis zu 37% (40°C). Auch die Gehalte der für die Ascheerweichung verantwortlichen Elemente sanken signifikant um bis zu 96% (K) und 61% (Mg) und lagen damit unter den K-Gehalten von Buchenholz, bzw. den Mg-Gehalten von Fichtenholz (HARTMANN, 2001), während sich die Gehalte von Ca, das einer Ascheerweichung entgegenwirkt nur um maximal 35% verringerten. Die Cl-Gehalte verringerten sich um bis zu 98% und lagen damit unter denen von Buchenholz. Die Gehalte der beiden anderen emissionsrelevanten Elemente N und S verminderten sich hingegen nur um maximal 24% bzw. 44% und lagen damit im Bereich von Getreidestroh, aber deutlich über den Gehalten von Buchenholz mit 2.2 g/kg TM (N) und 0.15 g/kg TM (S).

## Sektion Energie

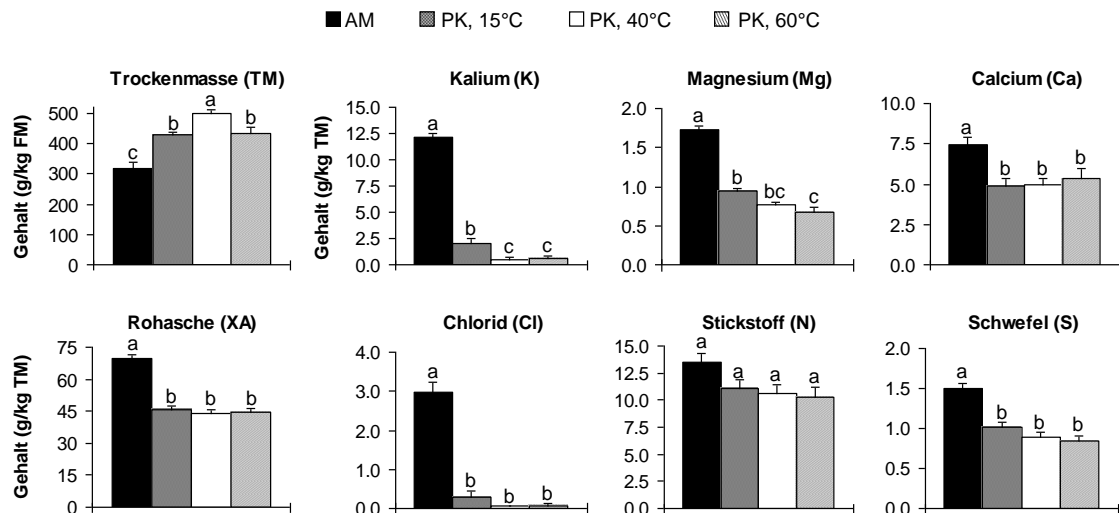


Abb. 2: Gehalte im AM und den dazugehörigen PK als Mittelwerte (mit Standardfehler) aller Bestände und Beprobungstermine. Unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante ( $P < 0.05$ ) Mittelwertsunterschiede.

### Schlussfolgerungen

Über das IFBB-Verfahren ist es möglich, aus naturschutzfachlichen Gesichtspunkten spät geerntete Biomassen extensiver Feuchtgrünlandbestände, die weder in der intensiven Tierproduktion noch in herkömmlichen Bioenergieanlagen (Vergärung von Ganzpflanzensilage, Verbrennung von Heu) verwertbar sind, energetisch zu nutzen. Aufgrund dieser Nutzungsalternative bietet sich ein Anreiz für die Umwandlung von Auenflächen entlang der Fließgewässer in Extensivgrünland, um so den veränderten Umweltbedingungen in Folge des Klimawandels (z.B. erhöhtes Überschwemmungsrisiko) begegnen zu können.

### Literatur

- ANONYMOUS (2009): Entwicklung und Evaluierung adaptierter Anbau- und Nutzungskonzepte für Energiepflanzen im Einflussgebiet nordhessischer Fließgewässer. <http://www.klimzug-nordhessen.de/> (09.06.2009).
- HARTMANN, H. (2001): Brennstoffzusammensetzung und -eigenschaften. In: Kaltschmitt, M und Hartmann, H. (eds.): Energie aus Biomasse: Grundlagen, Techniken und Verfahren: 248-272. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York.
- ISSELSTEIN, J., JEANGROS, B. und PAVLU, V. (2005): Agronomic aspects of biodiversity targeted management of temperate grasslands in Europe – A review. *Agronomy Research*, 3, 139-151.
- RÖTTCHER, K. und THEOBALD, S. (2007): Umweltverträglicher Hochwasserschutz für die Einzugsgebiete von Fulda und Diemel. Zusammenfassender Bericht. Hessisches Ministerium für Umwelt, ländlichen Raum und Verbraucherschutz (HMULV).
- WACHENDORF, M., RICHTER, F., FRICKE, T., GRAß, R. und NEFF, R. (2009): Utilization of semi-natural grassland through integrated generation of solid fuel and biogas from biomass. I. Effects of hydrothermal conditioning and mechanical dehydration on mass flows of organic and mineral plant compounds, and nutrient balances. *Grass and Forage Science*, 64, 132-143.