

Biogas vom Grünland – Methanertrag und kurzfristige N-Wirksamkeit von Gärresten

B. Wienforth¹, A. Herrmann², K. Sieling¹, S. Ohl³, E. Hartung³, F. Taube², H. Kage¹

¹ Inst. für Pflanzenbau u. –züchtung, Abt. Acker- und Pflanzenbau, Hermann-Rodewald-Str. 9, 24118 Kiel

² Inst. für Pflanzenbau u. –züchtung, Abt. Grünland u. Futterbau/Ökol. Landbau, Hermann-Rodewald-Str. 9, 24118 Kiel; Email: aherrmann@email.uni-kiel.de

³ Inst. für Landwirtschaftliche Verfahrenstechnik, Max-Eyth-Str. 6, 24118 Kiel

Einleitung und Problemstellung

Die derzeitigen agrar- und Klimaschutzpolitischen Rahmenbedingungen können, in Abhängigkeit der standörtlichen Gegebenheiten, zu regional stark differierenden Flächennutzungskonkurrenzen (Teller-Tank-Naturschutz-Tourismus) führen. Futterbaulich geprägte Regionen mit einer hohen Nachfrage nach Mais sowohl für die Milch- als auch für die Biogasproduktion (z.B. Geeststandorte Schleswig-Holsteins) unterliegen einer solchen Flächenkonkurrenz. Auf diesen Standorten werden Dauergrünlandflächen für die Grundfutter- aber auch die Substratproduktion zunehmend attraktiver. Nicht nur im Hinblick auf die Befriedigung der gestiegenen Nachfrage nach pflanzlicher Biomasse, sondern auch bezüglich der Umweltwirkungen ist die Ertragsleistung und Stickstoffnutzungseffizienz solcher Grünlandproduktionssysteme von Bedeutung. Gerade auf weniger begünstigten Standorten könnten potentiell negative Umweltwirkungen des Energiemaisanbaus, wie z.B. Humusabbau nach Grünlandumbruch, sowie Beeinflussung der Grundwasser- und Oberflächengewässerqualität (N-Eintrag) durch die Nutzung von Biomasse aus Dauergrünlandflächen reduziert werden. Während das Biomasse- und Methanertragspotential von Dauergrünlandbeständen in der Literatur dokumentiert ist (AMON et al., 2007; PROCHNOW et al., 2007), liegen zur Ertragswirksamkeit von Biogasgärresten auf Grünland nur sehr wenige belastbare Studien vor. Ziel dieser Untersuchung ist daher, für einen Dauergrünlandbestand die kurzfristige N-Wirkung von Gärresten im Hinblick auf den Trockenmasse(TM)- und Methanhektarertrag vergleichend zu organischen Düngemitteln tierischer Herkunft zu analysieren.

Material und Methoden

Datenbasis der Untersuchung bildet ein Feldversuch, der im Rahmen des interdisziplinären Projektes BIOGAS-EXPERT auf Flächen des Versuchsgutes „Karkendamm“ (Geest) der CAU Kiel in den Jahren 2007 und 2008 durchgeführt wurde. Die am Standort dominierende Bodenart ist ein grundwasserbeeinflusster Podsol-Pseudogley aus sandigem Sand. Im langjährigen Mittel (1966-2005) liegt die Niederschlagsmenge am Standort in einer Größenordnung von 844 mm bei einer Durchschnittstemperatur von 8,6 °C. Im Vergleich zum langjährigen Mittel waren beide Versuchsjahre durch höhere Jahresmitteltemperaturen charakterisiert, mit 10,3 °C in 2007 und 9,7 °C in 2008. Die Niederschlagsmengen lagen in 2007 (898 mm) leicht über und in 2008 (726 mm) unter

dem langjährigen Mittel, wobei das Versuchsjahr 2007 eine ausgeprägte Frühjahrstrockenheit aufwies.

In einem *Lolium perenne* dominierten Grünlandbestand (4-Schnittnutzung) wurde der Einfluss der Versuchsfaktoren N-Form (Mineraldüngung, KAS; Rindergülle; Gärrückstand aus Kofermentation von Schweinegülle und Mais) und N-Menge (0, 160, 320, 480 kg N ha⁻¹) in einer Blockanlage mit 4 Wiederholungen geprüft. Die N-Düngung wurde in 4 Gaben appliziert, angepasst an die jeweilige Gesamt-N-Menge. Die spezifische Methanproduktion [I_N kg_{OTS}⁻¹] der Varianten Mineraldüngung und Gärrückstand wurde nach entsprechender Aufbereitung (unsiliert, getrocknet bei 58 °C, auf 1 mm vermahlen) mittels des Hohenheimer-Biogasertragstestes (drei Wiederholungen) mit einer Verweildauer von 28 Tagen bei 38°C an Mischproben aus jeweils 4 Feldwiederholungen ermittelt. Die Quantifizierung der Beziehung zwischen N-Input und TM- bzw. Methanhektarertrag [m³_N ha⁻¹] erfolgte, gemittelt über beide Jahre, für den 1. Aufwuchs sowie den Jahresertrag mittels der Prozedur MIXED des Statistikprogrammpaketes SAS (Version 9.1, SAS Institute Inc.) unter Annahme einer quadratischen Beziehung. Die ausgebrachte N-Menge (Gesamt-N bzw. mineralischer Anteil) wurde als Kovariable berücksichtigt. Die geschätzten Funktionen wurden verwendet, um die kurzfristige N-Wirksamkeit des Gärrückstandes über den Relative N Fertilizer Value (RNFV) für den Jahres-TM- und Methanhektarertrag zu quantifizieren, wobei sich der RNFV aus dem Quotient der Apparent Nitrogen Efficiency (ANE) von Gärrest bzw. Rindergülle und Mineraldünger berechnet, mit RNFV = ANE_{manure} / ANE_{mineral fertiliser}, und ANE = (yield of treatment – yield of control) / N applied (SCHRÖDER et al., 2005). Als Ertrag der Kontrolle wurden die tatsächlichen Messwerte für die TM- und Methanhektarerträge verwendet.

Tab. 1: Stickstoff- (kg N m⁻³) und Ammoniumgehalte (% NH₄-N, in Klammern) der ausgebrachten Rindergülle bzw. des Gärrückstandes.

	Rindergülle		Gärrückstand	
	2007	2008	2007	2008
Aufwuchs 1	3.43 (49.6)	2.94 (55.3)	3.13 (54.8)	3.72 (50.9)
Aufwuchs 2	3.95 (48.1)	2.81 (65.0)	3.92 (50.1)	4.20 (51.7)
Aufwuchs 3	3.38 (46.8)	2.99 (59.0)	2.64 (54.4)	4.20 (50.3)
Aufwuchs 4	3.17 (53.6)	3.32 (52.5)	3.05 (49.2)	4.34 (50.1)

Ergebnisse und Diskussion

Die Kovarianzanalyse unter Verwendung der ausgebrachten Gesamt-N-Menge (kg N ha⁻¹) als Kovariable ergab einen signifikanten Einfluss von N-Form, N-Menge, des Quadrates der N-Menge, sowie der Interaktion N-Form*N-Menge für den Jahres-TM- und Methanhektarertrag als auch für die einzelnen Aufwüchse (nicht dargestellt). Der daraus abgeleitete RNFV belegt für den Jahres-TM-Ertrag eine höhere kurzfristige N-Düngewirksamkeit von Gärrückstand im Vergleich zu Rindergülle (Abb. 1a). Dies kann durch Differenzen im NH₄-N-Gehalt begründet sein, aber auch Viskositätsunterschiede können

modifizierend gewirkt haben. Die $\text{NH}_4\text{-N}$ -Gehalte des Gärückstandes, oft als Ursache einer höheren N-Wirkung angeführt, lagen zumindest im Jahr 2008 deutlich unter denen von Rindergülle (Tab. 1). Die RNFV-Werte für den Jahres-TM und Methanhektarertrag der Gärückstandsvarianten zeigen ähnliche Verläufe (Abb. 1a,b) und liegen mit maximalen Werten um 0.8 im Bereich dessen, was für den N-Ertrag nach langjähriger Applikation von Rindergülle dokumentiert ist (SCHRÖDER et al., 2005).

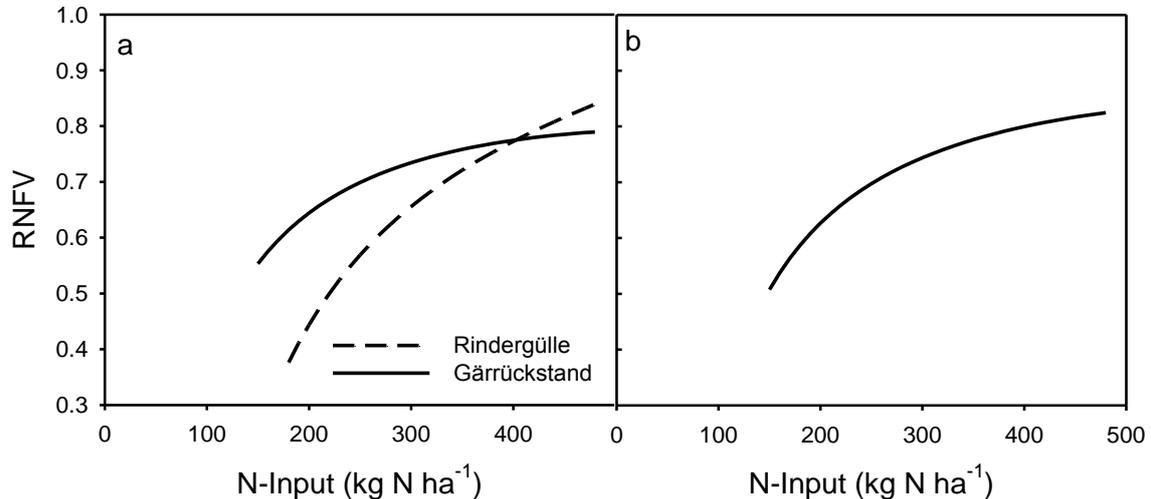


Abb. 1: Relative N Fertilizer Value (RNFV) für den Jahres-TM-Ertrag (a) und den Methanhektarertrag [$\text{m}^3_{\text{N}} \text{ha}^{-1} \text{a}^{-1}$] (b) in Abhängigkeit des Gesamt-N-Inputs (kg N ha^{-1}).

Wird statt der Gesamt-N-Menge der mineralische N-Anteil (kg ha^{-1}) als Kovariable in der varianzanalytischen Auswertung verwendet, ist der Einfluss der N-Form nicht mehr absicherbar, was die Hypothese stützt, dass der mineralische N-Anteil die Variation der kurzfristigen N-Wirkung verschiedener Düngemittel erklärt. Die N-Menge war stets als einfaches und quadratisches Glied signifikant. Die Ergebnisse der Analyse sind in Abb. 2 für den Jahresertrag und den ersten Aufwuchs dargestellt. Die maximalen Methanhektarerträge von ca. $1700 \text{ m}^3_{\text{N}} \text{ha}^{-1}$ im ersten Aufwuchs und ca. $4300 \text{ m}^3_{\text{N}} \text{ha}^{-1}$ im Jahr liegen im Bereich dessen, was für intensiv genutzte Dauergrünland- bzw. Ackergrasbestände berichtet wird (Amon et al., 2007; Gödecke und Benke, 2008). Der maximale Jahres-TM-Ertrag wurde in der Mineraldünger-Variante bei 425 kg N ha^{-1} erzielt, für den Methanhektarertrag [$\text{m}^3_{\text{N}} \text{ha}^{-1} \text{a}^{-1}$] lag die entsprechende N-Menge bei 397 kg N ha^{-1} . Der TM-Ertrag ist also, wie bereits bekannt, die entscheidende Determinante des Methanhektarertrags. Nichtsdestotrotz zeigte die spezifische Methanproduktion [$\text{I}_{\text{N}} \text{kg}_{\text{OTS}}^{-1}$] auch eine geringfügige Variation in Abhängigkeit der N-Düngung. So lag meist eine leicht negative Beziehung zwischen dem Rohproteingehalt des Substrates und der spezifischen Methan- ausbeute vor (nicht dargestellt). Der Abfall des TM- bzw. Methanhektarertrages im Bereich sehr hoher N-Aufwendungsmengen (Abb. 2) ist aber vermutlich eher auf die Lagerbildung der Bestände zurückzuführen.

Sektion Energie

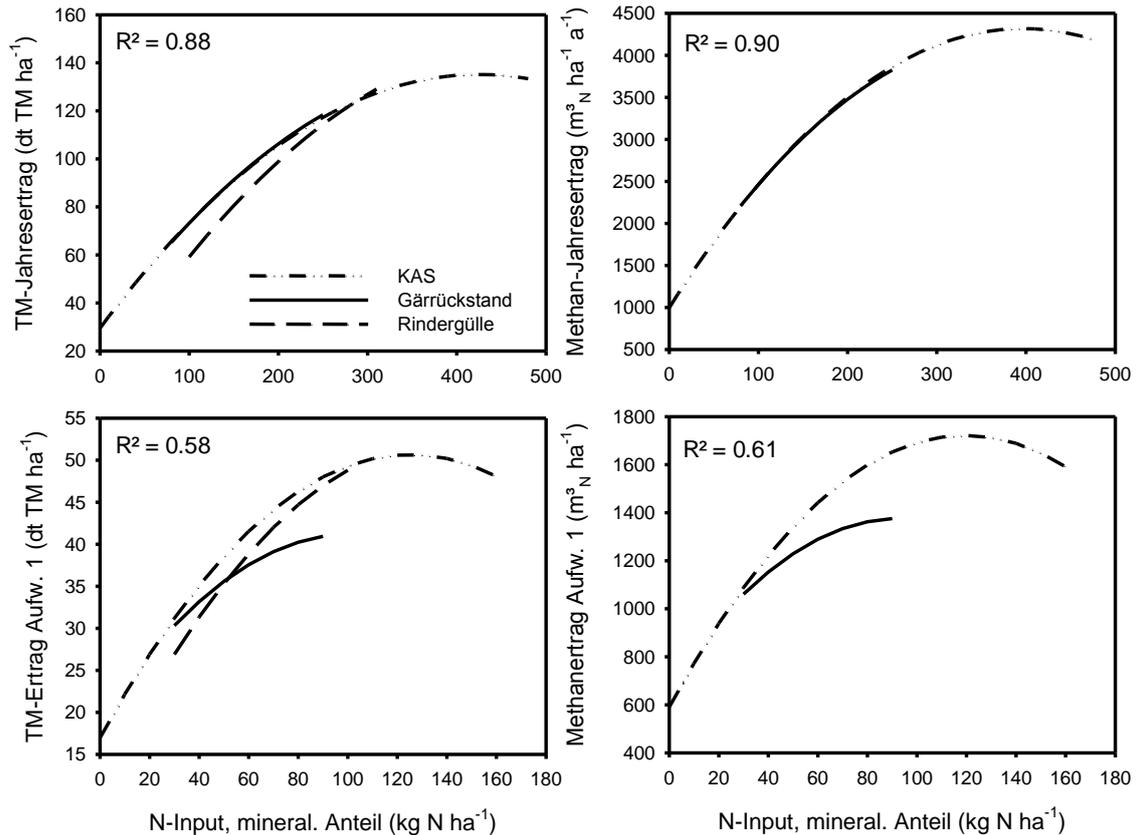


Abb. 2: Beziehung zwischen dem mineralischen Anteil des N-Inputs (kg N ha⁻¹) in Abhängigkeit der N-Form für TM- und Methanhektarerträge [m³_N ha⁻¹] auf Jahresbasis bzw. im 1. Aufwuchs.

Schlussfolgerungen

Die Applikation von Gärrest aus Kofermentation ließ, bezogen auf den mineralischen Anteil des N-Inputs, keine signifikanten Unterschiede hinsichtlich der Ertragsleistung (TM, Methan) im Vergleich zu Minereraldüngung bzw. Rindergülle erkennen. Der Relative N Fertilizer Value des Gärrestes lag im Bereich dessen, was für Rindergülle nach langjähriger Applikation angenommen wird.

Literatur

- AMON, T., AMON, B., KRYVORUCHKO, V., MACHMÜLLER, A., HOPFNER-SIXT, K., BODIROZA, V., HRBEK, R., FRIEDEL, J., PÖTSCH, E., WAGENTRISTL, H., SCHREINER, M. & ZOLLITSCH, W. (2007): Methane production through anaerobic digestion of various energy crops grown in sustainable crop rotations. *Bioresource Technology* 98, 3204-3212.
- GÖDECKE, K. & BENKE, M. (2008): Standortangepasste Mischungen und Schnittregime für Ackerfutter und Grünland. *Forum Energiepflanzen*, 7./8. Oktober 2008, Jena.
- PROCHNOW, A., HEIERMANN, M., IDLER, C., LINKE, B., MÄHNERT, M. & PLÖCHL, M. (2007): Biogas vom Grünland: Potenziale und Erträge. In: *Gas aus Gras und was noch?* Schriftenreihe des Deutschen Grünlandverbandes, Berlin, H. 1/2007, S. 11-22.
- SCHRÖDER, J.J., JANSEN, A.G. & HILHORST, G.J. (2005): Long-term nitrogen supply from cattle slurry. *Soil Use and Management* 21, 196-204.