

Jens Wegener, Wolfgang Lücke und Jörg Heinzemann, Göttingen

# Einsatz von Wirtschaftsdünger in Biogasanlagen

## Technisches Potenzial der deutschen Landwirtschaft zur Senkung von Treibhausgasemissionen

2004 emittierte die Quellgruppe Landwirtschaft 6,4% der nationalen Treibhausgas (THG) - Emissionen. Damit stellt sie einen bedeutenden Emittenten dar. Durch den Einsatz von erneuerbaren Energien werden in der Landwirtschaft aber auch Emissionen vermieden. Ausgehend von der theoretischen Möglichkeit der Fermentation des gesamten technisch verfügbaren Wirtschaftsdüngeranfalls in Biogasanlagen, können 16,2% der THG-Emissionen, die in der Quellgruppe Landwirtschaft entstehen, bilanziell ausgeglichen werden.

Dipl.-WirtschaftsIng. Jens Wegener und Dr. Jörg Heinzemann sind wissenschaftliche Mitarbeiter am Department für Nutzpflanzenwissenschaften – Abteilung Agrartechnik (Leitung: Prof. Dr. Wolfgang Lücke), Georg-August Universität Göttingen, Gutenbergstraße 37, 37075 Göttingen; e-mail: jwegene@gwdg.de

### Schlüsselwörter

Biogas, Treibhausgasminderung, Wirtschaftsdünger-Management

### Keywords

Biogas, green house gas reduction, manure-management

Die Quellgruppe Landwirtschaft ist im Jahr 2004 mit 6,4% (65 114 300 Mio. tCO<sub>2</sub>-Äquivalent) an den nationalen THG-Emissionen beteiligt gewesen [1] und stellt damit einen bedeutenden Emittenten dar. Dies wirft die Frage auf, ob diese Emissionen durch Minderungen an anderer Stelle kompensiert werden können. Die energetische Nutzung von Biomasse kann dazu einen erheblichen Beitrag leisten. Im landwirtschaftlichen Bereich gilt dies zurzeit insbesondere für den Einsatz von Biogasanlagen. Im Folgenden soll untersucht werden, welche THG-Minderungspotenziale durch die Verwendung des technisch verfügbaren Wirtschaftsdüngers bestehen.

Mit dem Einsatz von Biogasanlagen können die Emissionsentwicklungen von Wirtschaftsdünger in zweierlei Hinsicht technisch beeinflusst werden. Der Fermentationsprozess wirkt sich direkt auf das Ausgasungsverhalten des Wirtschaftsdüngers aus und senkt die Methan-(CH<sub>4</sub>) Emissionen während der Lagerung und Ausbringung ab, wohingegen die Emissionen an Lachgas (N<sub>2</sub>O) ansteigen. In Summe wirkt sich die Biogaserzeugung jedoch verringert auf die THG-Bilanz aus [2]. Weitere Minderungen werden durch die energetische Nutzung in der Biogasanlage generiert. Dies ist möglich, weil durch die regenerative Produktion von Sekundärenergie fossile Energieträger substituiert werden. Diese Gegebenheiten sollen in dieser Arbeit für die Tiergruppe Rinder und Schweine bilanziert werden, welche die Hauptemittenten von Wirtschaftsdünger darstellen.

Table 1: Emissions in farm manure management in the year 2004 and their share from cattle and pigs, referring to animal stock data 2000 [1, 6]

Tab. 1: Emissionen im Wirtschaftsdüngermanagement im Jahr 2004 und deren Verteilung auf die Tierarten Rinder und Schweine bezogen auf die Tierbestandsdaten von 2000 [1, 6]

Emissionen	Anteil Rinder Jahr 2000 [%]	Anteil Schweine Jahr 2000 [%]	Gesamtausstoß Jahr 2004[t]
CH <sub>4</sub>	60	39	250000
N <sub>2</sub> O	62	14	9000

### Methoden

Um das THG-Minderungspotenzial aus der Nutzung des technisch verfügbaren Wirtschaftsdüngeranfalls in Deutschland zu bestimmen, wird wie folgt vorgegangen. Erfasst werden CH<sub>4</sub> sowie N<sub>2</sub>O Emissionen aus dem Wirtschaftsdüngermanagement. Diese werden für jede Emissionsart anteilmäßig auf die betrachteten Tiergruppen Rinder und Schweine aufgeteilt. Die der Berechnung zugrunde liegenden emittierten Stoffmengen und deren Verteilung auf die betrachteten Tierarten finden sich in *Tabelle 1*. Anschließend wird mit Hilfe von Emissionsminderungsfaktoren (*Tabelle 2*) für die Lagerung und Ausbringung von vergorenem Wirtschaftsdünger im Vergleich zu Rohgülle berechnet, wie hoch die Vermeidung wäre, wenn der Wirtschaftsdünger in Biogasanlagen genutzt wird. Zuletzt erfolgt eine Umrechnung der so kalkulierten Emissionen in CO<sub>2</sub>-Äquivalente. Dabei wird für CH<sub>4</sub> der Faktor 23, für N<sub>2</sub>O der Faktor 296 angewendet [3].

Zur Berechnung der Emissionsminderungen, die sich aus der energetischen Verwertung des bei der Vergärung gewonnenen CH<sub>4</sub> ergeben, wird von einem technisch verfügbaren Energiepotenzial aus Wirtschaftsdünger in Höhe von 96,5 PJ (26,8 Mrd. kWh) ausgegangen [4]. Nach Gleichung 1 wird zunächst bestimmt, wie viel Tonnen CH<sub>4</sub> einem solchen Energiegehalt entsprechen.

$$E\ddot{A} = EP \cdot \varphi / E \quad (1)$$

mit  
 EÄ Energieäquivalent [tCH<sub>4</sub>]  
 EP technisches Energiepotenzial [kWh]





Werkbild

E Energiegehalt Methan [kWh/m<sup>3</sup>]  
 ϕ Dichte von Methan [t/m<sup>3</sup>]

Ausgehend von dieser Menge wird anschließend berechnet, wie viel Energie in Form von Strom und Wärme daraus gewonnen werden kann und mit Hilfe von Referenzparametern die Minderungsleistung im Vergleich zu fossilen Energiesystemen bestimmt. Dabei werden folgende Annahmen getroffen:

- Ein Emissionsfaktor von 641,3 gCO<sub>2</sub>/kWh<sub>output</sub> im lokalen Stromnetz für die Erzeugung von Strom [5]
- Ein Emissionsfaktor von 253,6 gCO<sub>2</sub>/kWh<sub>output</sub> für die Bereitstellung thermischer Energie in einer Erdgas-Heizung [5]
- Ein durchschnittlicher Wirkungsgrad von 35% für die Verstromung und 40% für die Wärmeauskopplung im BHKW der Biogasanlagen
- Ein durchschnittlicher Eigenenergieverbrauch der Biogasanlagen von 8% (Faktor 0,92) der produzierten elektrischen Energie sowie 40% (Faktor 0,60) der produzierten thermischen Energie
- Einen Energiegehalt von Methan in Höhe von 9,97 kWh/m<sup>3</sup> bei einer Dichte von 722 g/m<sup>3</sup>
- Es wird unterstellt, dass die gesamte erzeugte Nutzenergie in Form von Strom und Wärme verbraucht wird.
- Dem Wirtschaftsdünger als landwirtschaftliches Nebenprodukt der Tierhaltung werden keine Emissionen aus der Vorkette in Rechnung gestellt.

Auf Grundlage dieser Annahmen errechnen sich die THG-Minderungen nach Gleichung 2 wie folgt:

$$M = (B \cdot E / \phi) \cdot \eta \cdot EB \cdot EF \quad (2)$$

mit  
 M THG-Minderung [tCO<sub>2</sub>-Äquivalent]  
 B Brennstoffeinsatz [t]  
 E Energiegehalt Methan [kWh/m<sup>3</sup>]  
 ϕ Dichte von Methan [t/m<sup>3</sup>]  
 η elektrischer oder thermischer Wirkungsgrad des BHKW in der Biogasanlage [%]  
 EB Faktor für Eigenwärme- oder Eigenstrombedarf  
 EF Emissionsfaktor des Referenzsystems [t/kWh]

### Ergebnisse

Das Reduktionspotenzial, welches durch die Vergärung des technisch verfügbaren Wirtschaftsdüngers entsteht, beträgt in der Lagerung und Ausbringung 3 356 146 tCO<sub>2</sub>-Äquivalent/a. Die verfügbare Energie des technischen Wirtschaftsdüngerpotenzials von 96,5 PJ entspricht einem Energieäquivalent von 1 941 185 tCH<sub>4</sub>. Daraus können unter den genannten Annahmen durch die Substitution fossiler Energieträger weitere 7 166 803 tCO<sub>2</sub>-Äquivalent/a vermieden werden. Insgesamt beträgt das technische Potenzial für Emissionseinsparungen im Wirtschaftsdüngermanagement 10 522 949 tCO<sub>2</sub>-Äquivalent/a. Gemessen an den THG-Emissionen der Quellgruppe Landwirtschaft in 2004, können dadurch 16,2% kompensiert werden.

### Literatur

- [1] Umweltbundesamt: Deutsches Treibhausgasinventar 1990-2004. Nationaler Inventarbericht 2006. Berlin, 2006
- [2] Amon, T., und H. Döhler: Qualität und Verwertung des Gärrestes. In: Fachagentur für nachwachsende Rohstoffe (FNR): Handreichung Biogasgewinnung und -nutzung. Gülzow, 2005
- [3] Intergovernmental Panel for Climate Change (IPCC): WGI Third Assessment Report, 2001
- [4] Kaltschmitt, M., D. Merten, N. Fröhlich und M. Nill: Energiegewinnung aus Biomasse. Externe Expertise für das WBGU-Hauptgutachten 2003 „Welt im Wandel: Energiewende zur Nachhaltigkeit“. Berlin, Heidelberg, 2003
- [5] Globales Emissions-Modell Integrierter Systeme (GEMIS): Ergebnisse aus GEMIS 4.2. Stand Oktober 2004
- [6] Dämmgen, U.: Nationaler Inventarbericht 2004. Teilbericht für die Quellgruppe Landwirtschaft. Landbauforschung Völknerode, Sonderheft 260, 2004

## NEUE BÜCHER

### Zukunftsweisender Ackerbau – Bestellverfahren aus der Praxis

DLG-Verlag, Frankfurt/M., 2006; 178 Seiten, zahlreiche farbige Abbildungen und Tabellen, Kalkulations-CD, 17,90 €  
 In dem zweisprachigen Buch (deutsch/englisch) werden acht landwirtschaftliche Betriebe aus Europa vorgestellt, die ihre Feldbestellung den jeweiligen Fruchtfolgen entsprechend mit unterschiedlichen Intensitäten durchführen. Inbegriffen sind sowohl Entscheidungskriterien für das individuelle Anbauverfahren als auch Wirtschaftlichkeitsrechnungen für alle acht Betriebe. Mit kompakten Beschreibungen zum konventionellen und konservierenden Bestellverfahren und der dazu passenden Landtechnik für die Bodenbearbeitung und Aussaat dient das Buch auch als fachlicher Ratgeber. Enthalten ist eine Kalkulations-CD, mit der alternative Verfahrensketten zur Bodenbearbeitung und Aussaat im eigenen Betrieb hinsichtlich der individuellen Fruchtfolge und Bestellverfahren berechnet werden können, um Verbesserungs- und Einsparpotenziale zu erkennen.

### Eiweißreduzierte, sensorregelte Mastschweinefütterung

Von Cornelia Suhr. VDI-MEG Schrift 445. Vertrieb: Institut für Landwirtschaftliche Verfahrenstechnik der Universität Kiel, Olshausenstr. 40, 24098 Kiel; 2006, 139 S., 50 Abb., 15 Tab., 15 €  
 Die Effizienz der Mastschweineproduktion wird wesentlich durch die Aufnahme und die Verwertung der zugeführten Nährstoffe bestimmt. Die Fütterungstechnik sollte jederzeit eine optimale Nährstoffversorgung für das Tier gewährleisten. In vier Mastdurchgängen wurde untersucht, inwieweit Futterzusammensetzung, Futtervorlage und Stallklima die Mastleistungen von Mastschweinen beeinflussen. Die Aufgabe war es, messtechnisch erfassbare Parameter zu identifizieren, diese über Sensoren kontinuierlich zu erfassen und die erhaltenen Signale in einem Regelkreis so zu verarbeiten, dass bei Störungen oder sonstigen Abweichungen rechtzeitig korrigierend eingegriffen wird. Hierfür wurden 624 Tiere je Mastdurchgang in vier Fütterungsgruppen eingeteilt, deren Futterrationen durch unterschiedliche Lysinzugaben aufgewertet wurden. Anhand der Gülleanalyse der vier Fütterungsgruppen auf Gesamtstickstoff und Ammoniumstickstoff sollte geprüft werden, ob diese Parameter Rückschlüsse auf die Nährstoffversorgung der Mastschweine liefern können. Wider Erwarten hatte die Höhe der Lysinzugabe keinen signifikanten Einfluss (p > 0,05). Eine bessere Futter- und auch Eiweißverwertung aufgrund der höheren Eiweißwertigkeit konnten in keinem Mastdurchgang signifikant nachgewiesen werden. Hingegen zeigten sich deutliche Leistungsunterschiede zwischen den Geschlechtern. Die Mastschweine konnten durch ihr Fressverhalten den Umfang ihrer Futterration selbst bestimmen. Im Vergleich zu den Börgen benötigten Sauen mehr Zeit und nahmen weniger Futter pro Mahlzeit auf. Sauen und Börgen wiesen aber ein ähnliches Fressmuster auf. Beobachtungen des Stallklimas zeigten einen statistisch hoch signifikanten Temperatureinfluss auf das Fressverhalten (p < 0,01).

Tab. 2: CH<sub>4</sub>- und N<sub>2</sub>O-Emissionsänderungsfaktoren für vergorene Gülle im Vergleich zur Rohgülle [2]

Substrat	Emissionsänderungen im Vergleich zur Rohgülle	
	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
Milchviehgülle vergoren	- 67%	+ 30%
Schweinegülle vergoren	- 75%	+ 38%

Table 2: CH<sub>4</sub> and N<sub>2</sub>O delta-emission factors for digested slurry, compared to raw slurry [2]