

Barbara Amon, Vitaliy Kryvoruchko, Thomas Amon und Josef Boxberger, Wien

Lagerung von Milchviehflüssigmist

Wirkung der Abdeckung auf NH₃-, N₂O- und CH₄-Emissionen

Das Institut für Landtechnik im Department für Nachhaltige Agrarsysteme der Universität für Bodenkultur Wien führt Messungen durch, um Maßnahmen zu finden, mit denen Emissionen aus der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung reduziert werden können. Das hier vorgestellte Projekt widmete sich der Frage nach der Wirkung der Abdeckung auf Emissionen während der Flüssigmistlagerung. Es entstand im Rahmen des EU-Projektes „MIDAIR“ (Greenhouse Gas Mitigation for Organic and Conventional Dairy Production).

Dr. Barbara Amon und Dr. Vitaliy Kryvoruchko sind wissenschaftliche Mitarbeitende, ao. Univ. Prof. Dr. Thomas Amon ist Leiter der Arbeitsgruppe „Tierhaltungs- und Umwelttechnik“ und o. Univ. Prof. Dr. Josef Boxberger ist Institutsleiter am Institut für Landtechnik im Department für Nachhaltige Agrarsysteme, Universität für Bodenkultur, Peter Jordan-Straße 82, A-1190 Wien; e-mail: barbara.amon@boku.ac.at

Referierter Beitrag der LANDTECHNIK, die Langfassung finden Sie unter LANDTECHNIK-NET.com.

Schlüsselwörter

Wirtschaftsdüngermanagement, Biogasfermentation, Umweltschutz, Ammoniak, Methan, Lachgas

Keywords

Manure management, anaerobic digestion, environmental protection, ammonia, methane, nitrous oxide

Danksagung

Die hier vorgestellten Versuche wurden von der EU finanziell unterstützt (EVK2-CT-2000-00096 MIDAIR).

Literatur

Literaturhinweise sind unter LT 05420 über Internet <http://www.landwirtschaftsverlag.com/landtech/local/fliteratur.htm> abrufbar.

Während der Lagerung von Flüssigmist entweichen Ammoniak (NH₃), Lachgas (N₂O) und Methan (CH₄). Bei Milchviehflüssigmist bildet sich bei ausreichend hohem TS-Gehalt eine natürliche Schwimmschicht, die als Barriere für NH₃-Emissionen dienen kann, wenn sie während der Lagerdauer intakt bleibt. Künstliche Schwimmschichten können zum Beispiel mit Strohhäcksel erzeugt werden [1].

Die im Flüssigmist enthaltene Trockensubstanz besteht zu einem erheblichen Teil aus leicht abbaubaren organischen Verbindungen, die eine ideale Nahrungsquelle für Mikro-Organismen sind. Während der Flüssigmistlagerung wird organische Substanz anaerob abgebaut. Der Abbau hängt stark vom TS-Gehalt ab [2]. Unter anaeroben Bedingungen werden CH₄ und CO₂ als Endprodukte gebildet. TS-reicher Flüssigmist hat demnach ein erhöhtes Potenzial für CH₄-Emissionen. Einige Autoren haben beobachtet, dass eine natürliche Schwimmschicht CH₄-Emissionen vermindern kann [3, 4]. Sie vermuten, dass CH₄ in der aeroben Schwimmschicht durch Methanoxidation zu CO₂ und H₂O oxidiert wird. Der TS- und C-Gehalt von Wirtschaftsdüngern sollte möglichst früh reduziert werden, um ein umweltfreundliches Wirtschaftsdüngermanagement zu ermöglichen [5].

N₂O wird im Zuge der Nitrifizierung und der Denitrifizierung gebildet. Die Angaben für N₂O-Emissionsraten während der Flüssigmistlagerung schwanken in weiten Berei-

chen. [4] fanden N₂O-Emissionen von bis zu 25 mg N₂O-N m⁻² h⁻¹, während [6] Feld- und Labormessungen im Bereich von 0,2 bis 5,4 mg N₂O-N m⁻² h⁻¹ zitieren.

Methodisches Vorgehen

Versuchsanlage und Emissionsratenbestimmung

Die Emissionsmessungen wurden an der Versuchsstation der Universität für Bodenkultur in Groß-Enzersdorf nahe Wien durchgeführt. Im Jahresmittel beträgt die Temperatur 9,8 °C, der Niederschlag 547 mm pro Jahr und die Luftfeuchte 75 %. Die Versuchsanlage umfasst fünf in die Erde versenkte Lagerbehälter für Flüssigmist. Jeder Behälter ist 2,5 m tief mit einem Durchmesser von 2,5 m. Die Emissionsraten wurden mit dem großen mobilen Emissionsmessraum des ILT bestimmt [7]. Dieser kann auf einer Schiene von einem Behälter zum nächsten verschoben werden (Bild 1). Auf Grund der zeitlichen Variabilität der Emissionen war es erforderlich, ein möglichst enges Probenahmeintervall zu gewährleisten. Bei jeder Variante wurden mindestens zweimal pro Woche für mindestens acht Stunden kontinuierlich die Emissionen gemessen.

Die Flüssigmisttemperatur wurde an zwei verschiedenen Höhen in jedem Behälter gemessen. Proben für die Inhaltsstoffanalysen wurden zu Beginn wöchentlich, später dann im zweiwöchigen Abstand genommen. Folgende Parameter wurden mit Standard-La-

Tab. 1: Kumulierte CH₄-, NH₃-, N₂O- und klimarelevante Emissionen aus unbehandeltem und anaerob vergorenem Flüssigmist im Winter- und Sommerversuch

Table 1: Cumulated CH₄-, NH₃-, N₂O-, and greenhouse gas emissions measured in winter and in summer experiment

Behandlung	Winterversuch				Sommerversuch			
	CH ₄ [g m ⁻³]	NH ₃	N ₂ O	GHG ^a [kg CO ₂ eq.m ⁻³]	CH ₄ [g m ⁻³]	NH ₃	N ₂ O	GHG ^a [kg CO ₂ eq.m ⁻³]
untreated_crust	164 ^a	72,5 ^a	44,0 ^a	17,1	3591 ^a	110 ^a	48,7 ^a	90,5
untreated_cover	142 ^b	52,2 ^b	38,2 ^c	14,8	2999 ^b	60,0 ^b	58,6 ^b	81,1
biogas	111 ^c	62,0 ^c	40,1 ^b	14,8	1154 ^c	222 ^c	72,4 ^c	46,7
biogas_straw	114 ^c	49,6 ^b	39,9 ^b	14,8	1192 ^c	126 ^a	75,7 ^d	48,5
biogas_straw_cover	81,1 ^d	48,7 ^b	40,7 ^b	14,3	1021 ^d	78,1 ^d	61,4 ^b	40,5

^a Greenhouse gas emissions = Summe an klimarelevanten Emissionen, CO₂-Äquivalenzfaktoren: N₂O = 310, CH₄ = 21 [10]
unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede in den kumulierten Emissionen

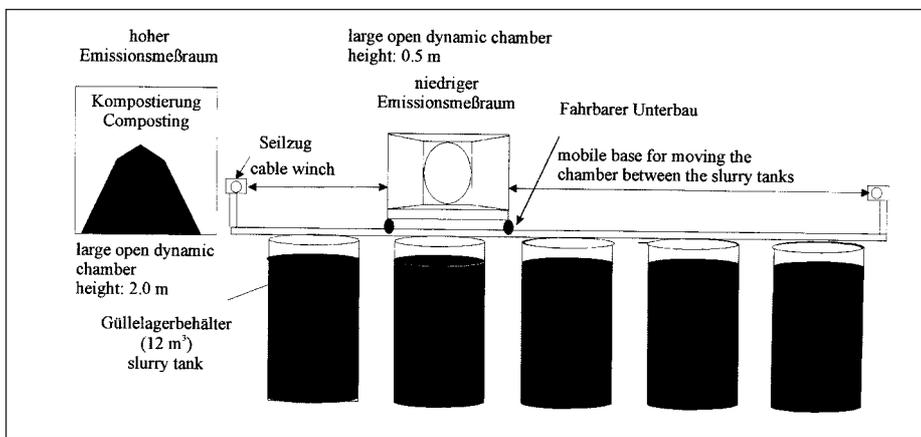


Bild 1: Versuchsanlage zur Bestimmung von Emissionen während der Wirtschaftsdüngerlagerung; Seitenansicht [11]

Fig. 1: Design of the experimental facility for quantifying emissions from manure storage; side view [11]

bormethoden analysiert: TS-Gehalt, Asche, pH-Wert, $\text{NH}_4\text{-N}$, Gesamt-Stickstoff, Gesamt-Kohlenstoff. NH_3 -, N_2O - und CH_4 -Konzentrationen wurden kontinuierlich mit einem hochauflösenden FTIR-Spektrometer gemessen und mit multivariaten Kalibriermethoden analysiert [8].

Versuchsdurchführung

Die Versuche umfassten die Varianten unbehandelter Milchviehflüssigmist mit natürlicher Schwimmschicht mit und ohne feste Abdeckung (untr_crust, untr_cover) und Biogasflüssigmist ohne Abdeckung (biogas), mit Strohhäckselschicht (biogas_straw) und mit Strohhäckselschicht und Holzdeckel (biogas_straw_cover).

Im Februar 2002 begannen die Messungen unter kühlen Winter-Bedingungen. Emissionen wurden 100 Tage lang gemessen. Ab Juni 2002 wurden 140 Tage lang Emissionen unter warmen Sommer-Bedingungen gemessen. Der Milchviehflüssigmist stammte von zwei typischen österreichischen Betrieben. Betrieb 1 hält 33 Milchkühe mit Nachzucht in einem Laufstall auf Flüssigmist. Die Milchleistung beträgt 8 600 kg pro Jahr. Die Futterration der Milchkühe setzt sich aus Maissilage, Grassilage und Heu zusammen. Kraftfutter wird nach Bedarf gefüttert. Von Betrieb 2 wurde Biogasflüssigmist bezogen. 30 Milchkühe werden in einem Anbindestall gehalten. Die Milchleistung beträgt 6 000 kg pro Jahr. Der Flüssigmist wird in einem kontinuierlich vollständig durchmischten Betonfermenter ohne Zusatz von Co-Fermentationsstoffen mesophil vergoren. Die hydraulische Verweilzeit beträgt 30 bis 40 Tage.

Die statistische Analyse der Emissionsdaten wurde mit dem Software Paket SPSS, Version 10.0 durchgeführt. An die kumulierten Emissionen wurden Regressionskurven angepasst. Unterschiede in den Regressionsgleichungen wurden mit einem paarweisen Vergleich mit dem T-Test untersucht bei einem Signifikanzniveau von $\leq 0,05$.

Ergebnisse und Diskussion

Tabelle 1 fasst die kumulierten NH_3 -, N_2O -, CH_4 - und Treibhausgasemissionen zusammen. Die Treibhausgasemissionen (THG) sind in CO_2 -Äquivalenten ausgedrückt. Im Winterversuch emittierte Biogasflüssigmist signifikant weniger CH_4 als unbehandelter Flüssigmist. Die Strohhäckselschicht auf dem Biogasflüssigmist hatte keinen statistisch gesicherten Einfluss auf die CH_4 -Emissionen. Eine feste Behälterabdeckung verminderte sowohl bei unbehandeltem als auch bei anaerob vergorenem Flüssigmist die CH_4 -Emissionen signifikant.

Die Abdeckung von unbehandeltem Flüssigmist reduzierte NH_3 -Emissionen. Auch die Strohhäckselschicht auf Biogasflüssigmist führte zu einer signifikanten Verminderung der NH_3 -Emissionen. Durch eine zusätzliche feste Abdeckung wurde keine weitere Reduktion erreicht.

Bei den kumulierten N_2O -Emissionen zeigten sich zwischen den Behandlungen nur geringe Unterschiede. Die Summe an klimarelevanten Gasen war bei unbehandeltem, nicht abgedecktem Flüssigmist am höchsten. Die feste Abdeckung des unbehandelten Flüssigmistes führte zu einer Reduktion der THG. Biogasflüssigmist setzte weniger THG frei als unbehandelter Flüssigmist. Strohhäckselschicht und feste Behälterabdeckung gemeinsam senkten THG.

Im Sommerversuch wurde deutlich mehr CH_4 freigesetzt als im Winter. Unbehandelter Flüssigmist emittierte signifikant mehr CH_4 als Biogasflüssigmist. Die Abdeckung mit einem Holzdeckel führte zu einer signifikanten Reduktion der CH_4 -Emissionen. Bei Biogasflüssigmist änderte die Strohhäckselschicht den Umfang der CH_4 -Emissionen nicht. Auch hier führte die feste Behälterabdeckung zu einer Verminderung der Emissionen.

Auf unbehandeltem Flüssigmist bildet sich eine natürliche Schwimmschicht. Die feste Abdeckung schützte diese Schwimmschicht vor Vernässung durch Regen. Sie blieb trocken und gut durchlüftet. In einer

gut durchlüfteten Schwimmschicht kann ein Teil des im anaeroben Flüssigmist gebildeten CH_4 im Zuge der Methanoxidation wieder oxidiert werden und entweicht nicht in die Atmosphäre. Dies wurde auch in Versuchen von [4] beobachtet. Eine nicht vor Witterungseinflüssen geschützte Schicht aus gehäckseltem Stroh konnte die CH_4 -Emissionen nicht reduzieren. Nach Regenfällen vernässt die Strohschicht, das Stroh sinkt in die oberste Flüssigmistschicht ein und vermischt sich dort mit dem Flüssigmist. Zu diesem Ergebnis kamen auch Untersuchungen in England, die deshalb Stroh als kostengünstige Abdeckung nicht empfehlen [9].

Im Sommer waren die NH_3 -Emissionen aus nicht abgedecktem Biogasflüssigmist mit Abstand am höchsten. Sie wurden durch eine Strohhäckselschicht und besonders durch die Kombination von Stroh und fester Abdeckung reduziert. Auch bei unbehandeltem Flüssigmist führte die feste Abdeckung zu signifikanter Reduktion der Emissionen.

Bei unbehandeltem Flüssigmist erhöhte die feste Abdeckung die N_2O -Emissionen. Bei Biogasflüssigmist wurden die geringsten Emissionen bei der Variante mit Stroh und Holzdeckel gemessen. Die Ergebnisse zeigen, dass die Umweltbedingungen in der Grenzfläche zwischen Flüssigmist und Atmosphäre grundsätzlich verschieden sind von denen im restlichen Flüssigmist. In dieser Grenzfläche kann die N_2O -Bildung durch eine Vielzahl von Faktoren beeinflusst werden, und es ist schwierig vorherzusagen, welcher Faktor am meisten Gewicht hat.

Die Summe an klimarelevanten Gasen war bei unbehandeltem Flüssigmist beinahe doppelt so hoch wie bei anaerob vergorenem Flüssigmist. Eine feste Abdeckung reduzierte THG in beiden Fällen. Die Abdeckung mit Stroh führte zu keiner Reduktion der THG.

Schlussfolgerungen

Die Biogaserzeugung erwies sich als wirksame Maßnahme, um CH_4 -Emissionen zu vermindern. Eine feste Behälterabdeckung reduzierte CH_4 - und NH_3 -Emissionen. Wegen seines hohen $\text{NH}_4\text{-N}$ -Gehaltes und pH-Wertes waren NH_3 -Emissionen aus nicht abgedecktem Biogasflüssigmist hoch.

Es wird empfohlen, Flüssigmistlagerbehälter mit einer festen Abdeckung zu versehen, da hierdurch NH_3 - und CH_4 -Emissionen vermindert werden. Die positiven Umweltwirkungen der Biogaserzeugung können nur dann vollständig genutzt werden, wenn alle Behälter an das gasführende System der Biogasanlage angeschlossen sind.