Tagungsbeitrag zu: Sitzung der Kommission III

Titel der Tagung: Unsere Böden – Unser Leben

Veranstalter: DBG, 05.09.-10.09.2015, München

Berichte der DBG (nicht begutachtete online Publikation)

<http://www.dbges.de>

**Auswirkung von Gülle Strip Till und ganzflächiger Gülleapplikation auf die NH3- und N2O-Emissionen**

Benjamin Pietzner1, Barbara Koblenz1, Jan Rücknagel1, Joachim Bischoff2, Matthias Schrödter2, Nadine Tauchnitz2 Ralph Meißner 3, Olaf Christen1

**Schlüsselworte**: Gülle-Depot-Düngung, Treibhausgasemission, Streifenbearbeitung

**Zusammenfassung**

Bei dem Gülle-Strip-Till-Verfahren wird die Streifenbearbeitung mit der platzierten Gülle-Depot-Düngung kombiniert. Durch die gezielte Ablage der Gülle unter der künftigen Saatreihe soll die Stickstoff- (N) Effizienz erhöht werden. Als Parameter werden für diesen Beitrag die Ammoniakemissionen (NH3) auf einem Großparzellenversuch sowie die Lachgasemissionen (N2O) auf dem Lysimeter gemessen und bewertet. Die NH3-Emission der Variante der ganzflächigen (ganzfl.) Gülleausbringung ohne Nitrifikationsinhibitor (NI) zeigt die größten Verluste und die ganzfl. Gülleausbringung mit NI weißt die niedrigste Emission. Allerdings emittieren alle Varianten sehr gering.

1 Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Betty-

Heimann-Str-5, 06120 Halle/Saale

benjamin.pietzner@landw.uni-halle.de

2 Landesanstalt für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau, Strenzfelder Allee 22, 06406 Bernburg

3 Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung-UFZ, Department Bodenphysik, Lysimeterstation, Dorfstr. 55, 39615 Falkenberg

Die N2O-Verluste der Variante ganzfl. Ausbringung ohne NI besitzt von allen betrachteten Varianten die niedrigste Emission. Über den Messzeitraum sind die Lachgasemissionen in der Reihe höher als in der Zwischenreihe. Allerdings ist keines der dargestellten Ergebnisse signifikant.

### Einleitung und Zielstellung

In der Pflanzenernährung stellt Stickstoff ein wichtiges Element dar, weil es in sehr unterschiedlichen chemischen Bindungen im Boden vorliegen kann und nur zum Teil für die Pflanzen verfügbar ist. Für die Umformung der verschiedenen N-Verbindungen sind eine Reihe von Prozessen verantwortlich. Als Hauptquellen für die N-Emissionen sind hier die mikrobiellen Prozesse der Nitrifikation und der Denitrifikation im Boden zu nennen (Well et al. 2010). Global verursacht die Landwirtschaft ca. 11 % der anthropogenen Treibhausgasemissionen bzw. 58 % der Lachgasemission (Burney et al. 2010). Unter allen Treibhausgasen die von landwirtschaftlich genutzten Böden stammen, besitzt das Lachgas die größte Klimawirkung (Robertson et al. 2000). Das Lachgas ist ein natürliches atmosphärisches Spurengas und kann sich bis zu 114 Jahre in der Atmosphäre befinden. Es besitzt, verglichen mit CO2, ein Klimawirkungspotential von 298 (Butterbach-Bahl et al. 2015). Es trägt somit zum Treibhauseffekt und zur Zerstörung der Ozonschicht in der Stratosphäre bei (Butterbach-Bahl et al. 2015).

Ammoniak besitzt eine indirekte Klimawirkung auf Grund seiner kurzen Lebensdauer in der Atmosphäre. Aber es induziert die Bildung und längere Lebensdauer direkt klimawirksamer Gase, wie N2O an anderer Stelle. Es wird postuliert, dass ca. 1 - 2 % des NH3-Stickstoff als Lachgasstickstoff reemittiert wird (Klimaretter 2013). Im Vergleich zum CO2 besitzt das Ammoniak ein 2,98-fach höheres Klimawirkungspotenzial (Cuhls et al. 2011). Besonders die anthropogenen NH3-Emissionen ziehen weitere negative Effekte für die Umwelt nach sich. Über den Niederschlag wird es in andere Ökosysteme eingetragen. Die Versauerung aquatischer und terrestrischer Lebensräume sowie eine direkte Schädigung der Vegetation und allgemein negative Veränderungen in Oligoökosystemen sind die prominentesten Folgen (Flessa und Beese 2000). Aufgrund des steigenden Stickstoffangebots und der unkontrollierten Stickstoffeinträge in Luft und Grundwasser kann es zu einer Überversorgung in sensiblen Ökosystemen kommen. Sie spielen somit eine wichtige Rolle bei dem Rückgang der Biodiversität in Folge des Aussterbens weniger stickstofftoleranter Arten und haben einen Einfluss auf das Waldsterben (Flessa und Beese 2000, Bouwman et al. 2005). Darüber hinaus haben die NH3-Verluste eine ökonomische Bedeutung für die Pflanzenproduktion, da der verlorene Stickstoff in Form von Mineraldünger zugekauft werden muss (Dosch und Gutser 1996). Eine sinkende Stickstoff-NH3 Emission führen zu höherer Effizienz des applizierten Düngers und somit zu einem höheren Wirkungsgrad der Düngung (Rubaek et al. 1996).

Ziel der Untersuchung ist es, die Auswirkung von verschiedenen Verfahren der Applikation organischer Düngemittel und der reduzierten Bodenbearbeitung in Hinblick auf die Treibhausgasausbildung zu bilanzieren und zu bewerten. Ein Schwerpunkt dabei stellt die Anwendung des Gülle-Strip-Till-Verfahrens dar.Dabei wird eine reduzierte Bodenbearbeitung in Form der Streifenbearbeitung (strip tillage) mit der Gülle-Injektion kombiniert. Es soll ein Vergleich des Gülle Strip Till-Verfahrens mit konventionellen Verfahren hinsichtlich der Treibhausgasemission beim Anbau von Silomais gezogen werden.

**2 Material und Methoden**

**2.1 Untersuchungsstandorte**

Versuchsstandorte sind die Lysimeterstation des Helmholtz - Umweltforschungszentrums in Falkenberg sowie eine Fläche der Agrargenossenschaft Altmärkische Höhe e. G.. Diese befindet sich etwa 15 km südwestlich von der Lysimeterstation in Lückstedt. Die Untersuchungsstandorte befinden sich im Norden Deutschlands in der Altmark (Sachsen-Anhalt). Es herrscht überwiegend kontinentales Klima bei einer langjährigen Niederschlagssumme von 540 mm und einer langjährigen Durchschnittstemperatur von 8,5 °C (langjähriges Mittel 1961-1990). Der Bodentyp ist ein Pseudogley-Parabraunerde (Sl).

**Versuchsaufbau Lückstedt**

Eine Anlagenparzelle beträgt 240 m²; 12 m Breite (2 Arbeitsbreiten) und 20 m Länge. Es wird eine randomisierte Blockanlage mit 4 Wiederholungen und folgenden Varianten angelegt:

1 ungedüngte Kontrolle

2 ganzfl. Gülleausbringung ohne NI

3 Strip Till mit NI

4 Strip Till ohne NI

5 ganzfl. Gülleausbringung mit NI

**Lysimeterstation in Falkenberg**

Für den Lysimeterversuch stehen 8 nicht wägbare Gravitationslysimeter mit einer quadratischen Oberfläche von 1 m² und einer Tiefe von 1,25 m zur Verfügung. Der Boden entspricht dem des Versuches in Lückstedt. Im Lysimeter werden folgende Varianten angelegt:

1 ungedüngte Kontrolle

2 ganzfl. Gülleausbringung ohne NI

3 Strip Till mit NI

4 Strip Till ohne NI

Auf beiden Standorten werden 30 m³ pro Hektar betriebseigene Rindergülle ausgebracht. Der Nt-Gehalt der Gülle beträgt 2,7 kg/ l Originalsubstanz. Piadin wird mit 3 l als Nitrifikationsinhibitor (NI) in den entsprechenden Varianten eingesetzt. Bei der ganzflächigen Gülleausbringung erfolgt die Einarbeitung der Gülle mit einer Scheibenegge.

Auf den Lysimetern wurde die Düngung im März 2014 von Hand vorgenommen.

Alle weiteren Bewirtschaftungsmaßnahmen erfolgen einheitlich und ortsüblich nach Bedarf sowie an beiden Standorten gleichzeitig. Am 30.04.2014 wurde die Kulturpflanze Mais (*Zea mays*) ausgesät.

Die statistische Auswertung erfolgt mit dem Statistikprogramm SAS 9.3 nach dem linear gemischten Modell („proc mixed“). Folgende Signifikanzniveaus werden festgelegt: p> 0,05 nicht signifikant, p <0,05 signifikant.

**2.2 Untersuchungsparameter**

**Dräger Tube Methode zur Bestimmung**

**der volatilen Ammoniakemissionen**

Die Dräger Tube Methode ist ein einfaches Messwerkzeug für die quantitative Schätzung der NH3-Verluste direkt aus der Bodenoberfläche unter Feldbedingungen (Pacholski et al. 2006). Mit den Dräger Tubes werden viermal über den Tag verteilt kurze Einzelmessungen durchgeführt, welche die Intensität bzw. die Konzentration der NH3 Flüsse zu diesem Zeitpunkt bestimmen. Hierbei wird über die 4 Bodenkammern eine definierte Menge an Luft angesaugt und in das Drägerröhrchen geleitet. Die enthaltenen Ammoniakmoleküle verfärben das Granulat im Röhrchen und so kann die NH3-Konzentration mit Hilfe einer aufgedruckten Skala abgelesen werden.

**Closed Chamber Methode zur Bestimmung der volatilen Lachgasemissionen**

Die Lachgasmessung im Feld wird mittels der Closed Chamber Methode durchgeführt (Hutchinson und Mosier 1981). Dabei wird einmal wöchentlich und zur Düngung aller 2-3 Tage in der Reihe sowie in der Zwischenreihe gemessen. Während des Messzyklus wird die Kammer luftdicht verschlossen und nach 0, 20, 40 und 60 Minuten die Konzentration des Gases gemessen. Über die zeitliche Änderung der Gaskonzentrationen innerhalb der Kammer und unter Verwendung einer Temperatur-, Volumen- sowie Flächenkorrektur kann der Boden-Atmosphäre-Austausch errechnet werden.

### 3 Ergebnisse und Diskussion

**3.1 Ammoniakemission**

In allen Varianten kommt es kurz nach der Applikation der Gülle zu einem Anstieg der NH3-Emission welcher bis zur 72. Stunde konstant blieb (Abb. 1). Ab dem dritten Tag nach der Düngung kommt es in allen Varianten noch einmal zu einem größeren Anstieg der NH3-Emission. Ein Ausnahme ist hier die Variante der ganzfl. Gülleausbringung mit NI. Sie stagniert auf dem gleichen Niveau. In der Summe der 5 tägigen Messung emittiert die Variante ganzfl. Gülleausbringung ohne NI am stärksten. Die Variante der ganzfl. Gülleausbringung mit NI zeigt die geringsten Ammoniakverluste. Zwischen diesen Varianten liegen die beiden Strip Till Varianten. Allgemein sind aber alle Ammoniakemissionen auf einem sehr geringen Niveau. Die Versuchsfläche ist durch abgefrorene Zwischenfrüchte bedeckt gewesen, sodass die Witterungseinflüsse wie Wind und Sonneneinstrahlung auf die Ausbildung eines NH3-Gradienten zwischen Dünger-Bodenoberfläche und Atmosphäre nicht direkt wirken konnte (Döhler und Horlacher 2010).

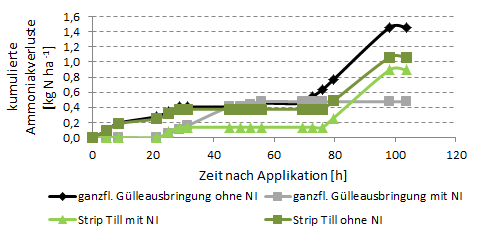
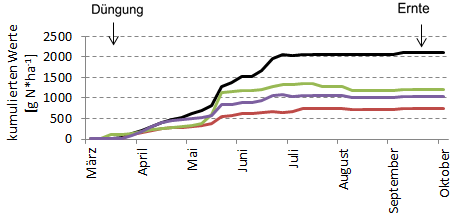


Abb.1 Kumulierte Ammoniakverluste am Standort in Lückstedt nach der Düngung

**3.2 Lachgasemission**

Die Abb. 2 und 3 zeigen den kumulierten Verlauf der Lachgasemission in der Reihe bzw. Zwischenreihe. Direkt nach der Düngung kam es in allen Varianten zum Anstieg der Lachgasflüsse. Zwischen Mai und Juni zeigt sich bei allen 4 Varianten der größte Anstieg der Lachgasemission. Dies ist wahrscheinlich mit den erhöhten Niederschlagswerten und der höheren Bodentemperatur zu erklären, die hier nicht dargestellt sind. Ab August sind keine nennenswerten Emissionen detektierbar. Lediglich die Bodenbearbeitung Mitte Oktober führt zu einem schwachen Emissionspeak. Insgesamt emittiert die ungedüngte Kontrolle am stärksten. Dies ist vermutlich mit einer unterschiedlichen Vorbewirtschaftung im Lysimeter zu begründen. Auffällig ist, dass die Zwischenreihe tendenziell weniger stark emittiert als die Reihe. Signifikante Unterschiede zwischen der Reihe und der Zwischenreihe konnten jedoch nicht belegt werden.Abb. 2 Verlauf der kumulierten Lachgasflüsse in der Reihe

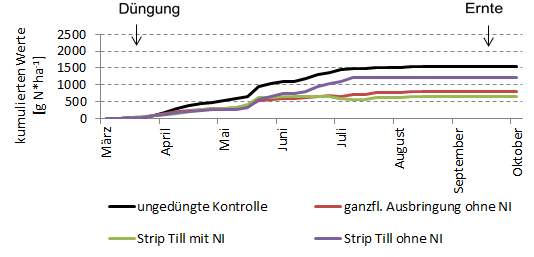
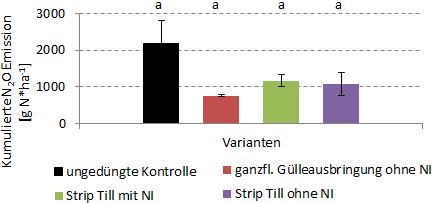
 Abb. 3 Verlauf der kumulierten Lachgasflüsse in der Zwischenreihe

Abb. 4 Gesamte Lachgasemission im Zeitraum März 2014 bis März 2015

Die Gesamtemission zeigt, dass die ungedüngte Kontrolle am stärksten und die ganzflächige Ausbringung ohne NI am geringsten emittiert (Abb. 4). Auch hier ist der Unterschied statistisch nicht abgesichert, was unter anderem daran liegt, dass hohe Schwankungen innerhalb der Varianten auftreten.

Die Untersuchungen zeigen, dass die Witterung und das Bodenmanagement einen Einfluss auf die Gasflüsse nehmen. Die Effekte der unterschiedlichen Ausbringungen werden jedoch von der Witterung überlagert.

**Danksagung**

Dieses Projekt wird gefördert durch die Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) mit dem Förderkennzeichen 31086-34.

**Literatur**

Butterbach-Bahl, K., Baggs, E. M., Dannenmann, M., Kiese, R., Zechmeister-Boltenstern, S., 2015, Nitrous oxide emissions from soils: how well do we understand the processes and their controls?, Philosophical transactions of the royal society biological sciences, 368, 1-13.

Cuhls, C., Mähl, B., Clemens, J., 2011, Treibhausgas-Emissionen aus Biogasanlagen, Technik & Management 44 Umwelt Magazin.

Dosch, P., Gutser, R., 1996, Reducing N losses (NH3, N20, N2) and immobilization from slurry through optimized application techniques, Fertilizer Research 43, 165-171.

Döhler, H., Horlacher, D., 2010, Ammoniakemissionen organischer Düngemittel, KTBL-Schrift 483, S. 51-71, KTBL-/ vTI-Tagung 8.-10.12.2010, Emission landwirtschaftlich genutzter Böden.

Flessa, H., Beese, F., 2000, Laboratory estimates of trace gas emissios following surface application and injection of cattle slurry, J. Environ. Qual. 29, 262-268.

Hutchinson, G. L., Mosier, A. R., 1981, Improved soil cover method for field measurements of nitrous oxide fluxes, Soil Sc ence Society American Journal 45, 311-316.

Klimaretter, Deutscher Ammoniak-Ausstoß zu hoch, Artikel vom 01. September 2010

<http://www.klimaretter.info/politik/nachricht/6718-deutschlands-ammoniak-emissionen-zu-hoch-> Stand vom 11. Oktober 2013.

Pacholski, A., Cai, G., Nieder, R., Richter, J., Fan, X., Zhu, Z., Roelcke, M., 2006, Calibration of a simple metod for determiing ammonia volatilization in the fieldcomparative measurements in Henan Province, China, Nutrient Cycling in Agroecosystems 74, 259 – 273.

Robertson, G. P., Paul, E. A., Harwood, R. R., 2000, Greenhouse gases in intensive agriculture: Contributions of individual gases to the radiative forcing of the atmosphere, Science289: 1922–1925.

Rubaek, G. H., Henriksen, K., Petersen, J., Rasmussen, B., Sommer, S. G., 1996, Effects of application technique and anaerobic digestion on gaseous nitrogen loss from animal slurry applied to ryegrass *(Lolium perenne),* Journal of Agricultural Science, 126, 481-492.

Well, R., Weymann, D., Flessa, H., 2010, KTBL-Schrift 483, S. 140 – 150, KTBL-/ vTI-Tagung 8.-10.12.2010, Emission landwirtschaftlich genutzter Böden.