Tagungsbeitrag zu: Sitzung der Kommission IV

Titel der Tagung: Böden – Lebensgrundlage und Verantwortung

Veranstalter: DBG, 07.09.-12.09.2013, Rostock

Berichte der DBG (nicht begutachtete online Publikation)

<http://www.dbges.de>

**Erhöhung der Stickstoff-Effizienz in Maisfruchtfolgen mit Hilfe des Gülle-Strip-Till-Verfahrens**

Nadine Tauchnitz1, Joachim Bischoff1, Matthias Schrödter1, Ralph Meissner2, Holger Rupp2, Frank Wiese3

### Zusammenfassung

Das Gülle-Strip-Till-Verfahren kombiniert die Streifenbearbeitung mit der platzierten Gülle-Depot-Düngung. Im vorliegenden Projekt wird das Potential des Verfahrens hinsichtlich einer Erhöhung der N-Effizienz in Maisfruchtfolgen untersucht. Vorgestellt werden die methodische Vorgehensweise und Ergebnisse der Voruntersuchungen. Bisherige Ergebnisse zeigten die höchsten NO3--Auswaschungen über den Pfad des Dränabflusses bei konventioneller Bewirtschaftung in der vegetationsfreien Zeit. Bewirtschaftungsmaßnahmen, wie die intensive Bodenbearbeitung führten zu steigenden NO3--Konzentrationen im Dränabfluss. Demgegenüber war der Einfluss von Düngungsmaßnahmen in Zeiten erhöhter Pflanzenaufnahme nicht sichtbar. Ungewöhnlich hohe NO2--Gehalte im Dränabfluss deuten auf eine Akkumulation von

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

nadine.tauchnitz@llfg.mlu.sachsen-anhalt.de

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

3Agrargenossenschaft „Altmärkische Höhe Lückstedt e.G.“, Gageler Str. 2, 39606 Lückstedt

NO2- im Zusammenhang mit Mineralisationsereignissen und der Ausbringung von NH4+-haltigen Düngern hin.

**Keywords**: Gülle-Depot-Düngung, Nitrifikationsinhibitoren, Streifenbearbeitung

### 1 Einleitung und Zielstellung

Im Rahmen der europäischen Klima- und Gewässerschutzpolitik ist die Reduktion des Eintrages reaktiver Stickstoffverbindungen in die Umwelt eine wichtige Aufgabe. Vor diesem Hintergrund hat sich Deutschland verpflichtet, diffuse Nitrat(NO3-)-Einträge in die Gewässer (EG-WRRL, 2000) sowie klimarelevante Lachgas- (UNFCC) und umweltschädigende Ammoniak-Emissionen (Richtlinie 2001/81/EG) zu reduzieren. Hauptquelle für diffuse Stickstoff(N)-Emissionen stellt dabei die landwirtschaftliche Bewirtschaftung dar.

Ziel des Projektes ist es, mit Hilfe der Anwendung des Gülle-Strip-Till-Verfahrens die N-Effizienz in Maisfruchtfolgen zu verbessern und hierdurch einen wirksamen Beitrag zur Reduktion von N-Verlusten zu leisten. Beim Gülle-Strip-Till-Verfahren wird ein reduziertes Bodenbearbeitungsverfahren (Streifenbearbeitung) mit der gezielten Applikation des organischen Düngers in die Wurzelzone (platzierte Gülle-Depot-Düngung) kombiniert.

Im Rahmen eines länderübergreifenden von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) geförderten Projektes soll in Praxis-, Parzellen- und Lysimeterversuchen geprüft werden, inwieweit das Gülle-Strip-Till-Verfahren zur Reduzierung von N-Verlusten beitragen kann. Kooperationspartner im Projekt sind die Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, die Landesanstalt für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau, das Sächsische Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, das Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung-UFZ, die Agrargenossenschaft „Altmärkische Höhe Lückstedt e.G.“ und die Hugo-Vogelsang Maschinenbau GmbH.

**2 Methoden**

**2.1 Untersuchungsstandorte**

Die Praxis- und Parzellenversuche werden am Standort Lückstedt und die Lysimeterversuche in unmittelbarer Nähe an der Lysimeterstation des UFZ in Falkenberg durchgeführt. Eine Beschreibung beider Standorte ist Tabelle 1 zu entnehmen.

Tab. 1: Untersuchungsstandorte

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **Lückstedt** | **Falkenberg** |
| **Lage** | nördl. Altmark (Sachsen-Anhalt), Landkreis Stendal | |
| **Klima** | kontinental | kontinental |
| Niederschlag\*  Temperatur\* | 541 mm  8,5 °C | 539 mm  8,5 °C |
| **Boden** | Pseudogley-Braunerde (Sl 2 - Sl 3) | Pseudogley-Parabraun-erde (Sl) |

\* Langjähriges Mittel (1961-1990)

**2.2 Versuchsaufbau**

Der Praxisversuch wird auf der Betriebsfläche der Agrargenossenschaft „Altmärkische Höhe Lückstedt e.G.“ angelegt. Dort ist ein Dränmessfeld mit Messtechnik zur separaten Erfassung des Dränabflusses von zwei Bewirtschaftungsflächen vorhanden. Hierdurch ist es möglich, den N-Austrag über den Dränabfluss zu bilanzieren und direkt der jeweiligen bewirtschafteten Fläche zuzuordnen. Im Projekt werden die folgenden Bewirtschaftungssysteme berücksichtigt:

A) Konventionell: intensive ganzflächige Bodenbearbeitung und ganzflächige Gülleausbringung (gemäß DüV Einarbeitung der Gülle innerhalb von 4 Stunden)

B) Gülle-Strip-Till

In beiden Bewirtschaftungssystemen werden Zwischenfrüchte angebaut und Nitrifikationsinhibitoren (NI, PIADIN) eingesetzt.

Die Parzellenversuche werden außerhalb des Dränmessfeldes durchgeführt. In einer randomisierten Versuchsanlage mit 4 Blöcken werden die folgenden Versuchsvarianten geprüft:

- Variante 1: konventionell ohne NI

- Variante 2: Gülle-Strip-Till mit NI

- Variante 3: Gülle-Strip-Till ohne NI

- Variante 4: konventionell mit NI

In den Lysimeterversuchen werden vier unterschiedliche Varianten untersucht (Gülle-Strip-Till mit und ohne NI, konventionell, Nullvariante). Hierfür werden nicht wägbare Gravitationslysimeter mit einer quadratischen Oberfläche von 1 m² und einer Tiefe von 1,25 m genutzt.

**2.3 Untersuchungsparameter**

Folgende Untersuchungsparameter werden im Projekt erfasst:

- N-Austräge über die Pfade Dränabfluss und Sickerwasser

- Gasförmige N-Verluste (NH3 und N2O)

- Potentiell verlagerbarer N im Boden

- Bodenfeuchteverlauf

- Pflanzenerträge und N-Entzüge

- Gesamt-N-Bilanz

- Ökonomische Bewertung des Verfahrens

Die Dränabflussmengen werden kontinuierlich im Dränschacht (nach Venturi-Prinzip) bzw. im offenen Messgerinne registriert. Die Probenahme erfolgt automatisch über ISCO-Probenehmer. Parallel werden die Nitrat-Ionen über ein photometrisches Verfahren online direkt im Dränabfluss detektiert (Nitrat-Quicklyzer, Fa. UGT). Die N2O-Emissionen werden mit Hilfe manueller Gashauben nach dem closed chamber-Verfahren ermittelt. Die NH3-Emissionen werden mittels einer dynamischen Kammermethode (Dräger-Tube-Methode) kombiniert mit Passivsammlern (Säurefallen) bestimmt (Pacholski et al., 2006).

### 3 Ergebnisse und Diskussion

**3.1 Zeitlicher Verlauf der Nitrat-konzentrationen im Dränabfluss und Dränabflussmengen**

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Voruntersuchungen im Dränmessfeld bei konventioneller Bewirtschaftung vorgestellt.

Die höchsten NO3--Konzentrationen im Dränabfluss der konventionell bewirtschafteten Dränfläche 1 von maximal 188 mg/l wurden verbunden mit hohen Abflüssen (max. 13 l/s) in den Wintermonaten, das heißt in Zeiten ohne Pflanzenbedeckung (v. a. im Januar und Februar 2012) erfasst (Abb. 1). Ein zweiter NO3--Peak wurde bei deutlich niedrigeren Abflüssen (<1 l/s) im Januar 2013 beobachtet. In den Wintermonaten überschreiten die Konzentrationen bei gegenwärtiger Bewirtschaftungspraxis deutlich den in der EU-WRRL geforderten NO3--Grenzwert von 50 mg/l. Demgegenüber konnte während der Vegetationsperiode eine deutliche Abnahme der NO3--Konzentrationen (<50 mg/l) und Ab-flussmengen, bedingt durch die Pflanzenaufnahme, verzeichnet werden.



Abb.1: Nitrat-Konzentrationen im Dränabfluss, Dränabflussmengen und Nmin-Gehalte im Boden

Die NO3--Konzentrationen und die Dränabflusshöhen korrespondierten zumeist miteinander, das heißt hohe Konzentrationen waren mit hohen Abflüssen verbunden (r²=0,6). Die Ende März und Ende September 2012 auf der Fläche durchgeführte intensive Bodenbearbeitung mittels Pflug zeigte in beiden Fällen einen deutlichen Effekt auf die NO3--Konzentrationen im Dränabfluss. Dieser konnte nach Bodenbearbeitung im Herbst 2012 erst sehr stark zeitlich verzögert bei einsetzendem Dränabfluss anhand erhöhter NO3-- Konzentrationen beobachtet werden (Abb. 1). Ein zum Teil sprunghafter Anstieg der NO3--Konzentrationen im Dränabfluss nach Bodenbearbeitung begründet durch eine Erhöhung der N-Mineralisation, wurde auch in anderen Untersuchungen nachgewiesen (z.B. Fohrer et al., 2008). Die NO3--Konzentrationsverläufe spiegeln in Zeiten eines erhöhten Pflanzenbedarfs nicht unmittelbar die N-Düngungsmaßnahmen wider. Lediglich die 3. und 4. KAS-Gabe zum Winterweizen im Mai und Juni 2013 zeigte anhand kleinerer NO3--Peaks einen Effekt, der auch anhand ansteigender Nmin-Gehalte im Boden deutlich wurde und zeitlich verzögert bei einsetzendem Dränabfluss zu einer Auswaschung von NO3- führte.

**3.2 Nitrat-N-Frachten im Dränabfluss**

Die im Untersuchungszeitraum erfassten kumulierten NO3--N-Frachten sind aus Abb. 2 ersichtlich.



Abb. 2: Kumulierte Nitrat-N-Frachten im Dränabfluss der Dränfläche 1

Es zeigte sich deutlich, dass die Zeiträume Januar bis März 2012 und Januar bis März 2013 die höchsten NO3--Auswaschungen bedingten, während der Einfluss der Vegetationsperiode auf den NO3--Austrag sehr gering war. Die prägende Rolle des Winterhalbjahres für den Stoffaustrag aus Dränflächen wird auch in anderen Untersuchungen bestätigt (z. B. Kahle et al., 2008). Bezogen auf den Zeitraum eines Jahres ergibt sich eine NO3-N-Fracht von 27 kg N/ha. Diese liegt in ähnlicher Größenordnung wie nachgewiesene NO3--Auswaschungen aus landwirtschaftlich genutzten Dränflächen auf vergleichbaren Böden in Nordwest- und Nordostdeutschland (z. B. Kahle et al., 2008).

**3.3 Hydrochemische Parameter im Dränabfluss**

Die im Untersuchungszeitraum in den Abflüssen von Dränfläche 1 und 2 ermittelten hydrochemischen Parameter wurden in Tabelle 2 zusammengefasst. Dränfläche 2 weist im Mittel höhere NO3-- Konzentrationen auf, die vermutlich durch Bewirtschaftungsunterschiede beider Flächen verursacht werden (Fruchtfolge, Düngung, etc.). Der Dränabfluss zeigt charakteristisch für Sandböden geringe DOC-Gehalte. Auffallend sind die ermittelten hohen pH-Werte im Dränabfluss. Diese deuten auf das Vorhandensein basenbildender Kationen (wie Ca, Mg, Na, K) hin (Tab. 2). Weiterhin wurden im Dränabfluss bemerkenswert hohe NO2--Gehalte (bis max. 21 mg/l) erfasst. Dabei traten NO2--Peaks zumeist gleichzeitig mit erhöhten NH4+-Gehalten im Dränabfluss unmittelbar nach Ausbringung NH4+-haltiger Dünger bzw. in Verbindung mit günstigen Mineralisationsbedingungen auf. Eine Akkumulation von NO2- in Böden wurde auch in anderen Untersuchungen nach Applikation von NH4+-haltigen Düngern nachgewiesen (z. B. Van Cleemput and Samater, 1996). Als Ursache hierfür wird eine Hemmung der Oxidation von NO2- zu NO3- während der Nitrifikation aufgrund hoher pH-Werte und hoher NH3-Gehalte gesehen. Des Weiteren kann NO2- als Zwischenprodukt bei der Denitrifikation entstehen. Günstige Denitrifikationsbedingungen (d.h. anaerobe Bedingungen, Vorhandensein organischen Kohlenstoffes) werden am Untersuchungsstandort als weniger wahrscheinlich eingeschätzt. Das Auftreten von Denitrifikationsprozessen kann jedoch nicht gänzlich ausgeschlossen werden und ist in weiteren Untersuchungen zu berücksichtigen.

Tab. 2: Hydrochemische Parameter im Dränabfluss

DOC: Dissolved Organic Carbon, TN: total nitrogen

**Danksagung**

Das diesem Beitrag zugrunde liegende Projekt wird mit Mitteln der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) mit dem Förderkennzeichen 31086 gefördert.

**Literatur**

Fohrer, N., Deunert, F., Schmalz, B., 2008: Ansätze zur Integration von Dränageausträgen in die Abbildung des Landschaftswasser und stoffhaushaltes von Tieflandeinzugsgebieten. In: Dränung –Nährstoffausträge, Flächenerfassung und Management. DWA-Themen, 32-38.

Kahle, P., Tiemeyer, B., Lennartz, B., 2008: Einfluss von Skalenebenen auf Stoffausträge gedränter Flächen. In: Dränung –Nährstoffausträge, Flächenerfassung und Management. DWA-Themen, 39-46.

Pacholski, A., Cai, G., Nieder, R., Richter, J., Fan, X., Zhu, Z., Roelcke, M., 2006: Calibration of a simple method for determining ammonia volatilization in the field –comparative measurements in Henan Province, China. Nutri. Cycl. Agroecosystems 74, 259-273.

Van Cleemput, O., Samater, A. H., 1996: Nitrite in soils: accumulation and role in the formation of gaseous N compounds. Fertilizer Research 45, 81-96.