

Verbesserung der Stickstoff-Effizienz bei der Ausbringung organischer Dünger mit Hilfe des Gülle-Strip-Till-Verfahrens zu Silomais

Nadine Tauchnitz^{1*}, Joachim Bischoff¹, Matthias Schrödter¹, Benjamin Pietzner²
und Ralph Meißner³

Zusammenfassung

Beim Gülle-Strip-Till-Verfahren wird die reduzierte Bodenbearbeitung (Streifenbearbeitung, strip tillage) mit der gezielten Ablage von Gülle-Depots unter die Maisreihe kombiniert. Im vorliegenden Projekt wurde das Gülle-Strip-Till-Verfahren im Hinblick auf eine potentielle Verbesserung der Stickstoff(N)-Effizienz untersucht. Hierfür wurden an drei verschiedenen Standorten in Mitteldeutschland randomisierte Parzellenversuche mit den Varianten Kontrolle ohne Gülle, ganzflächige Gülle-Ausbringung mit und ohne Nitrifikationsinhibitor (NI) sowie Gülle-Strip-Till mit und ohne NI angelegt. Die Versuchsergebnisse aus drei Versuchsjahren zeigten eine geringere N-Verlagerung in tiefere Bodenschichten und damit ein reduziertes Nitrat-Auswaschungsrisiko bei den Strip-Till-Varianten. Mit Hilfe der Anwendung eines NI waren die Ammonium-Depots bei den Strip-Till-Varianten bis zu 30 Tage nach Gülleausbringung stabil. Im Vergleich zur ganzflächigen Gülle-Ausbringung wurden signifikant höhere N-Entzüge und Erträge bei den Strip-Till-Varianten (mit und ohne NI) erfasst. Die gasförmigen N-Verluste waren auf einem insgesamt niedrigen Niveau. Mit Hilfe der Injektion der Gülle im Strip-Till-Verfahren konnten die Ammoniak-Emissionen teilweise reduziert werden.

Schlagwörter: Ammonium-Depot, Nitrat auswaschung, Nitrifikationsinhibitor, platzierte Düngung, Stickstoffnutzungseffizienz

Summary

Strip-Till is a form of conservation tillage where the soil is only tilled in the seed row which can be well combined with liquid organic fertilizer injection into the root zone of maize. Study aimed to determine the potential of strip-till combined with slurry band injection below the maize row to improve N efficiency of maize crops. Therefore randomized plot trials at three different study sites in Central Germany were performed. The following treatments were considered in the plot trials: control without slurry, conventional broadcast surface application and immediately incorporation of slurry with and without nitrification inhibitor (NI), strip-Till + slurry injection with and without NI. Results of three study years showed a lower nitrate leaching into deeper soil layers in the strip-Till treatments. By the use of NI ammonium depots were nearly stable until about 30 days after manure application in the strip-Till treatments. Above this significant higher N uptakes of plants and dry matter yields were determined for the strip-Till treatments (with and without NI) compared to conventional broadcast surface application of slurry. Gaseous N losses were altogether on a low level. With the injection of slurry in the strip-Till treatments emissions of ammonia could be reduced in part.

Keywords: ammonia depots, deep band placement of fertilizers, nitrate leaching, nitrification inhibitor, nitrogen use efficiency

Einleitung

Mit dem politisch motivierten Hintergrund, den Eintrag reaktiver Stickstoff(N)-Verbindungen in die Umwelt zu vermindern, nehmen N-effiziente Verfahren bei der Düngung immer mehr an Bedeutung zu. Ein solches N-effizientes Verfahren für die Ausbringung organischer flüssiger Dünger ist das Gülle-Strip-Till-Verfahren. Beim Gülle-Strip-Till-Verfahren wird die Streifenbearbeitung (strip-tillage) mit der platzierten Gülle-Depot-Düngung kombiniert (Bischoff 2012). Mit Hilfe des Einsatzes von Nitrifikationsinhibitoren (NI) wird der N in Form von Ammonium in der Gülle über einen längeren Zeitraum stabilisiert und hierdurch eine verbesserte Ernährung der Maispflanzen realisiert. Das

zeigten Untersuchungen von Laurenz (2014). In einigen Versuchen wurden höhere Trockenmasse(TM)-Erträge sowie höhere N-Entzüge durch die platzierte Ammonium-Depot-Düngung nachgewiesen (Laurenz 2014, Federolf et al. 2016). Im Hinblick auf die Nitratverlagerung und die gasförmigen N-Verluste (Ammoniak, Lachgas) liegen bisher nur wenige Erkenntnisse vor. Im vorliegenden Projekt wurden Untersuchungen zur Bewertung der N-Effizienz des Gülle-Strip-Till-Verfahrens durchgeführt. Hierzu wurden an drei Standorten in Sachsen-Anhalt randomisierte Parzellenversuche angelegt und die platzierte Gülle-Depot-Düngung (Gülle-Strip-Till-Verfahren) der konventionellen ganzflächigen Gülleausbringung gegenübergestellt. Folgende Schwerpunkte wurden bearbeitet:

¹ Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau, Strenzfelder Allee 22, D-06406 BERNBURG

² Martin Luther University Halle-Wittenberg, Professur für Allgemeinen Pflanzenbau/Ökologischen Landbau, Betty Heimann-Straße 5, D-06120 HALLE (Saale)

³ Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung-UFZ, Dep. Bodenphysik, Falkenberg 55, D-39615 ALTMÄRKISCHE WISCHE

* Ansprechpartner: Dr. Nadine Tauchnitz, nadine.tauchnitz@llg.mule.sachsen-anhalt.de

- Ermittlung der N_{\min} -Gehalte im Boden (0-90 cm)
- Erfassung der TM-Erträge und N-Entzüge der Maispflanzen sowie
- Quantifizierung gasförmiger Verluste von Ammoniak (NH_3) und Lachgas (N_2O).

Material und Methoden

Randomisierte Parzellenversuche (Breite: 12 m, Länge: 50 m, 4 Wiederholungen) wurden an drei Standorten in Sachsen-Anhalt (Lückstedt, Quellendorf, Burgsdorf) angelegt. Die Bodenverhältnisse repräsentieren schwach bis mittel lehmige Sande (Lückstedt, Quellendorf) und Lehm (Burgsdorf). Die klimatischen Bedingungen der Standorte sind vergleichbar mit langjährigen (1981-2010) Jahresdurchschnittstemperaturen und Niederschlagsmengen von 9.2 °C und 562 mm (Lückstedt), 9.0 °C und 550 mm (Burgsdorf) und 9.7 °C und 533 mm (Quellendorf) (DWD). In den Versuchen wurden folgende Varianten untersucht:

- Kontrolle ohne Gülle (Null)
- Gülle-Strip-Till (STR)
- Gülle-Strip-Till + NI (STR+NI)
- Ganzflächige Gülleausbringung und sofortige Einarbeitung (GF)
- Ganzflächige Gülleausbringung und sofortige Einarbeitung + NI (GF+NI).

Gedüngt wurden 20 bis 30 m³/ha Rindergülle bzw. Gärrest-Rindergülle entsprechend der N-Mengen von 100 bis 136 kg N ha⁻¹. In den Varianten mit NI wurden dem Dünger 5 l/ha PIADIN (SKWP) bzw. VIZURA (BASF) zugemischt. Bei den Strip-Till-Varianten wurde der Dünger mit Hilfe des XTill S-Gerätes (Fa. VOGEL-SANG) in einer Tiefe von etwa 25 cm abgelegt. Bei der ganzflächigen Ausbringung wurde die Gülle flach mit einer Kurzscheibenegge (AMAZONE CATROS) in eine Tiefe von ca. 6-8 cm eingearbeitet. N_{\min} -Gehalte (NO_3 -N + NH_4 -N) im Boden wurden in Tiefen von 0-30 cm, 30-60 cm und 60-90 cm zu unterschiedlichen Zeiten ermittelt. Die Ernte der Maispflanzen erfolgte manuell auf einer Fläche von 2 m² (Mitte Juli, August, September). TM-Erträge und N_t-Gehalte in den Pflanzen wurden zur Berechnung der N-Entzüge erfasst. Gasförmige N Verluste wurden nur am Standort Lückstedt mittels closed chamber Methode (N_2O) und kombinierte Passivsammler und Dräger Tube Methode (NH_3) nach Gericke et al. (2011) ermittelt.

Ergebnisse und Diskussion

Stabilität der Ammonium-Depots und N-Verlagerung im Boden

Die Gülle- NH_4 -Depots in den mit NI stabilisierten Strip-Till-Varianten (STR+NI) waren in allen Versuchsjahren mit einem NO_3 -Anteil von 30 bis max. 50 % (2016) bis etwa 30 Tage nach der Düngung stabil. Diese Ergebnisse werden auch in anderen Untersuchungen bestätigt, wobei teilweise noch eine länger anhaltende Wirkung von NI bei Gülle-Injektion zu Mais erfasst wurde (z.B. Olf et al. 2015). Im Vergleich zu den STR-Varianten zeigte der NI bei der ganzflächigen Gülleausbringung (Konv.+NI) kaum

einen Effekt. Die Ursache hierfür ist vermutlich, dass bei der ganzflächigen Gülleausbringung im Vergleich zur konzentrierten Ablage des Güllebandes im Strip-Till-Verfahren eine größere Angriffsfläche für Mikroorganismen besteht. Dieser Effekt wurde auch in anderen Untersuchungen beobachtet (Laurenz 2014). Die tiefenabhängigen N_{\min} -Untersuchungen zeigten bei den STR-Varianten signifikant niedrigere N_{\min} -Gehalte im Unterboden (30-90 cm) im Vergleich zu den anderen Versuchsvarianten, die auf eine geringere N-Verlagerung hindeuten. Demgegenüber waren die Unterschiede zwischen den Varianten STR und STR+NI nicht signifikant. Eine geringere NO_3 -Verlagerung auf leichten Böden bei platzierter Gölledüngung im Vergleich zur breitflächigen Gülle-Einarbeitung stellten auch Federolf et al. (2016) in ihren Versuchen fest.

TM-Erträge und N-Entzüge

In den drei Versuchsjahren wurden bei den STR-Varianten die signifikant höchsten TM-Erträge und N-Entzüge ermittelt (Abbildung 1).

Hinsichtlich der Ertragsleistung war im Unterschied zu anderen Untersuchungen (Laurenz 2014, Federolf et al. 2016, Thiel et al. 2016) kein signifikanter Mehrertrag und ebenso kein höherer N-Entzug durch den Einsatz eines NI nachweisbar. Es ist zu vermuten, dass aufgrund des relativ trockenen Frühjahres in allen 3 Versuchsjahren auch eine geringere NO_3 -Verlagerungsgefahr im Zeitraum der nachgewiesenen NH_4 -Depot-Wirkung durch den NI bestand. Zudem kann bereits durch die gezielte Ablage der Gülle im Strip-Till-Verfahren bei hohen NH_4 -Konzentrationen eine Hemmung der Nitrifikation erwartet werden, wie es auch aus der Anwendung des CULTAN-Verfahrens bekannt ist (z.B. Sommer 2003).

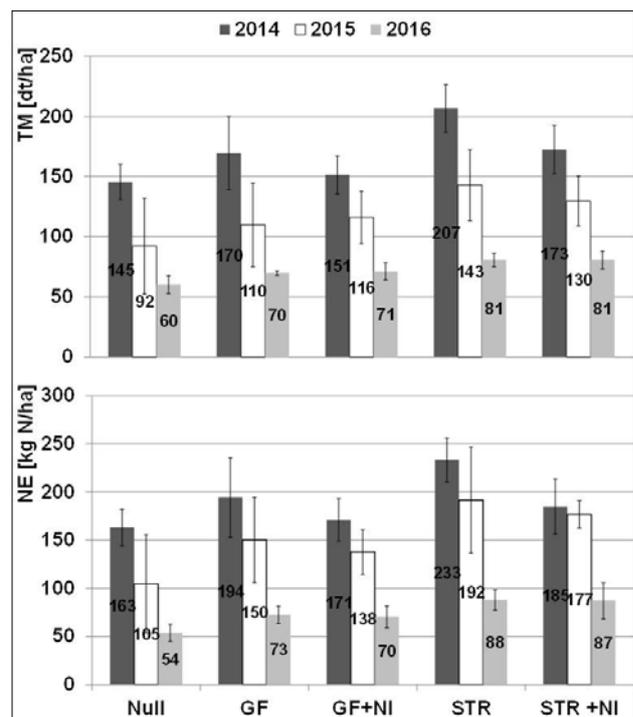


Abbildung 1: Trockenmasse(TM)-Erträge und Stickstoff-Entzüge (NE).

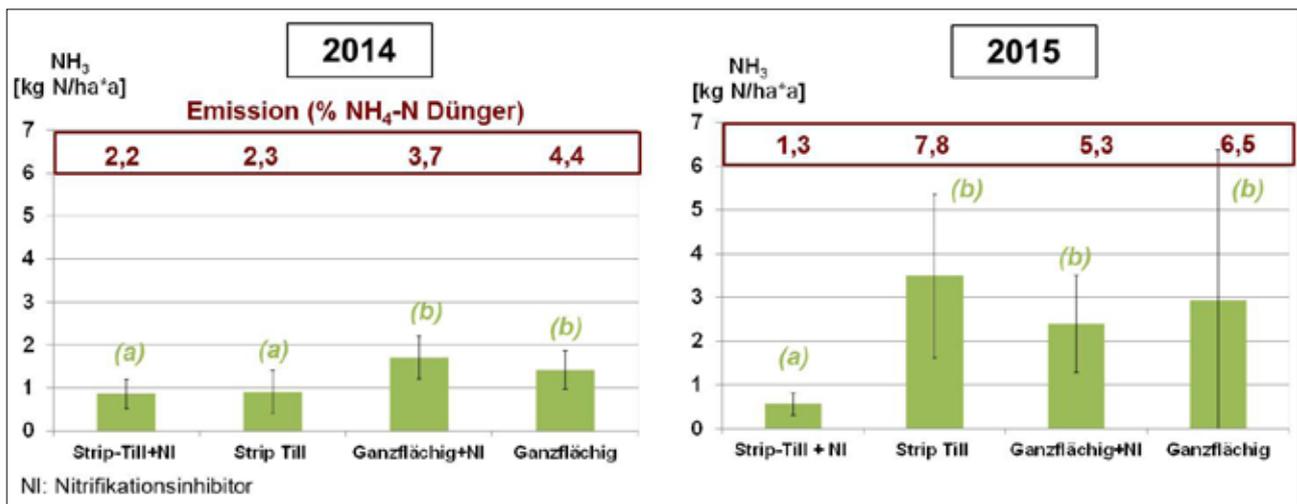


Abbildung 2: Ammoniak-Emissionen am Standort Lückstedt (Tukey-Test, $p < 0,05$, $n = 4$).

Gasförmige N-Verluste

In den Versuchsjahren (2014-2015) wurden insgesamt niedrige NH₃-Verluste mit Emissionsfaktoren von maximal 7,8 nachgewiesen (Abbildung 2). Im Versuchsjahr 2014 zeigten die STR-Varianten im Vergleich zur ganzflächigen Ausbringung signifikant niedrigere NH₃-Emissionen. Im Versuchsjahr 2015 wurden bei der Variante STR+NI die niedrigsten NH₃-Emissionen erfasst. Die N₂O-Emissionen waren auf einem sehr geringen Niveau mit Emissionsfaktoren von 0,3 bis 0,8. Signifikante Unterschiede zwischen den Versuchsvarianten konnten nicht nachgewiesen werden.

Schlussfolgerungen

Die bisherigen dreijährigen Versuchsergebnisse zeigten, dass Gülle-Strip-Till ein geeignetes Verfahren ist, die N-Effizienz bei der Ausbringung organischer Dünger zu erhöhen. Mit Hilfe der gezielten Ablage hochkonzentrierter NH₄-Depots direkt in die Wurzelzone der Maispflanzen konnten eine Verringerung der NO₃-Verlagerung in tiefere Bodenschichten und hierdurch höhere Erträge und N-Entzüge der Pflanzen erzielt werden. Der zusätzliche Einsatz von NI wird empfohlen, um auch in niederschlagsreicheren und damit auswaschungsgefährdeten Jahren die Auswaschung von NO₃ zu vermeiden. Im Hinblick auf die gasförmigen N-Verluste ist das Gülle-Strip-Till-Verfahren als günstig einzuschätzen, da durch die tiefe Ablage des Düngers NH₃-Verluste minimiert wurden und keine erhöhten N₂O-Emissionen nachweisbar waren. Weitere Untersuchungen

sind erforderlich, um die N-Effizienz des Verfahrens auch bei anderen Witterungsverhältnissen (niederschlagsreiche Frühjahre) bewerten zu können.

Literatur

- Bischoff J., Tauchnitz N., Schrödter M. (2012) Praxiseinsatz von Gülle-Strip Till in Sachsen-Anhalt. Streifensaat im Praxistest. Neue Landwirtschaft 5, 44-46.
- Federolf C.-P., Westerschulte M., Olf H.-W., Trautz D. (2016) Gülleunterfußdüngung zu Silomais im Nordwesten. Die Nährstoffbilanz entlasten. LOP 5, 23-27.
- Gericke H., Pacholski A., Kage H. (2011) Biosystems Engineering 108, 164-173.
- Laurenz L. (2014) Gülle-Strip Till zu Mais auf Erfolgskurs. Top Agrar 3, 92-95.
- Olf H.-W., Federolf C.-F., Westerschulte M. (2015) Nitratauswaschung stoppen. Dlz Agrarmagazin, Special Gölledüngung, 16-18.
- Sommer K. (2003) Grundlagen des „CULTAN“-Verfahrens. In: M. Kücke (Hrsg.): Anbauverfahren mit N-Injektion (CULTAN) Ergebnisse, Perspektiven, Erfahrungen. Landbauforschung Völkenrode, 1-22.
- Thiel E., Spott O., Fuchs M., Schuster C. (2016) Application of a nitrification inhibitor (PIADIN®) along with slurry using Strip Till approach for optimizing N fertilizer efficiency- laboratory and field results. Abstracts, 19th Nitrogen Workshop, Skara, Sweden, 22-23. http://akkonferens.slu.se/nitrogenworkshop/wp-content/uploads/sites/18/2014/05/Nitrogen-Abstracts-USB_ny.pdf.

