

## **N-Ausnutzung, Nitratauswaschung und Treibhausgasemissionen beim Einsatz von Gärresten im ökologischen Landbau – Teil I**

Jochen Mayer<sup>1</sup>, Michael Scheifele<sup>1</sup>, Norah Efosa<sup>2</sup>, Else K. Bünemann<sup>2</sup>

*Keywords: anaerobic digestion, biochar, nitrogen use efficiency, leaching*

### **Abstract**

*Anaerobic digestion generates renewable energy and is suggested as an option to improve N recovery in organic cropping, but possible tradeoffs like NH<sub>3</sub> losses, N<sub>2</sub>O emissions or nitrate NO<sub>3</sub> leaching are not well understood. We set up a comprehensive field study in Switzerland with digestates from liquid manure with and without biochar amendments and a liquid digestate from an organic waste digestion plant and compared it to undigested liquid manure. Results show that digestion could be a measure to reduce N limitations in organic cropping with small environmental tradeoffs if NH<sub>3</sub> losses after application can be reduced. Biochar additions had no beneficial effect on N losses.*

### **Einleitung und Zielsetzung**

Die anaerobe Vergärung von Gülle und organischen Abfällen erzeugt erneuerbare Energie und trägt zu geschlossenen Nährstoffkreisläufen auf überbetrieblicher Ebene bei. Sie wird als eine Option zur Verbesserung der Stickstoffausnutzungseffizienz und der Erträge im Ökologischen Landbau betrachtet. Die Zugabe von Pflanzenkohle zu Gärresten als zusätzliche Maßnahme soll Stickstoffverluste verringern und die N-Ausnutzungseffizienz der Kulturpflanzen verbessern. Mögliche Zielkonflikte wie erhöhte Ammoniak (NH<sub>3</sub>) Verluste, Lachgas (N<sub>2</sub>O) Emissionen oder Nitrat (NO<sub>3</sub>) Auswaschung wurden bisher nur wenig untersucht.

Ziel dieser Studie war es, die Vor- und Nachteile der Vergärung von Gülle und organischen Abfällen sowie der Zugabe von Pflanzenkohle zu Gärresten im Vergleich zu unbehandelter Gülle im Ökologischen Landbau in einer umfassenden Feldstudie bezüglich N-Ausnutzungseffizienz und umweltschädlicher Emissionen zu untersuchen.

### **Methoden**

In der Schweiz (Wallbach AG, Parabraunerde aus Löss, 1104 mm, 10.8°C) wurde eine umfassende Feldstudie mit Gärresten aus Gülle mit (SLA+) und ohne (SLA) Pflanzenkohlezusatz sowie einem flüssigen Gärrest aus Grüngut und Bioabfällen (LID) durchgeführt und mit unbehandelter Gülle (SLU), Mineraldüngung (MIN) und einer Null-N-Kontrolle (NON) über drei Jahre verglichen. Die Erträge, die scheinbare N-Nutzungseffizienz (NUE) sowie die NH<sub>3</sub>-Verluste und die N<sub>2</sub>O-Emissionen wurden im Feld gemessen. Der Versuch wurde zusätzlich in der Lysimeteranlage von Agroscope in Zürich gespiegelt, um das NO<sub>3</sub>-Auswaschungspotenzial zu bewerten. Die Ammonium

---

<sup>1</sup> Agroscope, Reckenholzstrasse 191, 8046 Zürich, Schweiz, [jochen.mayer@agroscope.admin.ch](mailto:jochen.mayer@agroscope.admin.ch), [www.agroscope.admin.ch](http://www.agroscope.admin.ch)

<sup>2</sup> Forschungsinstitut für biologischen Landbau FiBL, Ackerstrasse 113, 5070 Frick, Schweiz

(NH<sub>4</sub>) Fraktion der Flüssigdünger und des Mineraldüngers (Ammoniumsulfat) wurde mit <sup>15</sup>N-Tracern markiert und ermöglichte die Untersuchung der initialen NH<sub>4</sub>-N-Flüsse im System Pflanze-Boden-Dünger über drei Kulturen (Silomais - Winterweizen - Wintergerste). Die Dünger wurden auf Basis des Gesamt-N-Gehalts des Düngers und dem Bedarf der Kultur (120 - 140 kg N ha<sup>-1</sup>) appliziert.

## Ergebnisse und Diskussion

Die Ernteerträge waren bei Silomais mit knapp 20t Trockenmasse ha<sup>-1</sup> überdurchschnittlich, bei Weizen mit rund 3.7t eher gering. Die Verfahren unterschieden sich bei Mais und Weizen nur geringfügig. Bei Gerste jedoch erreichte der Gärrest aus Gülle (SLA 4.6 t) vergleichbare Erträge wie die Mineraldüngung (MIN 4.7t), während die Erträge von SLA+ (4.0 t) und LID (4.2 t) und der unbehandelten Gülle (SLU) mit 3.9t deutlich niedriger ausfielen. Die NUE von SLA über alle drei Kulturen war mit 30% tendenziell größer als die SLU mit 26%. Nach Zugabe von Pflanzenkohle (2t ha<sup>-1</sup> Jahr<sup>-1</sup>) zu SLA (SLA+) wurde tendenziell eine Verringerung der NUE gegenüber SLA beobachtet. Aufgrund der insgesamt schlechten NUE von MIN mit nur 64% erreichten die organischen Dünger Mineraldüngeräquivalente von 39% (SLU) bis zu 48 % (SLA).

Die Wiederfindung des mit <sup>15</sup>N markierten NH<sub>4</sub>-N im Jahr der Ausbringung betrug bei Mais aufgrund des sehr trockenen Sommers 2018 nur 36 % für Mineraldünger und 16% für die organischen Dünger. Die Wiederfindungsrate bei Weizen 2019 war deutlich höher und differenzierte signifikant zwischen den Verfahren: 75 % des NH<sub>4</sub>-N aus MIN, 52 % bis 62 % aus SLA, aber nur 40 % aus SLU. Dieses Muster folgt klar der Qualität der Dünger. Die Gärreste wiesen einen höheren NH<sub>4</sub>-N Anteil auf als SLU (55 – 62% gegenüber 50%) und hatten ein geringeres C/N-Verhältnis (5.4 SLA, 6.5 LID gegenüber 10.3 SLU). Folglich wurde sehr wahrscheinlich bei SLU und LID weniger N nach Ausbringung mikrobiell immobilisiert.

Die NO<sub>3</sub>-Auswaschung war mit maximal 25 kg NO<sub>3</sub>-N ha<sup>-1</sup> Jahr<sup>-1</sup> gering und unterschied sich in den ersten 2.5 Jahren nicht zwischen den Flüssigdüngern. Im Herbst 2020 zeigte sich ein erster Trend zu höherer NO<sub>3</sub> Auswaschung bei SLA gegenüber SLU und LID.

## Schlussfolgerungen

Die anaerobe Vergärung von Wirtschaftsdüngern und der Einsatz von vergorenen Recyclingdüngern ist eine effiziente Maßnahme, um die N-Ausnutzung im Ökologischen Landbau zu verbessern und N aus überbetrieblichen Kreisläufen besser zu nutzen. Voraussetzung dafür ist, dass die NH<sub>3</sub>-Verluste bei der Ausbringung minimiert werden. Die Zugabe von Pflanzenkohle hat bisher keinen positiven Effekt auf N-Verluste und NUE gezeigt (siehe Teil 2). Dies wird wegen der geringen jährlichen Gabe und unerwarteter Methanemissionen nach Ausbringung noch weiter untersucht.

## Danksagung

Die Autoren danken den Schweizerischen Bundesämtern für Landwirtschaft, Umwelt und Energie für die finanzielle Unterstützung der Studie.

## Literatur

Bünemann E & Mayer J (2021) Optimaler Einsatz von Recyclingdüngern im Biolandbau. Schlussbericht zuhanden der Bundesämter für Landwirtschaft (BLW), Umwelt (BAFU) und Energie (BFE), 65 S.