

Project *brief*

Thünen-Institut für Betriebswirtschaft¹, Stabsstelle Klima, Boden, Biodiversität²

2024/13

Nutri2Cycle - Förderung der Kreislaufwirtschaft

Jörg Rieger¹, Davit Stepanyan¹, Alexander Gocht¹, Anoma Gunarathne¹, Lena Behrendt¹, Bernhard Osterburg²

- **Technologien spielen bei den europäischen Bemühungen um die Schließung von Nährstoffkreisläufen und die Verringerung von Treibhausgasemissionen eine wichtige Rolle.**
- **Die anaerobe Vergärung von Gülle in landwirtschaftlichen Betrieben hat das Potential bis zu 18,8 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente einzusparen.**
- **Die Technologien unterscheiden sich stark in ihren Auswirkungen auf den Mineraldüngereinsatz, die Gülleausbringung und den Stickstoffüberschuss. Dies verdeutlicht die Komplexität und die regionalen Unterschiede bei der Erreichung von Nachhaltigkeitszielen in der EU-Landwirtschaft.**

Hintergrund und Zielsetzung

Eine nachhaltige Intensivierung der Landwirtschaft ist notwendig, um die Ernährungssicherheit in Europa sicher zu stellen. Sie ist jedoch auch mit verschiedenen Umweltproblemen verbunden, wie Treibhausgasemissionen, Versauerung und Eutrophierung. Das [Horizon 2020-Projekt Nutri2Cycle](#) befasst sich mit den aktuellen Lücken im Stickstoff- (N), Phosphor- (P) und Kohlenstoff- (C) Kreislauf verschiedener europäischer landwirtschaftlicher Systeme und den damit verbundenen Umweltproblemen, indem es optimierte Managementsysteme implementiert und dabei einen positiven Kompromiss zwischen Produktivität, Qualität und Umweltauswirkungen erzielt. Die Hauptziele des Projekts sind:

- Darstellung der aktuellen Kreislaufströme und Lücken in den C-, N- und P-Kreisläufen in Europa
- Priorisierung und Analyse der vorgeschlagenen Technologien zur Schließung von Nährstoffkreisläufen
- Extrapolation der potenziellen Auswirkungen auf Betriebs-ebene sowie auf die regionale und europäische Ebene

Vorgehensweise

Das Potenzial für die Verminderung von Umweltemissionen durch die Einführung von Technologien in Europa bis 2030 wird unter der Verwendung der Modelle CAPRI und MITERRA-Europe untersucht und die Auswirkungen werden von der Betriebsebene auf die regionale, nationale und EU-Ebene ausgeweitet. Die Treibhausgaseinsparungseffekte der einzelnen Technologien werden unter Berücksichtigung verschiedener Umsetzungsszenarien quantifiziert.

CAPRI (Common Agricultural Policy Regional Impact) ist ein wirtschaftliches Modell des Agrarsektors, welches die gesamte EU auf regionaler NUTS2-Ebene und die globalen Agrarmärkte abdeckt. Hauptziel ist die Ex-ante-Bewertung der Auswirkungen der Agrar-, Umwelt- und Handelspolitik auf Produktion, Einkommen, Märkte, Handel und Umwelt, von der globalen bis zur regionalen Ebene. Das MITERRA-Europa-Modell ist ein detailliertes deterministisches Nährstofffluss- und Emissions-

modell, das Treibhausgasemissionen, Stickstoffemissionen, N- und P-Flüsse unter Verwendung von Emissionsfaktoren berechnet.

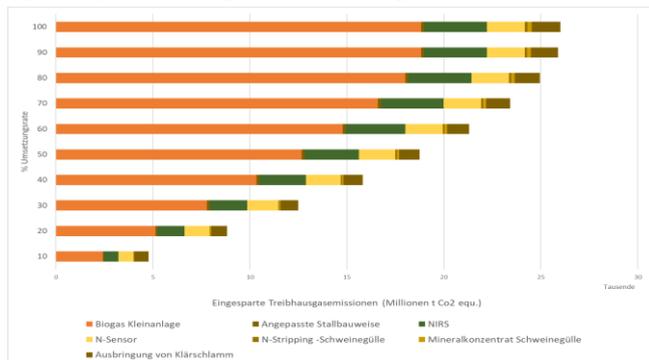
Auf Grundlage der gesammelten Daten und der Analysen, die durch die Modellierung auf Betriebs- und Feldebene und die Lebenszyklusanalyse (LCA) bereitgestellt wurden, wurden die folgenden Technologien für die Analyse mit CAPRI und MITERRA-Europe ausgewählt:

- (1) Anaerobe Vergärung von Schweinegülle in kleinem Maßstab ("Biogas Kleinanlage")
- (2) Stallbau zur getrennten Sammlung von Festmist und Urin ("Adaptierter Stallbau"),
- (3) Nutzung von Klärschlamm, Präzisionslandwirtschaft und Direktsaat ("Ausbringung von Klärschlamm")
- (4) Nahinfrarot-Sensorik bei der Nährstoffausbringung von Gülle ("NIRS")
- (5) Sensortechnologie zur Bewertung des Stickstoffstatus von Pflanzen ("N-Sensor")
- (6) Ersatz des mineralischen Nährstoffeintrags aus synthetischen Düngemitteln durch recycelte organische Dünger im Ackerbau ("N-Stripping-Schweinegülle")
- (7) Verarbeitung von Schweinegülle als Ersatz von Mineraldüngern ("Mineralkonzentrat Schweinegülle").

Ergebnisse

Die Ergebnisse zeigen, dass von allen modellierten Technologien die "Biogas Kleinanlage" eine Lösung darstellt, die mit 18,8 Millionen Tonnen (t) CO₂-Äquivalenten (CO₂-Äq.) auf EU-Ebene die größten Einsparpotentiale in den landwirtschaftlichen Treibhausgasemissionen bietet. Das würde die landwirtschaftlichen Treibhausgasemissionen in der EU-27 um 4,8 % reduzieren (siehe Abbildung 1). Die höchsten Reduktionen gibt es in Ländern mit einem hohen Nutztieranteil wie Deutschland (6,9 Mio. t CO₂-Äq.), Spanien (3,3 Mio. t CO₂-Äq.), Italien (2,2 Mio. t CO₂-Äq.), und Dänemark (1,7 Mio. t CO₂-Äq.).

Abbildung 1: Verminderte Treibhausgasemissionen (Millionen Tonnen CO₂-Äquivalent) für Technologieszenarien im Vergleich zur Referenz



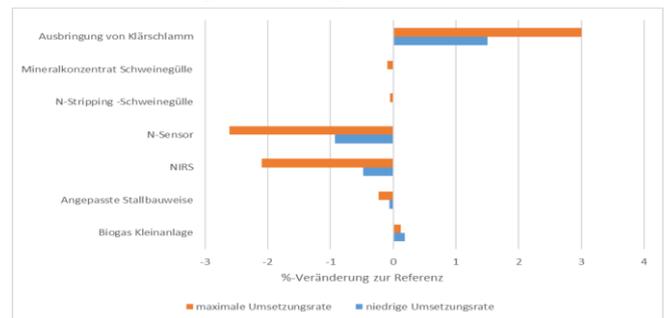
Quelle: Thünen-Institut/Jörg Rieger (2023).

Die Anwendung von "NIRS" zeigte ein geringeres Einsparungspotential, was zu einer Verringerung von 3,2 Millionen t CO₂-Äq. (0,8 %) führte, was in erster Linie auf die Einsparung von N₂O-Emissionen zurückzuführen ist. Auch die "N-Sensor"-Technologie hat bei maximaler Umsetzungsrate das Potenzial, die landwirtschaftlichen Treibhausgasemissionen um 1,9 Millionen Tonnen CO₂-Äq. zu verringern (0,4 %). Bei der "Ausbringung von Klärschlamm" werden die THG-Emissionen um 1,5 Mio. t CO₂-Äq. verringert (0,3 %). Dies ist jedoch hauptsächlich auf die Bindung von Kohlenstoff in der organischen Bodensubstanz zurückzuführen, während die N₂O-Emissionen zunehmen.

Für die Betrachtung der nährstoffbezogenen Umweltauswirkungen der modellierten Technologien haben wir ihren Einfluss auf den Mineraldüngereinsatz, die Ausbringung von organischem Dünger, den Stickstoffüberschuss und die N-Auswaschung analysiert. Im Vergleich zu den anderen Technologien zeigt der "N-Sensor" das größte Potenzial zur Verringerung des N-Überschusses. Er erreicht in der EU bei maximalem Umsetzungsanteil eine Verringerung um 2,6 %, gefolgt von NIRS mit einer potenziellen Verringerung um 2,1 % im Vergleich zur Referenz im Jahr 2030 (Abbildung 2).

Bei der "Ausbringung von Klärschlamm" wird der Einsatz von mineralischem N-Dünger um fast 1 % reduziert. Da der Stickstoffdünger-Ersatzfaktor jedoch nur 50 % beträgt, weil nicht der gesamte Stickstoff direkt für die Pflanzenaufnahme verfügbar ist, erhöht sich der Gesamt-N-Eintrag, was zu einem höheren N-Überschuss führt. Um einen Anstieg der N-Emissionen zu verhindern, muss die N-Verfügbarkeit des Klärschlammes verbessert oder der Gesamtstickstoffeintrag verringert werden.

Abbildung 2: Relative Veränderungen des N-Überschusses für die EU bei einer Erhöhung des ursprünglichen Umsetzungsanteils um 10 % bis zum maximalen Umsetzungsanteil im Vergleich zur Referenz



Quelle: Thünen-Institut/Jörg Rieger (2023).

Dieses Ergebnis ist nicht überraschend, da diese Technologie die Effizienz des Mineraldüngereinsatzes direkt verbessert, was sie von den meisten anderen modellierten Technologien unterscheidet. Die „Ausbringung von Klärschlamm“ erwies sich als die zweitbeste Technologie zur Verringerung des Mineraldüngereinsatzes um 0,1 Mio. t (1 %).

"NIRS" zeigt die stärkste direkte Wirkung auf die Verringerung des organischen Düngereinsatzes und liegt zwischen -0,1 und -0,4 Mio. t. Dies entspricht einer Effizienzsteigerung um 1,9 % bis 7,4 %, und ergibt sich aus der Effizienzsteigerung der Technologie. Technologien im Zusammenhang mit der Verarbeitung von Schweinegülle, wie z. B. "N-Stripping-Schweinegülle" und "Mineralkonzentrat-Schweinegülle", tragen zu einer Verringerung des Gülleverbrauchs in der Landwirtschaft bei.

Schlussfolgerung

Technologien können bei den europäischen Bemühungen um die Schließung von Nährstoffkreisläufen und die Reduzierung von Treibhausgasemissionen eine wichtige Rolle spielen. Alle in Nutri2Cycle analysierten Technologien tragen zu einer Einsparung der landwirtschaftlichen Treibhausgasemissionen in der Europäischen Union bei. Unsere Ergebnisse zeigen, dass die "Biogas Kleinanlage" die Technologie mit dem höchsten Einsparungspotential ist. Präzisionslandwirtschaft und die Güllebehandlung weisen ein vergleichsweise geringeres Emissionsreduktionspotential auf. Die Technologien unterscheiden sich stark in ihren Auswirkungen auf den Mineraldüngereinsatz, die Gülleausbringung und den Stickstoffüberschuss. Dies verdeutlicht die Komplexität und die regionalen Unterschiede bei der Erreichung von Nachhaltigkeitszielen in der EU-Landwirtschaft.

Weitere Informationen

Kontakt

Thünen-Institut für Betriebswirtschaft
joerg.rieger@thuenen.de
www.thuenen.de/bw

Laufzeit

10.2018-09.2023

Projekt-ID

2010

Veröffentlichungen

Rieger, J., Gocht, A., Gunarathne, A., Stepanyan, D., Lesschen, J.P. (2024) Upscaling and quantifying effects at regional, national and EU level. Nutri2cycle Deliverable 4.2, forthcoming, <https://www.nutri2cycle.eu/>

Gefördert durch



Funded by the Horizon 2020 Framework Programme of the European Union