

## Project *brief*

Thünen-Institut für Biodiversität & Thünen-Institut für Agrarklimaschutz

2022/44

# Wie sich der Anbau der Durchwachsenen Silphie auf THG-Emissionen und Boden-Biodiversität auswirkt

Stefan Schrader<sup>1</sup>, Reinhard Well<sup>2</sup>, Roland Fuß<sup>2</sup>

- Die Emissionen von Lachgas (N<sub>2</sub>O) beim Anbau auf wechselfeuchten Standorten waren für die Silphie erheblich niedriger als für Silomais.
- Die niedrigen Feldemissionen des Silphieanbaus beruhen wahrscheinlich auf den konstant niedrigen Stickstoffgehalten im Boden aufgrund der langanhaltenden Phase der Stickstoffaufnahme der mehrjährigen Kultur.
- Der Anbau der mehrjährigen Silphie wirkte sich positiv auf die Anzahl der Regenwürmer aus.
- Regenwurm-Aktivität führte zu höheren CO<sub>2</sub>- und N<sub>2</sub>O-Emissionen sowie zu verstärkter N<sub>2</sub>-Bildung.
- Eine produzierte Kilowattstunde Biostrom von Silphieflächen verursachte rund 74 g CO<sub>2</sub>-Äq. weniger Lachgasemissionen aus dem Boden als eine Kilowattstunde von einer Maisfläche, allerdings bei deutlich niedrigerer Stromproduktion pro Anbaufläche.

### Hintergrund und Zielsetzung

Das Verbundvorhaben „BESTLAND“ unter Federführung der Universität Trier untersucht, welchen Beitrag die Durchwachsene Silphie (*Silphium perfoliatum* L.; im Folgenden kurz „Silphie“ genannt) auf staunass-wechselfeuchten Böden (Pseudogleyen) im Mittelgebirgsraum verglichen zu Silomais als Substrat für die anaerobe Vergärung zum Umwelt-, Klima-, und Bodenschutz leisten kann. Folgende Ziele wurden in den Teilprojekten des Thünen-Instituts verfolgt:

1. Die Untersuchung der Auswirkung beider Anbausysteme auf die Diversität von Regenwurm-Gemeinschaften und ihren Einfluss auf die Infiltrationsleistung des Bodens.
2. Die Quantifizierung des Streueintrags beider Anbausysteme und der Zersetzerleistung der Regenwürmer.
3. Die Quantifizierung der THG-Emissionen beim Streuabbau durch unterschiedliche Regenwurm-Gemeinschaften.
4. Die Bewertung von direkten THG-Feldemissionen (N<sub>2</sub>O, CH<sub>4</sub>) beim Anbau von Silphie im Vergleich zur Maisnutzung auf repräsentativen Pseudogley-Standorten in einem Mittelgebirgsraum auf Basis ganzjähriger THG-Messungen
5. Die Untersuchung der Auswirkung der beiden Anbausysteme auf die Prozessdynamik und Regelung der N<sub>2</sub>O- und N<sub>2</sub>-Produktion.

### Vorgehensweise

Die Untersuchungen wurden auf Praxisflächen kommerzieller Landwirte und im Labor durchgeführt.

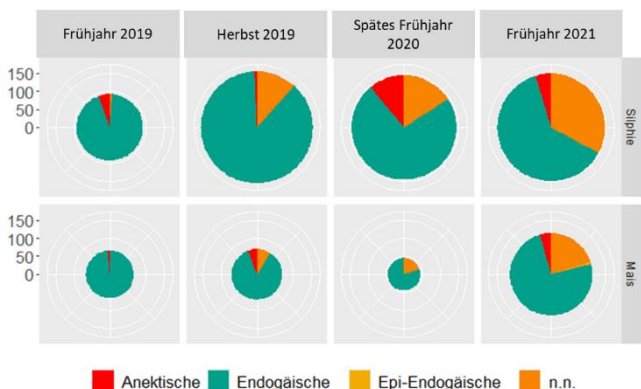
Um den funktionellen Zusammenhang zwischen der Wasserinfiltration und den Gangsystemen der Regenwurm-

Gemeinschaften zu analysieren (*Ziel 1*), wurden gleichzeitig an jeweils derselben Infiltrationsstelle die Regenwürmer erfasst. Flächenbezogen (je 1 Quadratmeter) wurde die Streu auf allen Flächen gesammelt, die Trockenmasse bestimmt sowie der C- und N-Gehalt gemessen (*Ziel 2*). Ein Teil der Streu diente als Ausgangsmaterial zur Bestimmung der Abbaukinetik durch Regenwürmer unter standardisierten Laborbedingungen. Ein weiterer Teil der Streu wurde in einer automatischen Inkubationsanlage unter Verwendung feldfrischer, ungestörter Bodensäulen und variiertem Regenwurm-Besatz verwendet, um gezielt deren Bedeutung für die N<sub>2</sub>- und N<sub>2</sub>O-Bildung zu analysieren (*Ziel 3*). In einem zweijährigen Feldversuch wurden kontinuierlich N<sub>2</sub>O- und CH<sub>4</sub>-Flüsse auf Feldebene gemessen (*Ziel 4*). Die N<sub>2</sub>O-Jahresemissionen wurden mit den durch das Teilvorhaben der Universität Trier bereitgestellten Ertragsdaten in Beziehung gesetzt, um beide Anbausysteme hinsichtlich ihrer ertragsbezogenen Emissionen zu vergleichen. Um N<sub>2</sub>O-Emissionen und deren Regelung auf Prozessebene zu vergleichen und um N<sub>2</sub>-Emissionen als wichtige Größe in der Stickstoffbilanz abschätzen zu können (*Ziel 5*), wurden zwei Bodeninkubationsversuche unter kontrollierten Bedingungen durchgeführt.

### Ergebnisse

Im Feld wurden bis zu dreimal mehr Regenwürmer in Silphieflächen im Vergleich zu Maisflächen nachgewiesen (Abb. 1). Die wichtigsten Faktoren dafür waren der unbearbeitete Boden im Silphie-Anbau, die klimatischen Bedingungen zu den Probenahmezeiten und die Landnutzungsgeschichte. Die gesättigte Infiltrationsrate war höher auf Maisflächen (*Ziel 1*).

Die saisonal vorhandene Streu war auf Silphieflächen drei- bis viermal so hoch wie auf Maisflächen (*Ziel 2*). Laborversuche zeigten, dass Dekomposition und Nährstoffumsatz eher eine Funktion der Regenwurmanzahl und -biomasse als der funktionellen Gruppe waren. Niedrige Nährstoffgehalte in der Losung waren bedingt durch nährstoffarme Silphie- und Maisstreu. Regenwurm-Aktivität führte zu höheren CO<sub>2</sub>- und N<sub>2</sub>O-Emissionen sowie zu verstärkter N<sub>2</sub>-Bildung (*Ziel 3*). Diese Ergebnisse waren auf Streu-Eintrag in den Boden und verfügbares labiles C zurückzuführen.



**Abb. 1: Anzahl Regenwürmer, gegliedert in funktionelle Gruppen, in Silphie- und Maisflächen an 4 Probenahmeterminen.**

In den zwei Anbaujahren des Feldversuches emittierten Silphieflächen durchschnittlich 0,62 kg N<sub>2</sub>O-N ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> und Maisflächen 4,23 kg N<sub>2</sub>O-N ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> (*Ziel 4, Tab. 1*). Im Hinblick auf die ertragsbezogenen Emissionen wurde dieser erhebliche Unterschied in den N<sub>2</sub>O-Jahresemissionen nicht durch den höheren Methanhektarertrag bzw. Energieertrag des Maises kompensiert. So verursachte eine produzierte Kilowattstunde von einer Silphiefläche rund 74 g CO<sub>2</sub>-Äquivalente weniger N<sub>2</sub>O-Emissionen als eine Kilowattstunde von einer Maisfläche. Jedoch hatte der Silphieanbau eine 34 % niedrigere Flächenproduktivität und eine 33 % niedrigere Stickstoffproduktivität im Vergleich zum Maisanbau.

Niedrigere N<sub>2</sub>O-Emissionen aus dem Silphieboden als aus dem Maisboden konnten auf der Prozessebene in den Inkubationsversuchen nicht beobachtet werden (*Ziel 5*). Unter kontrollierten

Bedingungen emittierte Silphieboden gleich viel oder mehr N<sub>2</sub>O oder N<sub>2</sub>. Die beiden durchgeführten Inkubationsversuche zeigten insgesamt, dass sich die N-Umsetzungsprozesse und Denitrifikation zwischen den beiden Landnutzungssystemen nicht grundsätzlich unterscheiden. Die im Feldversuch beobachteten niedrigen N<sub>2</sub>O-Emissionen von Silphieflächen beruhen daher nicht auf Bodeneigenschaften, die mit dem mehrjährigen Anbausystem einhergehen. Die niedrigen Feldemissionen beruhen mit großer Wahrscheinlichkeit auf dem konstant niedrigen Stickstoffgehalt im Boden aufgrund der langanhaltenden Phase der Stickstoffaufnahme einer mehrjährigen Kultur.

**Tab. 1: Über die Standorte gemittelte kumulierte N<sub>2</sub>O-Emissionen in der Vegetations- und Winterperiode sowie die Jahresemissionen (n=4).**

Anbaujahr	Kultur	Vegetationsperiode (kg N ha <sup>-1</sup> 214 d <sup>-1</sup> )	Winterperiode (kg N ha <sup>-1</sup> 151 d <sup>-1</sup> )	Jahresemissionen (kg N ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> )
2019/2020	Silphie	0,77 ± 0,38	0,08 ± 0,06	0,84 ± 0,41
	Mais	2,77 ± 1,53	0,83 ± 0,74	3,60 ± 2,07
2020/2021	Silphie	0,30 ± 0,22	0,10 ± 0,04	0,40 ± 0,22
	Mais	1,63 ± 1,15	3,23 ± 4,93	4,86 ± 5,71

### Fazit

Die Durchwachsene Silphie ist eine gute und nachhaltige Alternative zum Maisanbau auf wechselfeuchten, zur Erosion neigenden Standorten. Ihr Anbau hat positive Auswirkungen auf die Boden-Biodiversität und verringert die Treibhausgasemissionen aus der Fläche.

Allerdings ist die Flächenproduktivität niedriger, so dass der Flächenverbrauch der Bioenergieproduktion höher ist als bei der Nutzung von Mais als Energiepflanze.

## Weitere Informationen

### Kontakt

<sup>1</sup> Thünen-Institut für Biodiversität  
[stefan.schrader@thuenen.de](mailto:stefan.schrader@thuenen.de)  
[www.thuenen.de/bd](http://www.thuenen.de/bd)

<sup>2</sup> Thünen-Institut für Agrarclimatschutz  
[reinhard.well@thuenen.de](mailto:reinhard.well@thuenen.de)  
[www.thuenen.de/ak](http://www.thuenen.de/ak)

### Partner

Universität Trier

### Laufzeit

10.2018-02.2022

### Projekt-ID

2043

### Veröffentlichungen

Ruf T, Kemmann B, Fuß R, Well R, Wöhl L, Schrader S, Kirch A, Emmerling C (2021) Durchwachsene Silphie: Eine Kultur für besondere Standorte. DLG Mitteilungen (5), 60-63.

Kemmann B, Ruf T, Well R, Emmerling C, Fuß R (2022) Greenhouse gas emissions from Silphium perfoliatum and silage maize cropping on stagnosols. J Plant Nutrition and Soil Science. DOI: 10.1002/jpln.202200014.

Kemmann B, Wöhl L, Fuß R, Schrader S, Well R, Ruf T (2021) N<sub>2</sub> and N<sub>2</sub>O mitigation potential of replacing maize with the perennial biomass crop Silphium perfoliatum – An incubation study. GCB-Bioenergy 13, 1649–1665. <https://doi.org/10.1111/gcbb.12879>

### Gefördert durch



aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

