

Im Fokus der Forschung

Die Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg erforscht seit Jahren in verschiedenen Projekten die Rolle von **Lachgas (N₂O)** in der Landwirtschaft sowie mögliche Untersuchungs- und Minderungsmaßnahmen.



Lachgasemissionen werden über statische Stecksysteme gemessen. Dabei werden regelmäßig die abgedichteten Stecksysteme auf einen im Boden verankerten Rahmen gesetzt und luftdicht verschlossen. FOTO: MLU HALLE

Die Lufthülle unseres Planeten besteht aus verschiedenen Gasen, die über vielfältige Funktionen und Prozesse zu einem komplexen chemischen System verknüpft sind. Der natürliche Treibhausgaseneffekt beschreibt den Prozess, in dem bestimmte Gase in der Erdatmosphäre eingefangen werden und die Erde dadurch wärmer halten. Ohne diesen natürlichen Treibhausgaseneffekt läge die durchschnittliche Temperatur der Erde bei etwa -18 °C statt bei derzeitigen 15 °C. Seit etwa 150 Jahren werden durch den Menschen verursachte steigende atmosphärische Kohlenstoffdioxide, sowie Lachgasoxide und Konzentrationen anderer Gase gemessen. Diese zusätzlichen Emissionen führen zu einer

stärkeren Erwärmung der Erdatmosphäre und haben weitreichende Auswirkungen auf das globale Klima.

Dabei ist die Landwirtschaft sowohl Verursacherin als auch Betroffene des Klimawandels. Dieser Wandel wirkt sich u. a. auf Niederschläge, Wasserströme und Temperaturen aus. Neben der zeitlichen und räumlichen Verschiebung von Niederschlagsereignissen werden die Häufigkeit und das Ausmaß extremer Wetter- und Klimaereignisse, beispielsweise die extreme Trockenheit im Jahr 2018, zunehmen. Zudem kommt es zu einer kürzeren Vegetationsperiode durch steigende Temperaturen, die zu Hitzestress und daraus resultierender Reduzierung der Kornzahl und Korngröße

bei Getreide führen kann. Als Verursacherin ist die Landwirtschaft für etwa 31 % der weltweiten vom Menschen verursachten Emissionen verantwortlich. Hauptanteil sind neben den Lachgasemissionen Methanemissionen, die vor allem bei Verdauungsprozessen von Wiederkäuern sowie durch die Lagerung und Ausbringung von Wirtschaftsdüngern entstehen. 80 % der gesamten Lachgasemissionen in Deutschland kommen aus der Landwirtschaft, und machen fast 50 % der Treibhausgase des Sektors aus. Lachgas ist trotz seiner geringen Konzentration in der Atmosphäre das dritt-wichtigste langlebige Treibhausgas. Es besitzt ein 265-mal höheres Erderwärmungspotenzial als Kohlenstoffdioxid, verweilt 114

Jahre in der Atmosphäre und trägt zum Abbau der Ozonschicht bei. Der Einsatz von Stickstoffdüngern ist dabei die Hauptursache für die Entstehung von Lachgas, da mikrobiologische Prozesse angeregt werden.

Lachgasemissionen reduzieren

Durch gezielte Maßnahmen wie die Verwendung von Nitrifikations- und Ureaseinhibitoren, die Verbesserung der Stickstoffnutzungseffizienz von Kulturpflanzen und die terminliche Anpassung der Düngerapplikation an die spezifischen Boden- und Klimabedingungen können Lachgas-Emissionen reduziert werden. Nitrifikationsinhibitoren verlangsamen den Prozess der Umwandlung von Ammonium zu Nitrat im Boden um fünf bis acht Wochen, indem sie die Aktivität der beteiligten Bakterien hemmen. Dadurch bleibt mehr Ammonium im Boden, was dazu führt, dass die Bakterien weniger Nitrat für die Umwandlung zu Lachgas zur Verfügung haben. Das reduziert die Emissionen von Lachgas im Boden. Ureaseinhibitoren verlangsamen die Umwandlung von Harnstoff zu Ammonium, sodass der Abbau um etwa zwei Wochen verzögert wird. Diese langsamere Freisetzung kann ebenfalls die Umwandlung zu Nitrat und somit die nachfolgende Bildung von Lachgas verringern. Durch den Einsatz dieser Inhibitoren wird die Effizienz der Stickstoffdüngung verbessert, da der Stickstoff länger im Boden bleibt und von den Pflanzen aufgenommen werden kann.

Das Verständnis für die Wirksamkeit schaffen

Die Wirkung der beiden o. g. Inhibitoren ist sehr komplex und von verschiedenen Faktoren (Umwelt, Agronomie etc.) abhängig. Es gilt, ein umfassendes Verständnis von deren Nutzung sowie Wirksamkeit zu schaffen mit dem Ziel, den Einsatz im Sinne einer nachhaltigen Landbewirtschaftung zu optimieren. Aus diesem Grund werden im Rahmen von verschiedenen Forschungsprojekten an der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Professur für Allgemeinen Pflanzenbau und Ökologischen Landbau, in Kooperation mit anderen Institutionen (u. a. Thünen-Institut, Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung, Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau Sachsen-Anhalt, Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie Sachsen-Anhalt, SKW Piesteritz GmbH und Universitäten Göttingen, Kiel, München und Hohenheim) ▶



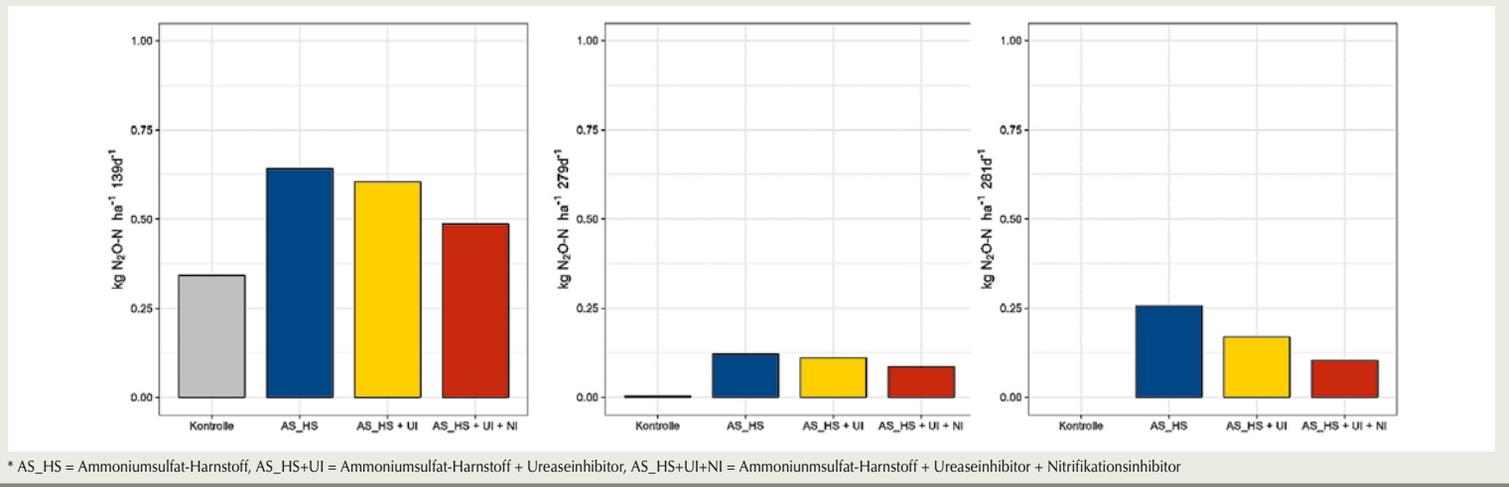
Während dieser Messungen werden alle 20 min Luftproben aus den Lachgashauben entnommen und zur Bestimmung der Lachgas-Konzentrationen in einem Gaschromatographen analysiert. FOTO: MLU HALLE



Aus der Veränderung der Gasmenge kann die Emissionsrate berechnet werden. FOTO: MLU HALLE

ABBILDUNG 1

Kumulierte Lachgasemissionen der Düngungsvarianten in (1) Silomais, (2) Winterweizen und (3) Wintergerste für den Zeitraum Aussaat bis Ernte am Versuchsstandort Cunnersdorf im Projekt „Win-N“ in den Versuchsjahren 2021, 2022 und 2023.*



► verschiedene Aspekte zur Nutzung und Wirksamkeit von Nitrifikations- und Ureaseinhibitoren erforscht. Im Fokus stehen Untersuchungen zur Effektivität von Inhibitoren bei der Reduktion von Lachgas unter unterschiedlichen Klima-, Anbau- und Bodenbedingungen sowie bei der Erhöhung der Stickstoffnutzungseffizienz und Minimierung der Auswaschung von Nitrat ins Grundwasser.

Lachgasemissionen messen

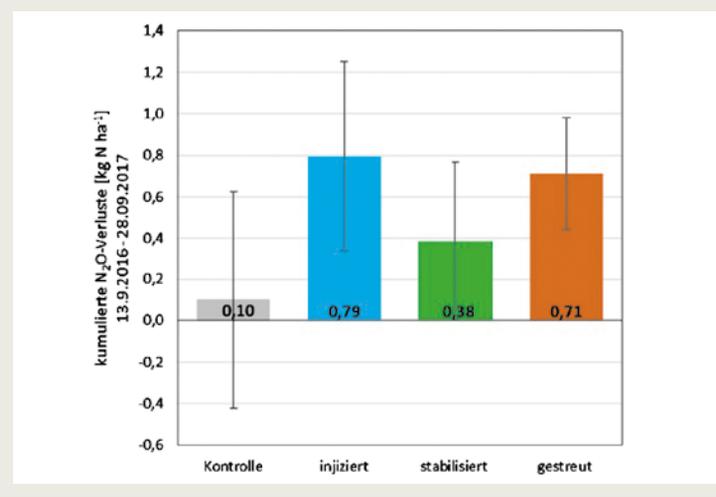
Lachgasemissionen werden über statische Stecksysteme gemessen. Dabei werden einmal wöchentlich (nach der Düngung zweimal wöchentlich) die abgedichteten Stecksysteme auf einen im Boden verankerten Rahmen gesetzt und für eine Stunde die Hauben luftdicht verschlossen. Während dieser Messung werden alle 20 min Luftproben aus der Haube entnommen, die für die Bestimmung der Lachgaskonzentrationen in einem Gaschromatografen analysiert werden. Aus der zeitlichen Veränderung der Gasmenge können die Emissionsrate und somit die kumulierten Werte der Lachgasemissionen berechnet werden. Die kumulierten Werte sind eine Zusammenfassung der gesamten Menge an Lachgas, die über einen bestimmten Zeitraum emittiert wurde. Sie ermöglichen den Vergleich der Emissionen zwischen verschiedenen Regionen.

Projekte an der Martin-Luther-Universität Halle

Das Projekt „StaPlaRes“ (N-Stabilisierung und wurzelnahe Platzierung; Laufzeit 2017–2020) konzentrierte sich auf die Optimierung der Effizienz bei der Harnstoffdüngung in der Landwirtschaft. Die

ABBILDUNG 2

Kumulierte Lachgasverluste in Winterraps am Standort Bernburg im Zeitraum 13.9.2016 bis 29.9.2017 im Projekt „StaPlaRes“



Hauptziele des Projektes waren die Prüfung von stabilisiertem Harnstoff in Kombination mit Urease- und Nitrifikationsinhibitoren sowie die Injektion von Harnstoff unter die Bodenoberfläche mit spezieller Technik, um Stickstoffverluste zu minimieren und die Effizienz der Düngung zu erhöhen. Die Ergebnisse in Abbildung 2 zeigen, dass die injizierte und gestreute Harnstoffvariante nahezu die gleiche Menge an Lachgas emittiert. Im Vergleich dazu reduzierte die doppelt stabilisierte Harnstoff-Variante die Lachgasfreisetzung um 52 %. Die wesentlichen Ergebnisse des Projektes zeigten, dass stabilisierter Harnstoff signifikante Vorteile in Bezug auf die N-Effizienz und die Reduktion von N-Verlusten bietet. Insbesondere konnte durch den Einsatz von Urease- und Nitrifikationsinhibitoren eine deutliche Minderung gasförmiger Stickstoffverluste (neben Lachgas auch Ammoniak) erzielt werden.

Das Projekt „Win-N“ (Wirkung von inhibiertem Ammoniumsulfat-

Harnstoff zu Erhöhung der Stickstoffnutzungseffizienz und Minderung von Ammoniak- und Lachgasemissionen bei der mineralischen Düngung; Laufzeit 2021–2024) hatte das Ziel die Stickstoffnutzungseffizienz beim Rohstoffpflanzenanbau mit der Fruchtfolge Silomais, Winterweizen und Wintergerste zu verbessern und gleichzeitig die Emissionen von Lachgas und Ammoniak zu reduzieren.

In der Abbildung 1 sind die kumulierten Lachgasemissionen der Düngungsvarianten in den drei Versuchsjahren dargestellt. Es wird deutlich, dass in allen drei Versuchsjahren für den Zeitraum Aussaat bis Ernte die nichtinhibierte AS-HS-Variante die höchsten Lachgasemissionen emittierte, gefolgt von der einfach inhibierten Variante. Die niedrigsten kumulativen Lachgasemissionen konnten in allen drei Kulturen und Versuchsjahren in der doppelt inhibierten Düngungsvariante beobachtet werden. In den drei Versuchsjahren reduzierte die dop-

pelt stabilisierte Variante im Vergleich zur nicht inhibierten Variante die Lachgasemissionen im Silomais um 24 %, im Winterweizen um 25 % und in der Wintergerste um 62 %.

Das aktuelle Forschungsvorhaben „NitriKlim“ ist ein groß angelegtes Kooperationsprojekt (www.nitriklm.de), in dem die Nutzung von verschiedenen Nitrifikationsinhibitoren in Kombination mit unterschiedlichen Stickstoffdüngern als Klimaschutzmaßnahme in der Landwirtschaft untersucht wird. Ziel ist es, nicht nur die Effizienz, sondern auch die Umweltverträglichkeit dieser Inhibitoren unter verschiedenen Standortbedingungen in Deutschland zu bewerten, um deren Potenzial und Einsatz für die praktische Landwirtschaft einzuschätzen und zu optimieren. Neben Lachgasemissionen und Nitrat- auswaschung werden zudem die Effekte der Inhibitoren auf Ertrag und Qualität von Nutzpflanzen analysiert. Mit Ergebnissen wird nach Abschluss der Projektlaufzeit im Jahr 2026 gerechnet.

FAZIT:

Durch die Projekte wurde deutlich, dass landwirtschaftliche Betriebe ihre N-Düngung effizienter gestalten, Treibhausgasemissionen einsparen und gleichzeitig ihre Erträge sichern können. Mit der Nutzung von Inhibitoren ist es in der Praxis möglich, die Stickstoffnutzung zu optimieren, gleichzeitig Emissionen zu reduzieren und somit einen Beitrag zum Klimaschutz zu leisten. Die Forschungsprojekte sind damit von hoher Bedeutung für die Entwicklung von nachhaltigen und klimaresilienten Pflanzenbausystemen.

LEA KRUG, PD DR. JAN RÜCKNAGEL,
PROF. DR. JANNA MACHOLDT,
Allgemeiner Pflanzenbau &
Ökologischer Landbau, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg