

Fokus Reduktion von Treibhausgasen

Effiziente Landwirtschaft: Lachgassensorik für die optimale und klimaschonende Stickstoffdüngung



mobiler Lachgassensor: Die Probennahme erfolgt bodennah über eine Sammelglocke, das eigentliche Messsystem verbirgt sich im Koffer.

Wie kann ein Lachgassensor die Landwirtschaft effizienter machen? Und wie trägt eine nicht optimale Stickstoffdüngung zum globalen Klimawandel bei? Um diese Fragen beantworten zu können, muss man verstehen, was die Stickstoffdüngung mit der Lachgasentstehung im Boden und mit dem Vorkommen von Lachgas in der Atmosphäre zu tun hat.

Was viele nicht wissen: Lachgas (N_2O) ist neben Kohlendioxid (CO_2) und Methan (CH_4) ein sehr relevantes Treibhausgas. Zwar kommt es in der Atmosphäre nur in Spuren vor, da es aber rund 300-mal klimaschädlicher ist als CO_2 , hat es trotzdem einen maßgeblichen Anteil am anthropogenen Treibhauseffekt. Doch was hat die Stickstoffdüngung mit Lachgas zu tun? Ganz einfach: Lachgas gelangt vor allem über zwei Wege in die Atmosphäre: zum einen über stickstoffhaltigen Dünger und zum anderen über die Massentierhaltung; es

entsteht immer dann, wenn Mikroorganismen stickstoffhaltige Verbindungen abbauen. Nach Angaben des Umweltbundesamts verursacht die Landwirtschaft in Deutschland rund 80 Prozent der Lachgas-Emissionen. Die restlichen 20 Prozent stammen zum Großteil aus der chemischen Industrie; sowohl bei der Düngemittelproduktion als auch bei der Kunststoffherstellung wird Lachgas in die Atmosphäre freigesetzt.

Bedarfsgerechteres Düngen bedeutet geringere Lachgasemission

Stickstoffbasierter Dünger in der Landwirtschaft ist also eine der Hauptquellen für atmosphärisches Lachgas. Um diesen Anteil zu minimieren, muss man den Einsatz von Düngemitteln in der Landwirtschaft minimieren, ohne den Nährstoffgehalt und damit die



Dank eines neuartigen Messkonzepts mit Interbandkaskadenlasern (ICL) als Lichtquelle lässt sich Lachgas im mittleren Infrarot frei von Querempfindlichkeiten zu anderen Gasen messen – und das äußerst schnell und mobil auf dem Feld.

landwirtschaftliche Qualität des Bodens zu verschlechtern. Um den Düngemiteleinsatz exakt regeln zu können, muss man die Ausgasung aus dem Boden besser verstehen.

Nährstoffgehalt und -verteilung im Boden sind wichtige Indikatoren, um effizient, umweltfreundlich und entsprechend den gesetzlichen Vorgaben zu düngen. Den Abbau stickstoffhaltiger Verbindungen durch Mikroben im Boden können Forschende von Fraunhofer IPM seit kurzem mit einem spektroskopischen Gassensor sehr exakt bestimmen: Das Messsystem detektiert die Lachgasmenge, die bei Überdüngung aus dem Ackerboden diffundiert, sensitiv und bodennah – und darüber hinaus auch schnell und ortsgenau. Diese Daten sollen zukünftig Grundlage für die optimale Düngung jedes einzelnen Felds sein. Ziel ist es, die fürs nächste Düngen benötigte Düngemittelmenge optimal abschätzen zu können – und so die Lachgasemission zu minimieren.

Mobiler Lachgassensor für schnelle, präzise und bodennahe Messungen

Den Lachgassensor hat das Team im Rahmen des Fraunhofer-Leitprojekts »Cognitive Agriculture« entwickelt. Für die spezielle Anwendung kam nur ein sehr kompakter und vor allem hochauflösender Laserspektroskopischer Sensor infrage. Denn die Anforderungen an die Sensitivität sind enorm: Relevante Konzentrationsanstiege bewegen sich bei bodennahe Lachgas im Bereich weniger ppb pro Minute (ppb, parts per billion). Die Forschenden setzen auf

ein neuartiges Messkonzept mit Interbandkaskadenlasern (ICL) als Lichtquelle. Damit gelingt es, Lachgas im mittleren Infrarot frei von Querempfindlichkeiten zu anderen Gasen eindeutig zu messen – mit einer drastischen Verkürzung der Messzeiten bei gleichzeitig verringerter Leistungsaufnahme. Ein solch kompaktes, batteriebetriebenes Messsystem erlaubt erstmals quasimobile Echtzeitmessungen von Lachgas – auch integriert in autonome Landmaschinen. Das Projekt »Cognitive Agriculture« wurde Ende 2022 erfolgreich abgeschlossen. Neben Fraunhofer IPM waren sieben weitere Fraunhofer-Institute daran beteiligt.

Sonderforschungsbereich ECOSENSE: Gassensoren für das Ökosystem Wald

Seit Ende 2022 erforscht Fraunhofer IPM nun im Rahmen des Sonderforschungsbereichs ECOSENSE der Universität Freiburg den negativen Einfluss des Klimawandels auf Waldökosysteme, die als Kohlenstoffsenke gleichzeitig eine wichtige regulatorische Funktion im Klimasystem ausüben. Das Team von Fraunhofer IPM befasst sich hier mit zwei Themen: Zum einen wollen die Forschenden mithilfe miniaturisierter Sensoren CO_2 -Flüsse messen und deren Auswirkungen auf das Waldökosystem verstehen. Zum anderen befasst sich das Team mit der aufwändigen spektroskopischen Messung des CO_2 -Isotopen-Verhältnisses in der Luft. Dieses Verhältnis lässt Rückschlüsse zu, aus welcher Quelle das CO_2 in die Atmosphäre gelangt ist.



Lachgas ist rund 300-mal klimaschädlicher als Kohlendioxid.«

*Prof. Dr. Jürgen Wöllenstein,
Abteilungsleiter*