

LACHGAS: DÜNGER FÜR DIE ERDERWÄRMUNG

Ein Bericht von Leonie Jost

WELTWEIT WIRD IMMER MEHR KLIMASCHÄDLICHES LACHGAS EMITTIERT. HAUPTURSACHE IST DER NAHEZU UNGEBREMSTE EINSATZ VON STICKSTOFFDÜNGER IN DER LANDWIRTSCHAFT.

Die meisten Pflanzen sehen eigentlich richtig gut aus», freut sich Landwirt Markus Kattau. «Nur an manchen Stellen kommen sie nicht so richtig in Gang. Hier zum Beispiel wächst fast gar nichts.» Er zeigt auf einen spärlich bewachsenen Flecken Erde inmitten des ansonsten saftig grünen Ackers, auf dem blaublühender Öllein, sich rankende Wicken und große lilafarbene Kohlblätter wachsen. «Weil in unserer Region zu viele Nährstoffe im Boden sind, dürfen wir die Zwischenfrüchte hier nicht mehr mit Stickstoff düngen», erklärt Kattau, der im niedersächsischen Landkreis Diepholz einen Betrieb mit Ackerbau und Schweinehaltung bewirtschaftet.

Stickstoff ist ein essenzieller Nährstoff. Nur wenn Pflanzen genug davon aufnehmen, können sie gut und ertragreich wachsen. Während die Luft, die wir atmen, zu fast 80 Prozent aus Luftstickstoff (N₂) besteht, ist er im Boden von Natur aus wenig zu finden. Seit Beginn des Ackerbaus, also während der letzten 11.000 Jahre, war das Düngen mit menschlichen und tierischen Exkrementen fast die einzige Möglichkeit, um ein bisschen mehr Stickstoff auf den Acker zu bekommen.

Das änderte sich erst ab 1913. Die Erfindung des sogenannten «Haber-Bosch-Verfahrens» macht es seitdem möglich, künstlich hergestellten Stickstoffdünger zu produzieren. Pro Jahr werden heute so über 80 Millionen Tonnen Luftstickstoff in Pflanzendünger umgewandelt. Mit modernen Hohertragssorten, neu entwickelten Pestiziden und dem nun in fast unbegrenzter Menge zur Verfügung stehenden Stickstoff konnte die weltweite Getreideernte zwischen 1970 und 2010 verdoppelt und die globale Ernährungssituation massiv verbessert werden. Stickstoffdünger, in Form von Gülle oder Kunstdünger, ist aus der heutigen Landwirtschaft nicht mehr wegzudenken. Eine reine Erfolgsgeschichte also?

Leider nein! Nach dem Motto «Viel hilft viel» wird der einst so knappe Nährstoff inzwischen großzügig auf den weltweiten Ackerflächen verteilt. Mit gravierenden Folgen: Stickstoffüberschüsse in Form von Nitrat belasten unser Grund- und

Trinkwasser sowie unsere Gesundheit. Seen, Flüsse und Meere geraten aus dem biologischen Gleichgewicht, was vielerorts zu einem immensen Artenverlust führt. Doch nicht nur in Boden und Wasser, sondern auch in der Luft reichert sich ein stickstoffhaltiger, gefährlicher Stoff immer weiter an: Lachgas.

Distickstoffmonoxid (N_2O), umgangssprachlich Lachgas genannt, ist ein farbloses Gas aus der Gruppe der Stickoxide und neben Kohlendioxid und Methan das dritt wichtigste Treibhausgas. Während sich Kohlendioxid weit über 1.000 Jahre in der Atmosphäre hält, sind es bei Methan nur etwas über zehn Jahre. Lachgas dagegen hat eine durchschnittliche Verweildauer von 120 Jahren. Die drei Klimagase unterscheiden sich nicht nur in ihrer Haltbarkeit, sondern auch in ihrer Fähigkeit, den Klimawandel zu verstärken: dem sogenannten Treibhauspotenzial. Während Methan bereits 25-mal so wirksam ist wie Kohlendioxid, ist es bei Lachgas knapp 300-mal so viel. Ein Kilogramm Lachgas trägt demnach in 100 -Jahren fast 300-mal mehr zum Klimawandel bei als ein Kilogramm CO_2 .

So wie der Kohlendioxid- und Methangehalt wird auch der Lachgasgehalt in der Atmosphäre unaufhörlich größer und erreichte im Jahr 2020 einen neuen Höchststand. Bereits 2013 hatte der Weltklimarat IPCC einen hohen Anstieg der Lachgasemissionen prognostiziert. Die letzten Jahre haben jedoch gezeigt, dass die Emissionen sogar noch stärker angestiegen sind, als in den düstersten Prognosen vorausgesagt wurde. Im Vergleich zur vorindustriellen Zeit erhöhte sich die Lachgaskonzentration in der Atmosphäre von 270 ppb («parts per billion» = Teile pro Milliarde) um 22 Prozent auf 331 ppb im Jahr 2018. Vor allem in den letzten 50 Jahren wurde ein starker Anstieg beobachtet, was überwiegend an dem weltweit zunehmenden Einsatz von Stickstoffdünger liegt.

Auch in Deutschland entstammen laut Umweltbundesamt knapp 80 Prozent der Lachgasemissionen der Landwirtschaft. Denn Pflanzen nehmen niemals den gesamten ausgebrachten und im Boden vorhandenen Stickstoff auf. Etwa die Hälfte, so schätzt das Bundeslandwirtschaftsministerium, geht über den Boden oder die Luft verloren – ein großer Anteil, den es unbedingt zu reduzieren gilt.

Sogenannte Zwischenfrüchte, wie die von Landwirt Markus Kattau, sind dabei eine wichtige Maßnahme. Denn wenn im Spätsommer das Getreide geerntet wird, bleiben Wurzeln und Pflanzenreste auf dem Feld zurück und beginnen zu verrotten. Der in ihnen enthaltene Stickstoff wird dadurch freigesetzt und kann in Form von Nitrat mit dem Regen ausgewaschen werden oder als Lachgas in die Luft entweichen – zumindest dann, wenn nach der Getreideernte auf dem Acker keine weiteren Pflanzen ausgesät wurden und die Felder im Winter brach liegen. Diese Zwischenfrüchte hingegen können den Stickstoffverlust deutlich reduzieren.

Welche Prozesse dabei genau stattfinden, erforscht Roland Fuß vom Thünen-Institut für Agrarklimaschutz in Braunschweig. «Werden auf den Äckern im Winter Zwischenfrüchte angebaut», erklärt der Wissenschaftler, «nehmen sie die Nährstoffe auf und halten sie quasi fest.» Im Frühjahr werden die Pflanzen in den Boden eingearbeitet und der Stickstoff steht dann dem neu ausgesäten Getreide zur Verfügung. Für ein optimales Wachstum werden Weizen, Roggen und Co. jedoch zusätzlich gedüngt, entweder mit künstlich hergestelltem Mineraldünger oder mit organischem Dünger wie Gülle oder Mist.

Lachgasemissionen entstehen bei beiden Methoden. Denn der überschüssige, nicht von Pflanzen aufgenommene Stickstoff wird von Bakterien und Pilzen zu wasserlöslichem Nitrat abgebaut: ein Vorgang, der Nitrifikation heißt und bei dem als Nebenprodukt auch Lachgas entsteht. Je nach Umweltbedingungen kann das Nitrat im Boden weiter umgewandelt werden. «Herrscht Sauerstoffmangel, nutzen Bodenorganismen das Nitratmolekül zum Atmen», erklärt Roland Fuß. Das nennt sich Denitrifikation, bei der zunächst das Zwischenprodukt Lachgas und danach unschädlicher Luftstickstoff (N₂) entsteht. Wie viel Nitrat am Ende als klimaschädliches Lachgas oder aber lediglich als reiner Stickstoff den Boden verlässt, ist abhängig von – nur teilweise beeinflussbaren – Bodenfaktoren wie pH-Wert und Sauerstoffgehalt, aber auch von der mikrobiellen Gemeinschaft.

Um die Lachgasemissionen aus Ackerböden zu untersuchen, gibt es in der Wissenschaft zwei Methoden. «Einfach nachzuvollziehen ist die Gasmessung mittels Hauben», erklärt Roland Fuß vom Thünen-Institut für Agrarklimaschutz. Dafür werden auf einer Versuchsfläche mehrere bis zu einem halben Quadratmeter große Hauben aufgestellt. Mittels kleiner Glasflaschen entnimmt man anschließend Proben von der Luft, die sich unter den Hauben sammelt, und untersucht sie im Labor auf die Anreicherung von Lachgas.

Wesentlich teurer, aber auch genauer, ist die mikrometeorologische «Eddy-Kovarianz-Methode». In etwa zwei Meter Höhe werden dafür über dem Acker kleine Messgeräte installiert. «Mehrere pro Sekunde wird die Lachgaskonzentration der Luft gemessen», erklärt der Wissenschaftler. «Anhand der Messwerte beider Methoden können wir dann präzise hochrechnen, wie viel Lachgas aus der gesamten Fläche freigesetzt wird.»

Nach Berechnungen des «Global Carbon Project» trägt Lachgas mit einem Anteil von 6,5 Prozent zur Erderwärmung bei. Die Folgen des Klimawandels sind heute überall auf der Welt spürbar, und schon lange herrscht Konsens darüber, die Treibhausgase schnellstmöglich zu verringern. Während der Fokus bisher vor allem auf den Kohlenstoffemissionen lag, wurde Lachgas in seiner Klimawirkung lange unterschätzt – und gilt als weniger leicht zu reduzieren.

«Lachgasemissionen zu senken», so der Bodenökologe Roland Fuß, «ist vergleichsweise schwierig. Bei Kohlenstoff können wir einfach fossile Brennstoffe

durch Erneuerbare Energien ersetzen. Bei Lachgas sieht das anders aus. Denn eine Alternative zur Lebensmittelproduktion gibt es nicht.» Ein gewisser Teil der Emissionen wird sich daher nie ganz verhindern lassen. Einen Lichtblick gibt es dennoch.

**«WIR SOLLTEN SO SCHNELL UND SO VIEL LACHGASEMISSIONEN
REDUZIEREN WIE IRGEND MÖGLICH.»**

DR. BENJAMIN BODIRSKY, AGRARÖKONOM AM POTSDAM-INSTITUT FÜR
KLIMAFOLGENFORSCHUNG (PIK)

Am Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung untersucht Benjamin Bodirsky die globalen Stickstoffflüsse. «Lachgas gehört zwar zu den unvermeidbaren Emissionen», so der Wissenschaftler, «aber zum Glück auch zu den reduzierbaren. Und reduzieren sollten wir, und zwar so schnell und so viel wie irgend möglich.»

Wie das gehen kann, sehen wir derzeit in Europa. Denn im Gegensatz zum weltweiten Anstieg der Lachgasemissionen zeichnet sich hier ein gegenläufiger Trend ab. «Der Lachgasausstoß in der EU ist in den letzten Jahren zurückgegangen. Die Stickstoffeffizienz ist gestiegen, während gleichzeitig auch die Erträge gestiegen sind», so Bodirsky. «Allerdings von einem extrem hohen Ausgangsniveau», gibt der Wissenschaftler in Bezug auf die Lachgasemissionen zu bedenken. «Denn in den 1980er-Jahren haben wir schon ziemlich krass gedüngt hier.» Zwar gehen die Lachgasemissionen in der EU aktuell zurück, die Emissionen pro Kopf liegen jedoch weiterhin deutlich über dem weltweiten Durchschnitt.

Pro Jahr werden in Deutschland noch immer um die 90 Kilogramm Stickstoff pro Hektar zu viel gedüngt. 90 Kilogramm also, die – rein rechnerisch – von jedem Hektar Ackerland, Wiese oder Weide ins Grundwasser, in die umliegenden Ökosysteme, in Seen und Flüsse oder in die Luft gelangen. Lag der Überschuss Anfang der 1990er-Jahre sogar noch bei 116 Kilogramm pro Hektar und Jahr, stagniert er seit zehn Jahren bei etwa 90. In ihrer Nachhaltigkeitsstrategie strebt die Bundesregierung bis 2030 einen Rückgang des Überschusses auf immerhin noch 70 Kilogramm Stickstoff pro Hektar und Jahr an.

Der Stickstoffüberschuss auf den Flächen von Markus Kattau liegt – vergleichsweise sehr gering – bei unter 20 Kilogramm. Seine Ackerflächen liegen in einem sogenannten «roten Gebiet» – also in einer Region, in der zu viel Nitrat im Grundwasser festgestellt wurde und daher besondere Auflagen für die Landwirtschaft gelten. Eine davon besagt, dass Kattau nur 80 Prozent des Stickstoffbedarfs seiner Pflanzen auch tatsächlich düngen darf. Eine Maßnahme, die in erster Linie das Grundwasser schützen soll – und die gleichzeitig gegen Lachgasemissionen hilft. «Aber das spüren wir leider auch ganz klar an zurückgehenden Erträgen», so der Landwirt.

**«EIN MINDERERTRAG MUSS IM ZWEIFEL WOANDERS AUF DER WELT
PRODUZIERT WERDEN – EMISSIONEN WERDEN LEDIGLICH
EXPORTIERT.»**

DR. ROLAND FUSS, BODENÖKOLOGE AM THÜNEN-INSTITUT FÜR
AGRARKLIMASCHUTZ, BRAUNSCHWEIG

In diesem Zusammenhang weist Roland Fuß auf ein Phänomen hin, das sich «Leakage-Effekt» nennt. «Natürlich könnten wir unsere Emissionen stark reduzieren», so der Wissenschaftler. «Aber ein Minderertrag muss im Zweifel woanders auf der Welt produziert werden und die Emissionen werden lediglich exportiert. Vielleicht sogar mit höheren produktbezogenen Emissionen, weil nicht alle Länder so durchoptimiert und effizient düngen wie wir in Deutschland.» Die Herausforderung bestehe darin, die Stickstoffeffizienz zu verbessern, ohne diese Leakage-Effekte zu erzeugen.

Ähnliches gilt es – zumindest bei gleichbleibenden Ernährungsgewohnheiten – auch in Bezug auf die ökologische Landwirtschaft zu beachten. Auf den ersten Blick scheint hier eine Lösung des Problems zu liegen, denn auf ökologisch bewirtschafteten Äckern sind die Lachgasemissionen geringer als in der konventionellen Landwirtschaft. Werden jedoch die Emissionen pro Kilogramm Ertrag verglichen, lassen sich kaum noch Unterschiede feststellen, da die Ernteergebnisse im Ökolandbau oft deutlich geringer sind. Paradoxerweise sind es meist gerade zu geringe Stickstoffmengen, die auf ökologisch bewirtschafteten Äckern den limitierenden Faktor für höhere Erträge ausmachen.

Wer zu wenig düngt, riskiert also Ernteverluste. Wer zu viel düngt, riskiert schädliche Emissionen. Ein Zielkonflikt par excellence. «Das Thema Stickstoff ist wahnsinnig komplex», sagt Landwirt Markus Kattau. Denn Faktoren wie Temperatur oder Zeitpunkt sowie Menge des Niederschlags haben einen großen

Anders als in Europa, stiegen die Lachgasemissionen in China, Südamerika und Afrika in den vergangenen Jahrzehnten so stark wie nirgendwo sonst auf der Welt – und damit in vielen Regionen, die bis heute mit massiven Hungersnöten zu kämpfen haben und die es sich also kaum leisten können, mögliche Mindererträge durch geringere Stickstoffgaben zu riskieren.

Bei näherem Hinsehen lassen sich dabei grundlegende Unterschiede erkennen: Vor allem in afrikanischen Ländern südlich der Sahara sind viele Böden unzureichend mit Nährstoffen versorgt. «Gerade im Hinblick auf die Ernährungssicherung», erklärt Benjamin Bodirsky, «ist hier ein erhöhter Einsatz von organischem oder künstlichem Stickstoffdünger dringend notwendig.» Dies bedeutet zwangsläufig einen weiteren Emissionsanstieg, der andernorts eingespart werden kann und muss. Denn in Teilen Asiens zeigt sich ein anderes Bild: Dort hat die übermäßige Verwendung von Stickstoffdünger in den letzten Jahrzehnten bereits zu starken Umweltschäden und gesundheitlichen Problemen geführt. «Der Einsatz von Stickstoffdünger ist vor allem in Indien und China schon lange weitverbreitet. Dort geht es vorrangig darum, diesen zielgerichteter einzusetzen und Überschüsse zu minimieren», so Bodirsky. Einfluss auf die Stickstoffverfügbarkeit, können jedoch nicht gesteuert und nur begrenzt vorhergesehen werden. «Es gibt niemanden, der sagen kann, was der richtige Weg ist. Denn wenn es so einfach wäre, dann hätten wir ihn längst eingeschlagen.»

«DIE NÄHRSTOFFBILANZIERUNG DES BODENS HAT IN EUROPA VIEL ZUR REDUKTION BEIGETRAGEN.»

DR. BENJAMIN BODIRSKY, AGRARÖKONOM AM POTSDAM-INSTITUT FÜR KLIMAFOLGENFORSCHUNG (PIK)

Eine Lowtech-Methode, um diese Minimierung zu erreichen, ist eine simple Nährstoffbilanzierung. Anhand von Erntedaten vergangener Jahre und abhängig von der jeweiligen Ackerkultur können Landwirte den Stickstoffbedarf ihrer Flächen genau abschätzen. Mittels Bodenproben lässt sich im Labor zusätzlich der aktuelle Stickstoffgehalt im Boden bestimmen. Aus der Differenz ergibt sich somit recht präzise der tatsächliche Düngebedarf. «Leider wird das noch nicht überall auf der Welt so gemacht», so Bodirsky. «In Europa dagegen ist es schon lange üblich und hat hier viel zur Reduktion beigetragen.»

Eine komplexere Möglichkeit, den Lachgasausstoß zu senken, liegt in der Wiedervernässung trockengelegter Moorlandschaften. Moore bestehen in ihrem Ursprungszustand vor allem aus abgestorbenen Pflanzen, die Unmengen an

Eine Lowtech-Methode, um diese Minimierung zu erreichen, ist eine simple Nährstoffbilanzierung. Anhand von Erntedaten vergangener Jahre und abhängig von der jeweiligen Ackerkultur können Landwirte den Stickstoffbedarf ihrer Flächen genau abschätzen. Mittels Bodenproben lässt sich im Labor zusätzlich der aktuelle Stickstoffgehalt im Boden bestimmen. Aus der Differenz ergibt sich somit recht präzise der tatsächliche Düngebedarf. «Leider wird das noch nicht überall auf der Welt so gemacht», so Bodirsky. «In Europa dagegen ist es schon lange üblich und hat hier viel zur Reduktion beigetragen.»

Neben Maßnahmen auf dem Acker haben auch unsere Ernährungsgewohnheiten einen großen Einfluss darauf, wie weit wir die Lachgasemissionen senken und den Klimawandel verlangsamen werden. So wurden 2020 in Deutschland knapp vier Millionen Tonnen Soja für Tierfutter importiert. Das entspricht rein rechnerisch 50 Kilogramm Sojaimport pro Person – und massiven Lachgasemissionen in den Anbauländern. Denn rund ein Viertel der globalen Stickstoffüberschüsse stammt aus dem Anbau von international gehandelten Waren. Das meiste Futtermittel wird jedoch in Deutschland selbst produziert. Mehr als die Hälfte des hier angebauten Getreides landet in den Mägen von Schweinen, Rindern und Hühnern. Und deren Fleisch, Milch und Eier sind beliebt, zu beliebt: Der Pro-Kopf-Fleischkonsum liegt hierzulande bei etwa 70 Kilogramm jährlich – also deutlich über den von der Deutschen Gesellschaft für Ernährung empfohlenen 24 Kilogramm. Für Eier und Milchprodukte gilt Ähnliches.

Wissenschaftler unterschiedlicher Disziplinen haben 2019 Empfehlungen für eine «Planetary Health Diet» herausgegeben, also für eine Ernährungsweise, die nicht nur die menschliche Gesundheit verbessern würde, sondern auch gut für Boden, Wasser, Luft und Klima wäre. Darunter sind längst bekannte Empfehlungen: mehr Obst und Gemüse, weniger Fleisch und Zucker.

«Es geht viel über Bequemlichkeit», sagt Benjamin Bodirsky, der in einer veränderten Ernährungsweise ein großes Potenzial sieht, um die Lachgasemissionen zu senken. «Um Ernährungsgewohnheiten zu verändern ist es wichtig, eine Infrastruktur zu schaffen, die es uns erleichtert, gesünder zu essen», so Bodirsky. Einfache Maßnahmen wären beispielsweise mehr vegetarische und vegane Angebote in Schulen, Kantinen und Krankenhäusern.

Zwar werden die globalen Lachgasemissionen durch die rasant wachsende Weltbevölkerung und die Nachfrage nach tierischen Produkten weiter ansteigen. Allerdings gibt es ausreichend Maßnahmen, um diese Entwicklung zu bremsen.

Mit Mut und Umdenken in der Landwirtschaft, lenkenden Vorgaben seitens der Politik und einer insgesamt fleischärmeren Ernährungsweise ließe sich ein anderer, für Menschen, Tiere, Boden und Klima gesünderer Weg einschlagen. komplexere Möglichkeit, den Lachgasausstoß zu senken, liegt in der Wiedervernässung trockengelegter Moorlandschaften. Moore bestehen in ihrem Ursprungszustand vor allem aus abgestorbenen Pflanzen, die Unmengen an Klimagasen binden. Wird der Wasserspiegel gesenkt, um die Böden zu nutzen, zersetzen sich die Pflanzenreste, wodurch große Mengen Kohlenstoff und Lachgas entstehen. Etwa 70 Prozent der einstigen deutschen Moorflächen werden heute land- und forstwirtschaftlich genutzt – und diesen trockengelegten Flächen entstammten 2019 mehr als sechs Prozent der Treibhausgase in Deutschland. Immer mehr Forschungsprojekte untersuchen daher, wie auf wiedervernässten Moorstandorten klimaschonend gewirtschaftet und ihr Treibhausgasausstoß gestoppt werden kann. Und nicht nur das: Revitalisierte Niedermoore können sogar Lachgas aus der Luft aufnehmen und in unschädlichen Luftstickstoff umwandeln. Moore bieten also Möglichkeiten zur Klimagasspeicherung, deren volles Potenzial längst noch nicht ausgeschöpft ist.

Klimagasen binden. Wird der Wasserspiegel gesenkt, um die Böden zu nutzen, zersetzen sich die Pflanzenreste, wodurch große Mengen Kohlenstoff und Lachgas entstehen. Etwa 70 Prozent der einstigen deutschen Moorflächen werden heute land- und forstwirtschaftlich genutzt – und diesen trockengelegten Flächen entstammten 2019 mehr als sechs Prozent der Treibhausgase in Deutschland. Immer mehr Forschungsprojekte untersuchen daher, wie auf wiedervernässten Moorstandorten klimaschonend gewirtschaftet und ihr Treibhausgasausstoß gestoppt werden kann. Und nicht nur das: Revitalisierte Niedermoore können sogar Lachgas aus der Luft aufnehmen und in unschädlichen Luftstickstoff umwandeln. Moore bieten also Möglichkeiten zur Klimagasspeicherung, deren volles Potenzial längst noch nicht ausgeschöpft ist.

Der Umwelt zuliebe wurde auf die Wiedergabe von Fotos in der Druckversion verzichtet. Nachdruck, Aufnahme in Online-Dienste sowie die Vervielfältigung auf Datenträgern nur nach Genehmigung des Herausgebers.