

Elke Schürer und Joachim Plessler, Hohenheim

# Geschlossene Meßkammer zur Bestimmung von Spurengasemissionen

Bei der Messung von Spurengasemissionen sind die relativ geringen Emissionen vor einer hohen atmosphärischen Hintergrundkonzentration das Hauptproblem. Am Institut für Agrartechnik der Universität Hohenheim wurde eine Meßkammer entwickelt, in der die Spurengase zu einer Konzentration angereichert werden, die mit einem Gaschromatographen meßbar ist. In einer voll automatisierten Anlage von 16 solcher Meßkammern sollen die Auswirkungen von Gülleausbringtechniken, Güllebehandlungen und Witterungsparametern auf die Emission von  $N_2O$  und  $CH_4$  untersucht werden.

Die Gülleausbringung in der Landwirtschaft ist wegen ihrer Wasserbelastung schon lange in der Diskussion. Aber nicht nur Nitrat im Grundwasser ist ein Problem der Gülleausbringung, sondern auch Emissionen von klimarelevanten Spurengasen wie Lachgas ( $N_2O$ ) und

hauswirkung. Zur Bestimmung von  $NH_3$ -Emissionen wurde an der Universität Hohenheim bereits ein Windtunnel entwickelt und erprobt [1]. Dieser eignet sich allerdings nicht zur Messung der Emission von  $N_2O$  und  $CH_4$ , da diese Gase in noch geringerer Menge emittiert werden als  $NH_3$ . Benötigt wird in diesem Fall eine geschlossene Kammer, in der sich die Emissionen bis zu einer meßbaren Konzentration anreichern können. Problem aller bisher entwickelten Meßkammersysteme [2] ist die Bildung eines Mikroklimas innerhalb der Kammer, welches die Emissionsstärke erheblich beeinflussen kann. Deshalb wurde eine Meßkammer entwickelt, bei der besonderes Augenmerk auf die Verringerung der Kammerinflüsse gerichtet wurde.

## Meßkammersystem

Für das Lastenheft zum Bau der Meßeinrichtung wurden einige wesentliche Anforderungen festgelegt. Hauptforderung war eine Meßfläche, die in den meßfreien Phasen den natürlichen Umgebungsbedingungen ausgesetzt ist. Eine Abschat-

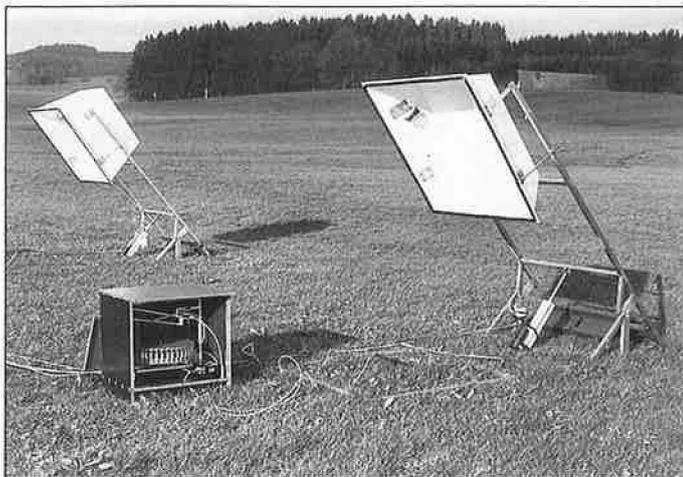


Bild 1: Meßeinrichtung im Freiland

Fig. 1: Open air measuring device

Methan ( $CH_4$ ) sowie Ammoniak ( $NH_3$ ). Hauptproblem der  $NH_3$ -Emissionen aus der Landwirtschaft ist die starke Belastung der gesamten Naturräume durch Stickstoffdepositionen. Im Vergleich zum viel diskutierten  $CO_2$  hat  $CH_4$  eine 11fach und  $N_2O$  eine 270-fach höhere Treib-

ung von Licht, Niederschlag und Wind sollte unbedingt vermieden werden. Als einfache und energiesparende Lösung erwies sich eine Schwenkeinrichtung, bei der die eigentliche Meßkammer nach jeder Messung vollständig aus der Meßfläche herausgeschwenkt werden kann (Bild 1).

Das entwickelte Meßsystem besteht aus drei Baugruppen. Der Grundrahmen trägt den Schwenkarm mit der eingehängten Meßkammer (Bild 2). Die quadratische Meßfläche hat eine Größe von  $1\text{ m}^2$ . Damit wurde der hohen flächenbezogenen Variabilität der  $N_2O$ -Emissionen

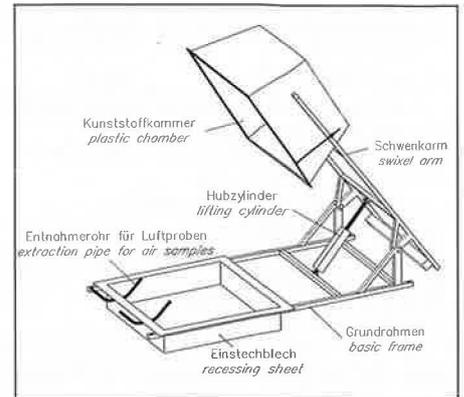


Bild 2: Meßkammersystem

Fig. 2: Measuring chamber system

Rechnung getragen [3]. Die Meßfläche wird an jeder Seite durch ein senkrecht in den Boden eingedrücktes Blech begrenzt. Auf diese Weise wird gewährleistet, daß das Meßvolumen gegenüber dem umgebenden Boden abgedichtet ist. Diese fest mit dem Grundrahmen verschweißten senkrechten Bleche sind an der Rahmenoberseite zu einem 30 mm breiten Rand abgekantet, auf dem im geschlossenen Zustand die Meßkammer aufliegt.

Sämtliche Metallteile sind aus Edelstahl gefertigt. Edelstahl benötigt keinen Korrosionsschutz, so daß ergebnisverfälschende Ausgasungen von Lacken und Schutzanstrichen nicht auftreten können.

Für die eigentliche Meßkammer wurde ein undurchsichtiges, aber lichtdurchlässiges Material gefordert. Durch diese Eigenschaften sollen Treibhauseffekte vermieden werden. Gleichzeitig muß die Lichtintensität im Kammerinneren immer über der kritischen Grenze für die Photosyntheseaktivität der Pflanzen in der Meßfläche liegen. Neben diesen Forderungen muß das Material chemisch neutral, stabil, leicht und gut zu verarbeiten sein. Alle genannten Forderungen werden durch die Wahl von 4 mm starken milchigen Polyäthylenplatten (PE) erfüllt. Die Lichtdurchlässigkeit des Kammermaterials wurde durch Messung der photosyntheseaktiven Wellenlängen (sichtbares Licht, VIS) in Vorversuchen überprüft (Bild 3). Das milchige PE schwächt die Sonneneinstrahlung etwa um 60 % ab. Für die Vegetation läßt es bei sonnigem Wetter immer weit mehr Licht hindurch

Dipl.-Ing. agr. Elke Schürer und Dipl.-Ing. Joachim Plessler sind wissenschaftliche Mitarbeiter am Lehrstuhl Grundlagen der Landtechnik (Leiter: Prof. Dr.-Ing. H.D. Kutzbach) am Institut für Agrartechnik der Universität Hohenheim, Garbenstr. 9, 70599 Stuttgart.

als benötigt, nur bei Bewölkung sinkt die Lichtintensität unter der Meßkammer in den Morgen- und Nachmittagsstunden unter die Grenze G der Photosyntheseaktivität. Da die Kammer nur wenige Male pro Tag für etwa eine Stunde geschlossen wird, ist nicht anzunehmen, daß die Pflanzen dadurch in ihrem Wachstum einträchtig werden.

Die Form der Kammern entspricht einem quadratischen Pyramidenstumpf von 1000 mm Grundkantenlänge und 750 mm Oberkantenlänge. Zur Erfassung unterschiedlicher Emissionsstärken bei konstanten Anreicherungsphasen wurden die Meßkammern in vier verschiedenen Höhen von 100, 280, 430 sowie 600 mm gefertigt. Den unteren Abschluß der Kammer bildet eine waagerechte, 30 mm breite und 8 mm starke umlaufende Abschlußkante, die beim Schließen der Kammer auf dem Edelstahlblech aufliegt. Zur zusätzlichen Abdichtung zwischen Kammer und Rahmen ist unter die Abschlußkante eine nicht ausgasende Moosgummidichtung angebracht. In den Kammern sorgen bürstenlose Gleichstromlüfter vor der Probenahme für eine gleichmäßige Durchmischung der Kammerluft.

Die Kammer selbst ist in dem gabelförmigen Schwenkarm gelagert. Eine drehbare Aufhängung und eine doppelwirkende Federjustierung sorgen für einen optimalen Sitz der Kammer auf dem Grundrahmen. Darüber hinaus wird bei vollständig geöffneter Kammer die Windenergie durch die Federn schonend ab-

Tafel 1: Materialliste

Table 1: List of materials

Bauteil	Ausführung
Meßkammer	PE 300 natur, Polyäthylenplatten, 4 mm stark
Grundrahmen	Edelstahlrohr: 35 x 35 x 2 mm
Schwenkarm	Edelstahlrohr: 30 x 30 x 2 mm
Einstechblech	Edelstahl - Blechtafel: 2 mm stark
Axiallüfter	12 V- mit Außenläufermotor, max. 2,2 W, Förderleistung 56 m <sup>3</sup> /h, Fa. Papst
Zylinder	Elektrozylinder mit Trapezgewinde, 12 V-, 300 mm Hub, F = 2250 N, Fa. Warner Electric
Dichtung	Moosgummi-Dichtung, 448/EPDM
Gegengewichte	gesamt 60 kg, 3 Stück abgesägte Eisenbahnschienen

gebaut. Der Drehpunkt des Schwenkarmes liegt in 300 mm Höhe. Durch Gegengewichte am hinteren Ausleger des Schwenkarms wird für die Drehbewegung nur eine geringe Kraft benötigt. Ein elektrischer Hubzylinder dient als Antrieb für den Schwenkmechanismus. Das selbsthemmende Gewinde des Hubzylinders garantiert in jeder Position eine stabile Feststellung. Über Endlagenschalter läßt sich der Schwenkbereich begrenzen. Als Versorgungsspannung wurde eine Gleichspannung von 12 V gewählt, um mit Autobatterien die gesamte Einrichtung überall autark betreiben zu können. Bei maximal ausgefahrenem Zylinder ist die Kammer komplett aus der Meßfläche herausgeschwenkt. Bild 4 zeigt die wichtigsten Maße der Meßkammer, die verwendeten Materialien und Bauteile sind in Tabelle 1 zusammengefaßt.

Die zur Probenahme benötigten Schläuche werden durch Edelstahlroh-

re unter dem Grundrahmen hindurch von außen in die Meßfläche verlegt. Eine Beschädigung, beispielsweise durch Nager, ist so ausgeschlossen. Von diesen Meßkammern wurden an der Universität Hohenheim 28 Stück gebaut. Sie kommen im Rahmen der Forschergruppe „Messung, Modellierung und Minderung von Gasemissionen in landwirtschaftlichen Betriebssystemen“ an zwei Standorten im Allgäu zum Einsatz. Die Steuerung der gesamten Anlage inklusive der Probenahme erfolgt über elektronische Schaltungen und einen PC, der auch die Meßdatenerfassung übernimmt. Ein Meßzyklus besteht aus einer von der Problemstellung abhängigen Öffnungsphase und einer Schließphase von einer Stunde, in der fünf Luftproben genommen werden. Die erste Probe wird schon während des Schließens genommen; dadurch wird die Hintergrundkonzentration erfaßt. Die nachfolgenden Proben werden in Abständen von 15 min nacheinander gezogen. So kann aus dem Konzentrationsanstieg in der Kammer die Emission berechnet werden. Die Probenahme erfolgt mit einem automatisch arbeitenden Probennehmer, der bis zu 40 Einzelproben aufnehmen kann.

### Versuchsprogramm

Vom Institut für Agrartechnik wird in Zusammenarbeit mit dem Institut für Pflanzenernährung in einer Anlage von 16 Meßkammern der Einfluß der Gülleausbringung auf die Emission von N<sub>2</sub>O und CH<sub>4</sub> untersucht. Dabei sollen die Parameter Ausbringverfahren, Güllemenge, Güllebehandlungen und Witterungsparameter variiert werden. Bei der Ausbringung werden Prallteller, Schleppschlauch, Schleppschuh und Schlitzgerät miteinander verglichen. Die Versuche werden auf der Grünlandfläche eines Versuchsbetriebes im Allgäu durchgeführt.

Witterungsparameter wie Lufttemperatur, Bodentemperatur und Bodenfeuchte sollen während der Wintermonate im institutseigenen Gewächshaus gezielt variiert werden. Sie werden des weiteren bei allen Versuchen als Begleitparameter sowohl innerhalb als auch außerhalb der Meßkammern erfaßt.

Literaturhinweise sind vom Verlag unter LT 97202 erhältlich.

### Schlüsselwörter

Emissionen von Spurengasen, N<sub>2</sub>O, CH<sub>4</sub> und NH<sub>3</sub>, Meßkammersystem

### Keywords

Emissions of trace gases, N<sub>2</sub>O, CH<sub>4</sub> and NH<sub>3</sub>, measuring chamber system

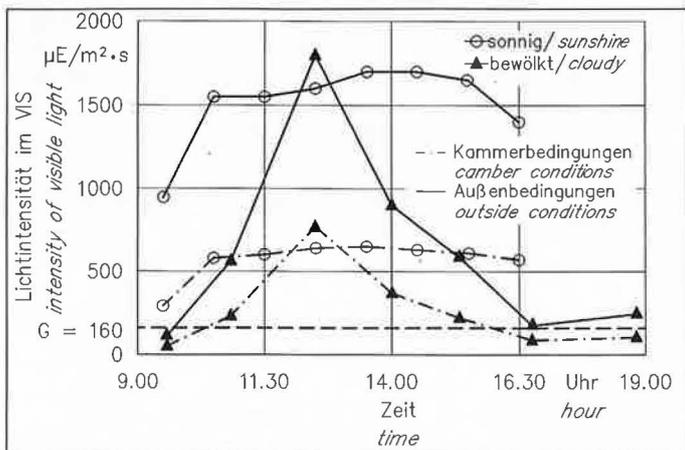


Bild 3: Vergleich der Lichtintensitäten innerhalb und außerhalb der Meßkammer G = Grenze der Photosyntheseaktivität

Fig. 3: Comparing light intensity inside and outside of the measuring chamber G = limit of photosynthesis

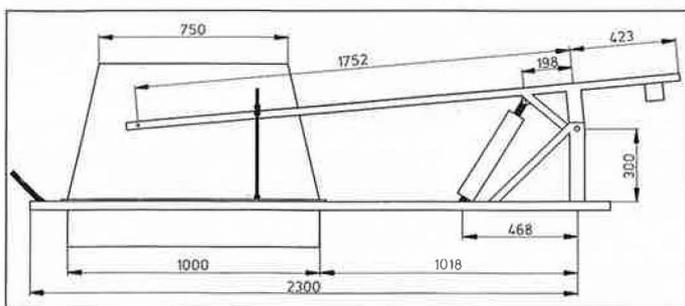


Bild 4: Maße der Meßkammer

Fig. 4: Dimension of measuring chamber