

Erfassung klimarelevanter Spurengase

Klimatisierte Plexiglaskammern zur Messung von Bodenatmung und Spurengasen in ungestörten Pflanzenbeständen

Verschiedenste anthropogene Ursachen tragen zur Erhöhung des Treibhauseffektes bei. Kohlendioxid aus landwirtschaftlich genutzten Flächen spielt dabei eine wesentliche Rolle. Üblicherweise werden zur Quantifizierung der CO₂ Mengen aus dem System Pflanze - Boden Kammer-Verfahren angewandt. Probleme bereiten hierbei Kammereffekte, die vor allem in einer Temperaturerhöhung, sowie in einer Verminderung des photosynthetisch aktiven Lichts zu sehen sind. Daher wurde ein Messsystem entwickelt, bei dem diese Effekte minimiert werden können.

Dipl.-Ing. sc. agr. Ilona Motz ist wissenschaftliche Mitarbeiterin am Institut für Agrartechnik der Universität Hohenheim, Fachgebiet Verfahrenstechnik in der Pflanzenproduktion mit Grundlagen der Landtechnik (Leiter: Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. H.D. Kutzbach), Garbenstraße 9, 70593 Stuttgart; e-mail: ilomotz@uni-hohenheim.de.

Dipl.-Ing. sc. agr. Inge Koch ist wissenschaftliche Mitarbeiterin am Institut für Bodenkunde und Standortlehre, Fachgebiet Allgemeine Bodenkunde mit Gesteinskunde (Leiter: Prof. Dr. K. Stahr), Emil-Wolff-Strasse 27, 70593 Stuttgart.

Referierter Beitrag der LANDTECHNIK, die Langfassung finden Sie unter LANDTECHNIK-NET.com.

Schlüsselwörter

Kohlendioxid, klimarelevante Spurengase, gekühlte Plexiglashauben, Bodenatmung

Keywords

Carbon dioxide, greenhouse trace gases, air-conditioned perspex-chambers, soil respiration

Literaturhinweise sind unter LT 01113 über Internet <http://www.landwirtschaftsverlag.com/landtech/local/literatur.htm> abrufbar.

Das Spurengas Kohlendioxid trägt mit etwa 50% zum globalen Treibhauseffekt bei. Innerhalb der letzten 250 Jahre ist der CO₂-Gehalt in der Luft von 280ppm auf derzeit 355 ppm angestiegen. Letztgenannter Wert kann sowohl räumlich als auch zeitlich schwanken [1]. Die wichtigsten anthropogenen Ursachen für die Konzentrationsänderung sind in der Waldrodung, in der Verbrennung fossiler Energieträger sowie in der Intensivierung der Landnutzung zu sehen. Vor allem in der Quantifizierung der CO₂-Emission aus landwirtschaftlich genutzten Flächen besteht noch erheblicher Forschungsbedarf [4]. Deswegen wurde in der Nähe der Universität Hohenheim im Rahmen des DFG-Projektes "Messung, Minderung und Modellierung klimarelevanter Spurengase aus landwirtschaftlichen Betriebssystemen" ein Feldversuch als zweifaktorielle Spaltanlage angelegt. Dort werden verschiedene Landnutzungssysteme im Hinblick auf unterschiedliche CO₂-Flüsse untersucht. Für die Messung der Gaskonzentration werden die Kammern sechsmal täglich alle vier Stunden für zehn Minuten geschlossen und pro Minute wird ein Messwert aufgezeichnet. Die CO₂-Konzentrationen unter den jeweiligen Hauben werden mit Hilfe von Infrarotgasanalysatoren direkt auf der Versuchsfläche bestimmt. Probleme bei der Messung mit Kammern bereiten die dabei entstehenden Kammereffekte, also die Bildung eines Mikroklimas innerhalb der Kammer. Die wichtigsten Kammereffekte

Bild 2: Veränderung der CO₂-Konzentration nach 30 Minuten Schließzeit (Polyethylenhauben)

Fig. 2: Change of the CO₂-concentration after 30 min closing time (polyethylen chamber)

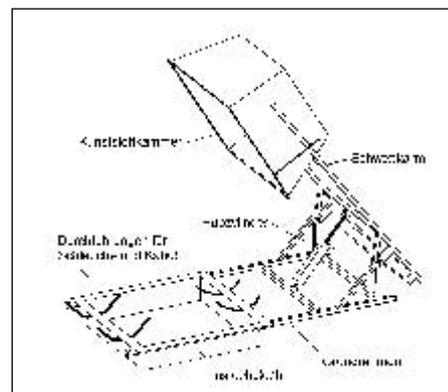
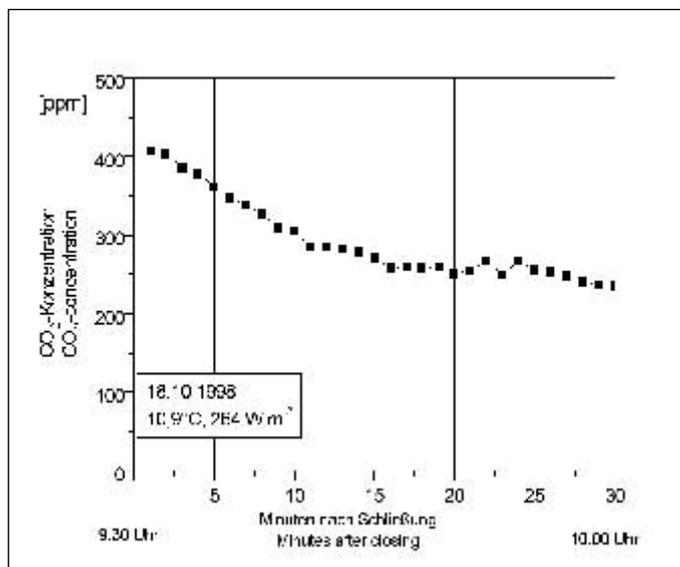


Bild 1: Hohenheimer Messkammer

Fig. 1: Hohenheim Chamber

sind der Anstieg der Temperatur und Luftfeuchte sowie die Verminderung des photosynthetisch aktiven Lichts. Während der Messung mit der Kammer aus Polyethylen wurden ein starker Anstieg der Temperatur und das Einstellen der Assimilation nach wenigen Minuten beobachtet. Die Messungen der Bodenatmung wurden dadurch verfälscht. Daher wurde die Messkammer so modifiziert, dass die erwähnten Kammereffekte stark minimiert werden.

Bild 1 zeigt den Aufbau der verwendeten Messkammern. Eine detaillierte Beschreibung findet sich unter [2]. Für diese Messkammern wurden bisher ausschließlich Polyethylen-Hauben verwendet [3]. Dies führt



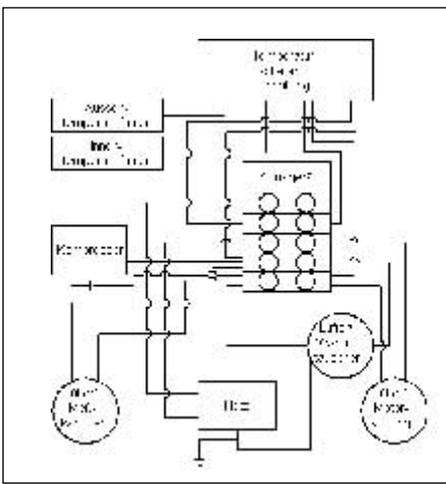


Bild 3: Verkabelung der Klimaanlage mit Temperaturdifferenzschaltung

Fig. 3: Wiring of air-conditioner for temperature difference circuit

vor allem bei der Messung von Kohlendioxid zu einer erheblichen Beeinträchtigung der Messwerte (Bild 2).

Zu Beginn ist eine Abnahme der CO₂-Konzentration zu beobachten, es findet also Assimilation statt: CO₂ wird von den Pflanzen aufgenommen. Direkt nach Kammerabschluss wirkt sich hauptsächlich die Verminderung des photosynthetisch aktiven Lichts hemmend auf die Assimilation aus, der allmählich hinzukommende Einfluss des Temperaturanstieges führt nach zehn Minuten zu einem Abflachen der Steigung. Die Pflanzen werden durch diese Effekte in ihrer Photosyntheseleistung stark eingeschränkt und stellen bei fortwährendem Kammerabschluss die Assimilation ein, nach 15 Minuten ist die Steigung annähernd Null. Da die Aufnahme von Kohlendioxid durch die Pflanzen sowohl von der Einstrahlung als auch von der Temperatur abhängig ist, ist die Beschaffenheit des Haubenmaterials von großer Bedeutung für die Plausibilität der Messwerte. Um hier eine zu starke Beeinflussung der Messwerte durch die Kammereffekte zu vermeiden, müssen

1. für Strahlung weitestgehend transparente Hauben zum Einsatz kommen und
2. eine Temperaturerhöhung durch eine entsprechende Kühlung vermieden werden.

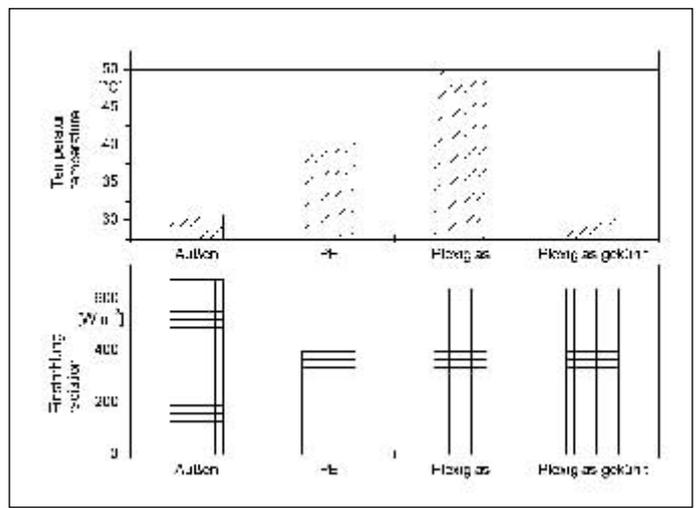
Modifizierung der Messkammer

Bei der Modifizierung der Messkammern wurde PE durch Plexiglas ersetzt, das zwischen 90 und 96% der Strahlung durchlässt. Dadurch wurde eine Kühlung mit einem handelsüblichen Raumklimagerät notwendig.

Die Kühlung der Luft erfolgt mit Hilfe einer Temperaturdifferenzschaltung, die in das Klimagerät eingebaut wurde. Diese vergleicht die Umgebungstemperatur mit der Haubeninnentemperatur und schaltet im Falle einer Differenz von 2K (Bild 3) das Klimagerät ein. Die Temperaturdifferenzschaltung wird 5 min vor Messbeginn akti-

Bild 4: Veränderung der Temperatur und der Einstrahlung unter den Hauben bei einer Schließzeit von $t_s = 10$ min

Fig. 4: Charge of temperature and radiation under the chambers after a closing time of $t_s = 10$ min



viert. Dabei wird der Haubeninnentemperatur ein Sollwert vorgegeben, der 2K unter dem Istwert des Außentemperaturfühlers liegt. Dies führt dazu, dass das Klimagerät vorläuft und beim tatsächlichen Haubenabschluss sofort die volle Kühlleistung vorliegt. Die maximal gemessene Differenz zwischen Außen- und Innentemperatur (Ist-Werte) betrug 4K.

Ergebnisse

Bei einer Außentemperatur von etwa 30 °C (Bild 4) steigt die Temperatur nach zehn Minuten unter den Polyethylenhauben um 10K auf 40 °C an, unter den Plexiglashauben um fast 20K, während unter den gekühlten Plexiglashauben kein Unterschied zur Außentemperatur messbar ist. Betrachtet man die Einstrahlung, so wird deutlich, dass bei einer Einstrahlung von 650 Wm⁻² diese unter den PE-Hauben um fast 40% vermindert ist, während bei den Plexiglashauben nur sehr geringe Lichtverluste auftreten.

Der Verlauf des CO₂-Flusses gemessen mit den beiden Kammer-Systemen (Bild 5), zeigt abhängig von der Tageszeit einen deutlichen Unterschied. Bei einer hohen Einstrahlung sind die gemessenen CO₂-Werte bei den Plexiglashauben niedriger, die Pflanzen können also bei diesem Messsystem mehr CO₂ aufnehmen und werden in ihrer Photosyntheseleistung weniger beeinflusst. Da die Bedingungen un-

ter den gekühlten Plexiglashauben annähernd den Außenbedingungen entsprechen, können diese Werte als real betrachtet werden. Im Gegensatz hierzu kommt es bei der Messung mit den bisher verwendeten PE Hauben durch die Verminderung der Assimilation langfristig gesehen zu einer deutlichen Überschätzung der Bodenatmung. Erwartungsgemäß kann man nachts, bei einer Einstrahlung nahe Null keine Unterschiede zwischen den Varianten feststellen, da die Kammereffekte nur tagsüber in einem relevanten Umfang auftreten.

Fazit

Das Hohenheimer Messkammersystem wurde für die Erfassung der klimarelevanten Spurengase N₂O, CH₄ und CO₂ aus Böden und Pflanzenbeständen entwickelt. Hierbei zeigte sich, dass bei der CO₂-Messung aufgrund des unter den Hauben entstehenden Mikroklimas Fehler hinsichtlich der CO₂-Bilanzierung auftreten können. Mit den weiterentwickelten gekühlten Plexiglashauben können diese Fehler weitestgehend minimiert werden, da unter den Hauben nahezu dieselben Bedingungen wie außen herrschen. Somit bieten diese Messkammern eine gute Möglichkeit in Pflanzenbeständen verlässlich die CO₂-Flüsse zu messen.

Bild 5: Verlauf des CO₂-Flusses bei Verwendung von unterschiedlichem Haubenmaterial in Abhängigkeit von der Einstrahlung

Fig. 5: Course of CO₂-flux using different chamber materials, depending on radiation

