

Blick auf den Gaszähler

Messung der Treibhausgasemissionen von Moorflächen

In einem weiteren BWPLUS-Projekt zur Klimawirksamkeit von Mooren geht es um die Messung der Treibhausgasemissionen. Dabei stehen verschiedene Messmethoden auf dem Prüfstand. Drei repräsentative Mooregebiete am Oberrhein und in Oberschwaben wurden untersucht. Besonders groß war der logistische Aufwand am Federsee.

PROJEKT

Schon die Wegbeschreibung zum Messstandort im Schilfgürtel des Federsees liest sich geradezu abenteuerlich: Vom Bootshaus bei Bad Buchau rudern Dr. Marc Lamers und die anderen Mitarbeiter des Lehrstuhls Biogeophysik der Universität Hohenheim erst einmal quer über den Federsee zu einem versteckt liegenden Landungssteg. Den haben die Forscher selbst gebaut, ebenso einen 200 Meter langen Steg zum eigentlichen Messstandort. Solarmodule, Recheneinheiten, Sensoren und die Baumaterialien für den sechs Meter hohen Messturm – alles musste auf diesem beschwerlichen Weg transportiert werden. Ein Betonfundament für den Messturm kam nicht infrage. So zimmerten die Bodenkundler eine drei mal zwei Meter große Arbeitsplattform und veran-

kerten den Turm mit Verstreubungen. Eine kleine Photovoltaik-Inselanlage sichert die Stromversorgung.

Drei Referenz-Moore

Der ganze Aufwand wurde betrieben, um den idealen Messstandort zu finden: Rund um den Messpunkt sollte in einem 200-Meter-Radius eine völlig einheitliche Vegetation vorhanden sein. Auch die Windverhältnisse spielten eine Rolle – die Sensoren auf dem Sechsmeter-Turm sollten möglichst nicht durch Einflüsse von andersgearteten Standorten gestört werden. Schließlich war das Federseeried, das größte zusammenhängende Niedermoor Südwestdeutschlands, gerade wegen seiner vom Menschen unbeeinflussten Ökosysteme zum Referenzgebiet des Projekts auserkoren worden. In den beiden anderen

Untersuchungsräumen im Pfrunger-Burgweiler Ried und am nördlichen Oberrhein stand dagegen die Klimawirksamkeit überwiegend landwirtschaftlich genutzter Moorflächen auf dem Messprogramm.

Die Treibhausgas-Messungen sollten dieselben Fragen beantworten, mit denen sich auch die anderen hier skizzierten Projekte aus bodenkundlicher, ökonomischer oder historischer Sicht beschäftigten: Sind die vom Menschen drainierten und landwirtschaftlich genutzten Moore tatsächlich sogenannte „Hotspots für Treibhausgas“, wie es Dr. Marc Lamers formuliert? Und sind naturbelassene Moore tatsächlich klimaneutral oder sogar klimapositiv?

864.000 Messungen pro Tag

Die Messstation im Schilfgürtel des Federseerieds soll zeigen, wie viel Treibhausgase im Tages- und Jahresverlauf hier entweichen. „Überall, wo Schilf wächst, steigt besonders viel Methan auf“, so Lamers. Denn „der Wasserspiegel liegt knapp über der Bodenoberfläche. Es ist also kaum Sauerstoff im Boden, dafür aber sehr viel organische Substanz.“

Die Klimagase werden durch Turbulenzwirbel von der Bodenoberfläche in die Atmosphäre transportiert. Die kurzlebigen Luftwirbel heißen „Eddies“, erfasst werden sie mit der „Eddy-Kovarianz-Methode“: Laserstrahlen tasten sich von der Messstation durch die wirbelnden Luftmassen. Methan-Moleküle beeinflussen die Strahlen so, dass

Repräsentative Erfassung der Emissionen klimarelevanter Gase aus Mooren Baden-Württembergs

Laufzeit: 6/2012 bis 12/2015

Institut für Bodenkunde und Standortlehre, Uni Hohenheim
Prof. Dr. Thilo Streck
thilo.streck@uni-hohenheim.de

Institut für Systematische Botanik und Ökologie, Universität Ulm

Geographisches Institut,
Universität Mainz

Die an dem Verbundprojekt beteiligten Forscher tauschen sich regelmäßig aus – wie hier über die Haubenmessungen im Pfrunger-Burgweiler Ried im Frühjahr 2014.

Bild: Universität Ulm



Rückschlüsse auf die Konzentration möglich sind. 36.000 Mal pro Stunde, 864.000 Mal pro Tag registrieren die Sensoren die Methan-Konzentration sowie die Windgeschwindigkeit – und dies seit März 2013 zwei Jahre lang. Die Forscher errechnen für jede halbe Stunde die Gasemissionen und erhalten ziemlich genaue Tages- und Saisonbilanzen. „Wir sehen, welche Umweltbedingungen die Emissionswerte in die Höhe treiben, zum Beispiel die Temperatur oder der Wasserstand“, erläutert Lamers. Auch die Validierung dieser neuartigen Messmethode gehört zum Forschungsauftrag. Anfangs wurden bis zur Hälfte der Daten aussortiert, weil sie den Qualitätskriterien nicht standhielten. Berechnungen ergaben, dass 70 Prozent der gemessenen Turbulenzwirbel aus einem 100-Meter-Radius um die Messstation stammen, 90 Prozent aus einem 150-Meter-Radius. Die Daten sind damit repräsentativ für den Schilfstandort.

CO₂-Senke und Methan-Quelle

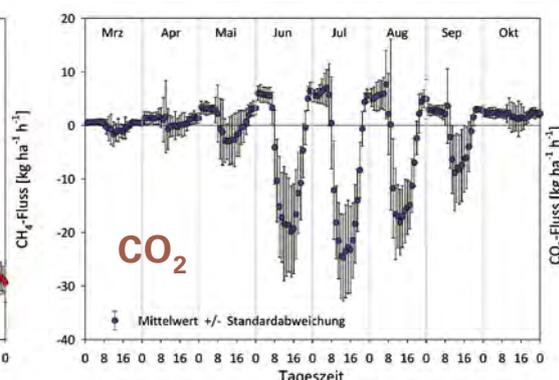
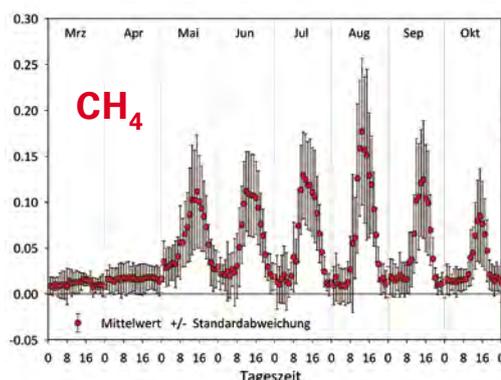
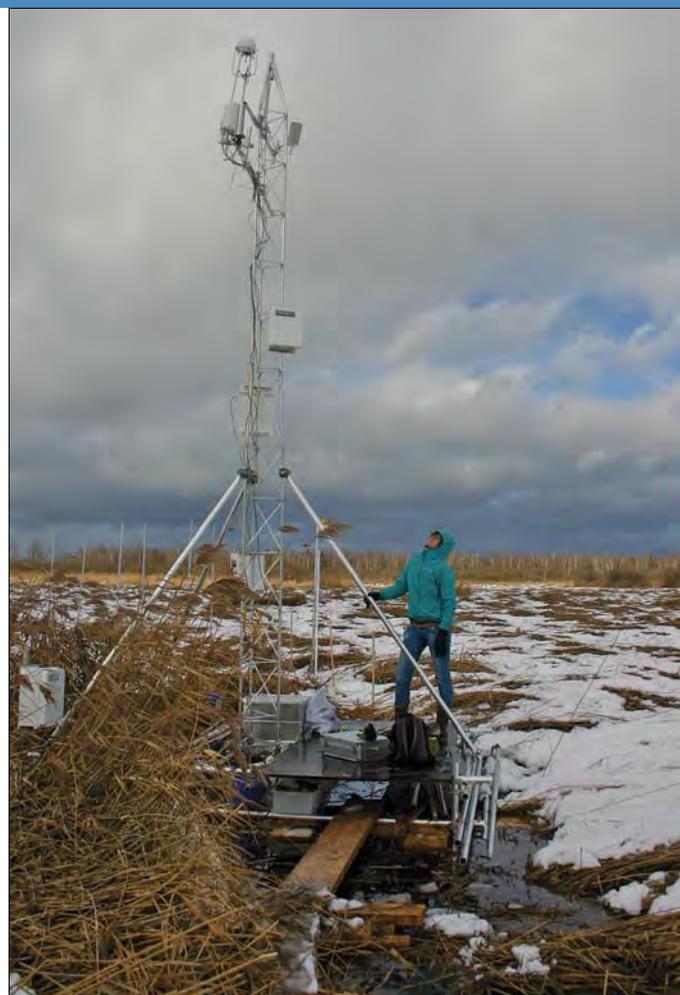
„Wir haben schon bei der Auswertung des Messzeitraums März bis Oktober 2013 eine ausgeprägte saisonale Dynamik festgestellt – bei den Kohlendioxid- und den Methanflüssen“, fasst Professor Thilo Streck zusammen. Die wichtigste Erkenntnis: Mit einem sogenannten Nettoökosystemaustausch von minus 48 Tonnen CO₂ pro Hektar und Monat stellt der Messstandort eine deutliche CO₂-Senke dar. Dabei liegen die Austauschraten im Frühjahr und Herbst deutlich unter denen der Sommermonate. Im Sommer ist zudem die Tagesdynamik sehr ausgeprägt. Um die Mittagszeit wurden im Juli negative Raten von maximal 24 Kilogramm pro Hektar und Stunde gemessen. Beim Methan (CH₄) liegen

die Werte im Plus, der Schilfgürtel stellt also eine Emissionsquelle dar. Die gemessene Jahresmenge beträgt insgesamt 310 Kilogramm pro Hektar, die Spitzen liegen ebenfalls im Hochsommer.

Die Summe beider Gase macht den Standort zu einer deutlichen Kohlenstoffsenke. Trotz der starken Gewichtung von Methan wegen dessen großen THG-Potenzials ergibt sich insgesamt eine leicht positive Gesamtbilanz. „Positiv“ bedeutet in diesem Fall laut Professor Streck: „Der Standort ist als leicht klimafreundlich einzustufen.“ Er ist selbst gespannt, ob das Jahr 2014 dieses Zwischenergebnis bestätigt.

Unter der Haube

Der Moorkomplex des badischen Oberrheingebiets bei Graben-Neudorf im Landkreis Karlsruhe ist stark anthropogen überprägt. Ent-



Im unberührten Schilfgürtel des Federsees werden seit Anfang 2013 von der Eddy-Kovarianz-Messstation zwei Jahre lang täglich 864.000 Messungen der Methan- und Kohlendioxidabgabe durchgeführt. Jahres- und Tagesverlauf der hier gemessenen Methan- und CO₂-Werte zeigen, dass die Methanfreisetzung und die CO₂-Aufnahme in den Mittagsstunden der Sommermonate am höchsten sind.

Bilder: Universität Hohenheim

wässerung, Grünlandwirtschaft und Ackerbau haben zur Degradierung der Moore geführt. Heute überwiegen neben vererdeten Niedermoo ren vor allem Anmoore und Anmoorgleye. Drei Viertel der Moorfläche sind heute als Folge einer Wiesenwässerung von mineralischen Schichten bedeckt.

Professorin Sabine Fiedler vom Geographischen Institut der Universität Mainz erläutert die Messmethode, die sich von der am Federsee





Aus diesen Hauben werden im Untersuchungsgebiet am Oberrhein und im Pfrunger-Burgweiler Ried Gasproben entnommen. Sie können bei höherer Vegetation bis zwei Meter hoch aufgestellt werden.



Neben den aufsteigenden Gasen interessiert die Forscher auch, wie es unter der Erdoberfläche aussieht. Dafür werden Bohrkernentnommen und analysiert. Bilder: Universität Mainz



unterscheidet: „Wir untersuchen die Gasflüsse zwischen Pedosphäre und Atmosphäre mit Hilfe stationärer Haubenmessungen.“ Mittels lichtundurchlässiger Hauben wird die Ökosystematmung bestimmt, also die Bodenatmung sowie die Dunkelatmung der Pflanzen. Die Messungen mit Hilfe von transparenten Hauben erfassen den kompletten Nettoökosystemaustausch inklusive der Lichtatmung der Pflanzen. Dieser parallele Ansatz ermöglicht es, neben dem Netto-CO₂-Gasaustausch auch die Bruttoprimärproduktion – also den Kohlenstoffeinbau in die Biomasse – der jeweiligen Standorte zu ermitteln.

Die Messungen starteten 2012, teilweise konnten ältere Vergleichsdaten hinzugezogen werden. Erste Ergebnisse unterstreichen den großen Einfluss von Landnutzung und Bodentyp auf die Emissionen der Treibhausgase Kohlendioxid, Methan (CH₄) und Lachgas (N₂O). Es scheint sich zu bestätigen, dass die entwässerten Moorflächen ein hohes Treibhausgaspotenzial aufweisen. Als stärkste Gasquelle erwiesen sich bisher die Messstandorte „Niedermoor-Grünland“ und „Anmoor-Acker“.

Seit Januar 2014 werden zusätzlich Eddy-Kovarianz-Analysen durchgeführt. Ein Standort mit Ackernutzung auf Niedermoor erwies sich mit seinen homogenen Bedingungen für diese Methode als geeignet: Das Relief ist eben, und es wird großflächig Mais angebaut.

Methan und Lachgas

Auch am Pfrunger-Burgweiler Ried bei Pfullendorf kommen die rechteckigen Hauben zum Einsatz. Hier führt ein Team des Instituts für Systematische Botanik und Ökologie der Universität Ulm die Messungen in einem zweiwöchigen Rhythmus durch. Die Standorte folgen einem Nutzungsgradienten von intensiv

genutztem Acker- und Grünland über extensiv genutzte Wiesen und Weiden bis zu wiedervernässtem Niedermoor.

Vegetations- und Bodenproben dienen der Bestimmung der in Boden, Wurzeln und Blättern enthaltenen Biomasse. Während auf einem Maisacker die oberirdische Biomasse gegenüber der unterirdischen weit überwiegt, kehren sich die Verhältnisse auf den wiedervernässten Standorten um.

Die bisherigen Messungen zeigten: Methan erreicht bei hohem Grundwasserstand und steigenden Bodentemperaturen sein Maximum, also im späten Frühjahr. Dagegen treten die höchsten Lachgasemissionen bei hohen Bodentemperaturen und abnehmendem Grundwasser auf. Professor Marian Kazda vermutet, dass auch hohe Nitratkonzentrationen im einströmenden Grundwasser Einfluss auf die klimawirksamen Emissionen haben. Analysen des Grund- und Bodenwassers sollen diese Annahme überprüfen.

Kyoto im Blick

Seit Monaten laufen nun die Messungen in Oberschwaben und am Oberrhein. Lasersensoren ertasten Luftwirbel, Hauben füllen sich mit Methan – und Wissenschaftler durchstreifen bei Wind und Wetter Altrheinarme und Schilfdickicht, um der Klimawirksamkeit der Moore Baden-Württembergs auf die Spur zu kommen.

Die Forscher sind dabei nicht zuletzt im globalen Auftrag unterwegs, denn mit den repräsentativen Messungen in den drei Untersuchungsräumen erfüllen sie eine Vorgabe des Kyoto-Protokolls. In diesem haben sich die Unterzeichnerstaaten verpflichtet, jährlich Bericht darüber abzulegen, wie viel Treibhausgas sie emittieren – und was sie dagegen zu tun gedenken.

Stefan Kriz