

# Project *brief*

Thünen-Institut für Agrarklimaschutz

2023/27

## Anwendungsorientierte Modellierung des Kohlenstoffhaushalts von organischen Böden

Arndt Piayda<sup>1</sup>, Bärbel Tiemeyer<sup>1</sup>

- **Der Wasserstand ist der wichtigste Steuerfaktor für Treibhausgasemissionen aus organischen Böden sowie für die Vegetationsentwicklung auf ungenutzten und die Ertragsfähigkeit von genutzten Flächen.**
- **Wichtige Bodenparameter für die hydrologische Beschreibung von Flächen und deren Kohlenstoffspeicher fehlen in derzeitigen Datengrundlagen auf deutschlandweiter Skala.**
- **Die Abbildung für Langfristszenarien relevanter Prozesse ist in aktuellen Modellen noch nicht realisiert; dies betrifft die dynamische Entwicklung des Bodenprofils durch Torfzehrung und Wachstum und somit die Rahmenbedingungen für eine Endlichkeitsbetrachtung der entwässerungsbasierten Landnutzung.**
- **Deutschlandweite Datenbanken zu Wiedervernässungsmaßnahmen existieren zurzeit nicht, weshalb Minderungs- und Anpassungseffekte noch nicht abgebildet werden können.**

### Hintergrund und Zielsetzung

Das Projekt „Anwendungsorientierte Modellierung des Kohlenstoffhaushalts von organischen Böden“ (ACMOSS) zielte darauf ab, bestehende Modelle zur Berechnung von Treibhausgasemissionen aus Böden um den komplexen Wasserhaushalt organischer Böden zu erweitern und die Anwendung auf großen Skalenebenen zu erproben.

### Vorgehensweise

In diesem Projekt wurden bestehende Emissionsmodelle sowie bodenhydraulische Modelle im Hinblick auf ihre Anwendbarkeit auf organischen Böden verglichen und die Nutzbarkeit für eine Regionalisierung bewertet. Dazu wurden bestehende Messdaten aus vergangenen Arbeiten verwendet.

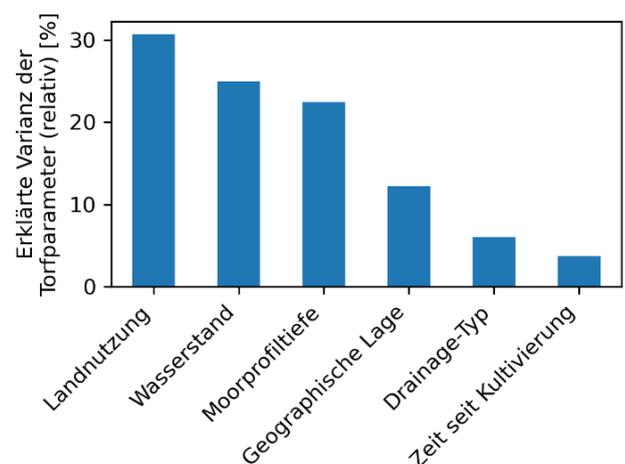
### Ergebnisse

Der Wasserhaushalt ist die wichtigste Kenngröße für die Abschätzung der verschiedenen Prozesse im Kohlenstoffhaushalt organischer Böden, die auf unterschiedliche Weise emissionsrelevant sind. Die präzise Beschreibung der zu Grunde liegenden hydrologischen Prozesse gelingt nur mit dafür ausgelegten Modellen. Dies gilt sowohl für prozessorientierte als auch für stochastischen Modelle, die umfangreiche Datensätze zur Parametrisierung benötigen.

Hierbei weisen physikalische und chemische Parameter der Torfarten eine hohe Variabilität auf, die wiederum stark von der Landnutzung und dem zugehörigen Wassermanagement abhängen. Dabei ist zu beachten, dass die Landnutzung lediglich

als Proxy für den Wasserstand zu verstehen ist und dieser die eigentliche Steuergröße darstellt.

Anteil von Standorteigenschaften an der erklärten Varianz (relativ) untersuchter Niedermoorparameter (Porosität, Lagerungsdichte, Gesättigte und ungesättigte hydraulische Leitfähigkeit, Makroporenanteil, Nutzbare Feldkapazität, Eindringwiderstand, Stick- und Kohlenstoffgehalt, Zersetzungsgrad, pH), Stichprobenumfang von 149 Horizonten, ermittelt durch Faktoranalyse.



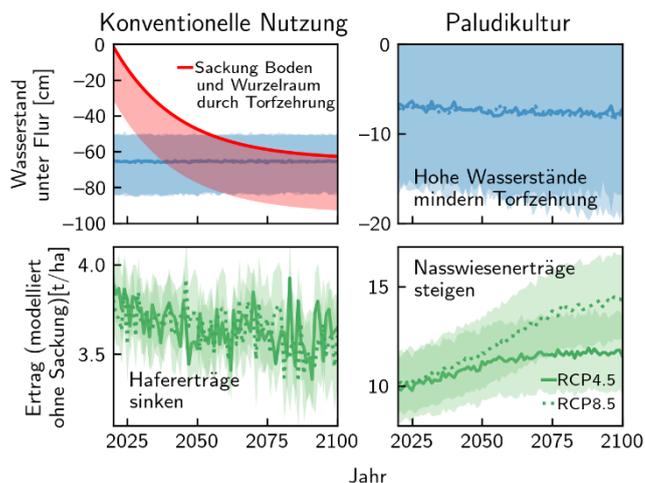
Quelle: Eigene Darstellung, Daten aus eigenen Messungen und Befragungen.

Im Vergleich zu naturnahen Standorten offenbaren die Bodenprofile konventionell genutzter organischer Böden ein wesentlich größeres Spektrum an Parametervariabilität. Dies wird vor allem durch die starke Bodendegradation und der damit einhergehenden Ausdifferenzierung von Oberbodenhorizonten verursacht.

Zu den meisten relevanten Parametern bestehen bereits umfangreiche Datenbanken. Diese müssen im Rahmen zukünftiger Arbeiten verwendet werden, um die in der aktualisierten Kulisse organischer Böden für Deutschland genutzten Moorbodenkategorien bzw. Profileigenschaften zu parametrisieren. So können vorhandene Daten auch für die Modellierung von Moorwasserständen nutzbar gemacht werden. Dies ist eine entscheidende Voraussetzung für die Verbesserung der Emissionsberichterstattung organischer Böden, z.B. im Rahmen der Abschätzung von Effekten von Wassermanagementmaßnahmen an landwirtschaftlich genutzten Standorten.

Die genaue Prozesskenntnis mit den zugehörigen Steuergrößen ist besonders relevant für die Abbildung von Wiedervernässungsmaßnahmen und deren Erfolgsabschätzung, sowohl für die instantane Emissionsreduktion als auch für die Bewertung der langfristigen Nutzungsperspektive. Prozessbasierte Modelle auf Standortbasis liefern hierzu bereits robuste Ergebnisse, offenbaren jedoch auch Defizite in der Abbildung relevanter Mechanismen.

**Modellierte Wasserstände unter Flur und Erträge von konventioneller, entwässerungsbasierter Landnutzung (Haferanbau) und Paludikulturnutzung (Nasswiese) auf organischen Böden für die Emissionsszenarien RCP4.5 und RCP8.5 über die Zeitspanne bis 2100. Beide Modelle wurden an gemessenen Zeitreihen kalibriert und mit Realisationsensembles betrieben. Derzeit verfügbare Modelle erlauben keine explizite Transformation des Bodenprofils durch Torfzehrung, weshalb hier die modellierten Erträge davon unbeeinflusst sind.**



Quelle: Eigene Darstellung, Daten aus eigenen Messungen und Modellierungen.

Besonders die Geländehöhenänderung und die damit einhergehenden Veränderungen des Bodenprofils und dessen Eigenschaften spielen sowohl bei der interannuellen Wasserstandsdynamik als auch für langfristige Betrachtungen eine zentrale Rolle. Die physikalische Quellung und Schrumpfung des Torfkörpers in Abhängigkeit der Feuchte und die damit einhergehende Änderung der Profilmächtigkeiten können derzeit noch nicht in bodenhydrologischen Modellen berechnet werden. Weiterhin sind besonders für genutzte organische Böden die biologische Torfzehrung und langfristige Profildegradation sowie dessen Rückkopplungen zum Bodenwasserhaushalt nicht abbildbar. Damit ist eine mögliche Endlichkeit entwässerungsbasierter Nutzung sowohl auf Standort- als auch großflächiger Skala über Modelle nicht ermittelbar. Ebenso fehlt der Prozess des Torfwachstums durch rezente Vegetation bei nasser Nutzung („Paludikultur“) als relevante Transformation für die langfristige Abbildung der Bodenhydrologie.

Jedoch können bereits ohne diese Modellverbesserungen entscheidende Unterschiede verschiedener Landnutzungsformen abgeleitet werden. Unter Berücksichtigung von erwarteten Emissionsszenarien (RCP4.5 und RCP8.5) wurden sinkende Erträge für den entwässerungsbasierten Ackerbau prognostiziert. Im Kontrast dazu wurden bei der Nasswiesennutzung als einer Form der Paludikultur stark steigenden Erträge vorhergesagt. Hier kommen die verschiedenen Vorteile dieser Nutzungsform, Wasserbevorratung gegen steigenden Evapotranspirationsverlust und unempfindlichere Phänologie bei steigenden Temperaturen, zum Tragen. Die Einbindung von Veränderungen des Bodenprofils werden diesen Nutzungsunterschied noch verstärken.

Zentraler Bestandteil der Modellentwicklung ist die Validierung der Modellergebnisse an gemessenen Wasserständen und Treibhausgasemissionen. Hierfür stehen bereits umfangreiche Daten zur Verfügung. Da sich die meteorologischen Rahmenbedingungen auf Grund der Klimaerwärmung aber stark verändern und neue, nasse Landnutzungsalternativen zentrale Elemente der Emissionsminderung darstellen werden, ist ein stetiger Ausbau der Validierungsdatenbanken nötig. Ein intensives Monitoring organischer Böden, der Aufbau einer Geodatenbank zu Minderungsmaßnahmen sowie die zentrale Vorhaltung von aktuellen Grundwasserständen organischer Böden ist hierfür anzustreben. Auf diese Weise können aktuelle Grundlagen für die Berichterstattung sichergestellt und die Konzeptionierung von Landnutzungsstrategien unterstützt werden. Diese Daten und Modellentwicklungen stellen weiterhin die notwendige Basis dar, um Klimaschutzmaßnahmen auf organischen Böden auf deutschlandweiter Skala abbilden und anrechnen zu können.

## Weitere Informationen

### Kontakt

<sup>1</sup> Thünen-Institut für Agrarclimatschutz  
[arndt.piayda@thuenen.de](mailto:arndt.piayda@thuenen.de)  
[www.thuenen.de/ak](http://www.thuenen.de/ak)

### Laufzeit

2.2018-1.2022

### Projekt-ID

1901

### Veröffentlichungen

Huang et al. (2021)  
 Modelling CO<sub>2</sub> and CH<sub>4</sub> emissions from drained peatlands with grass cultivation by the BASGRA-BGC model. Sci Total Environ 765:144385,  
[DOI:10.1016/j.scitotenv.2020.144385](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.144385)

### Gefördert durch

Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (Sondermittel für „Klimaberichterstattung, Projektionen, Maßnahmen“)