



Pressemitteilung

Veränderte Vegetation auf aufgetautem Permafrostboden verstärkt die Emission von Treibhausgasen

Forschungsteam der Universität Tübingen untersucht, wie sich der wechselnde Pflanzenbewuchs im auftauenden Torfmoor Nordschwedens auf die Treibhausgasbilanz auswirkt

Christfried Dornis
Leitung

Janna Eberhardt
Forschungsredakteurin

Telefon +49 7071 29-77853
janna.eberhardt[at]uni-tuebingen.de

presse[at]uni-tuebingen.de
www.uni-tuebingen.de/aktuell

Tübingen, den 26.03.2026

Auf dem auftauenden Permafrostboden in der Arktis ändert sich die Zusammensetzung der dort wachsenden Pflanzengemeinschaften: Gräser können langsam wachsende Sträucher verdrängen. Zwar binden diese Gräser mehr Kohlendioxid als die vorherigen Pflanzengemeinschaften, im Jahresverlauf führen sie allerdings zu deutlich mehr Methanemissionen – das ist ein Treibhausgas, das den globalen Temperaturanstieg vielfach stärker als Kohlendioxid vorantreibt. Ein Forschungsteam der Universität Tübingen untersuchte dieses Beziehungssystem zwischen den Pflanzen und den feuchten bis nassen Böden. Ziel war es, den Einfluss der Pflanzen auf die Freisetzung von Treibhausgasen unter wechselnden jahreszeitlichen Bedingungen im auftauenden Permafrost-Torfmoor von Stordalen nahe Abisko in Schweden zu quantifizieren. Professorin Marie Muehe von der Universität Tübingen und dem Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung in Leipzig und Professor Andreas Kappler von der Universität Tübingen leiteten die Untersuchungen. Die Studie wurde in der Fachzeitschrift *Global Change Biology* veröffentlicht.

„Die typischen Torfhügel des Moors von Stordalen sind vergleichsweise trocken. Sie liegen auf dem Permafrost auf, so dass das Wasser über der unterliegenden Eisschicht abfließen kann. Beim Auftauen der Bodeneis-schicht wird dieser Abfluss gestört. Aus den Torfhügeln werden feuchte Moore und schließlich nasse Marschen“, beschreibt Muehe die längerfris-tige Entwicklung. Wenn es nasser wird, gedeihen die an die Dauerfrost-bedingungen angepassten langsam wachsenden Sträucher wie Rosma-rinheide oder Zwerg-Birke nicht mehr. Es siedeln sich Torfmoose an, die schließlich beim weiteren Auftauen des Bodeneises und entstehender Staunässe von deutlich schneller und höher wachsenden Gräsern wie Wollgräsern und Seggen abgelöst werden.

Grüne Pflanzen binden bei der Fotosynthese das Treibhausgas Kohlendi-oxid und wandeln es in Stoffe um, die dem eigenen Wachstum dienen.

„Einen Teil der Stoffe wie zum Beispiel Zucker und Aminosäuren geben die Pflanzen natürlicherweise über ihre Wurzeln in den Boden ab, um für ihr Wachstum günstige Mikroorganismen anzusiedeln“, erklärt Marie Mollenkopf, Doktorandin in Muehes und Kapplers Arbeitsgruppe und Erstautorin der Studie. Welche Mikroben sich im Wurzelbereich der Pflanzen vermehren, hänge von zahlreichen Bedingungen wie den verfügbaren Nährstoffen oder auch der Anwesenheit von Sauerstoff ab. „Dabei entstehen auch Nahrungsketten, bei denen die einen Mikroben direkt die ausgeschiedenen Stoffe der Pflanze nutzen, andere verwerten deren Ausscheidungsprodukte weiter. In unterschiedlichem Ausmaß werden schließlich auch die Treibhausgase Kohlendioxid und Methan freigesetzt“, sagt Mollenkopf.

Vom Torfhügel zu den Marschen

In der Studie erfasste das Forschungsteam den Stoffumsatz im Wurzelbereich der verschiedenen Pflanzengemeinschaften systematisch und quantitativ im Freiland des Stordalen-Moors. Über eine Wachstumssaison hinweg maßen die Forscherinnen und Forscher zu definierten Zeitpunkten die natürlichen Wurzelausscheidungen der Pflanzen und die entstehenden Treibhausgase. Zahlreiche Umgebungsbedingungen zur Bodenchemie gingen in die Messungen ein. Sie verglichen dabei die Daten aus den drei Auftauzuständen in den ursprünglichen Torfhügeln, im Moor und in den Marschen.

„Unsere Ergebnisse zeigen, dass hauptsächlich die Gräser in den aufgetauten Mooren und Marschen die saisonale Dynamik der Stoffumsätze und Treibhausgasemissionen antreiben. Mit dem weiteren Auftauen können sie mehr Kohlenstoff freisetzen und fördern zudem aktiv die Methanemission“, sagt Mollenkopf. Früh im Sommer und auch noch im Hochsommer, von Juni bis August, speicherten die Gräser über ihre Fotosyntheseaktivität zwar umfangreiche Mengen an Kohlendioxid, sehr viel mehr als Torfmoose oder Sträucher. „Doch mit dem Fortschreiten der Wachstumssaison nahmen die Methanemissionen bei den Gräsern zu, am höchsten waren die Werte in der Regel im Spätsommer. Insgesamt übertrafen sie die positiven Effekte der Kohlendioxidspeicherung bei Weitem. Zudem gaben sie im Herbst durch reduzierte Fotosyntheseaktivität und absterbendes Pflanzenmaterial auch CO₂ ab und erhöhten die Treibhausgasemissionen dann neunfach“, sagt Muehe. „Permafrostböden werden typischerweise beim Auftauen zur Kohlenstoffquelle, wobei Gräser diesen Kohlenstoffausstoß zum Ende der Wachstumsperiode zusätzlich erhöhen können.“

„Permafrostböden speichern fast die Hälfte des weltweit im Boden gebundenen Kohlenstoffs. Der Einfluss pflanzenbedingter Prozesse im Jahresverlauf kann dazu beitragen, dass sich auftauende Permafrostgebiete noch stärker und schneller als bisher angenommen von einer Kohlenstoffsänke zu einer Kohlenstoffquelle verwandeln. Globale Klimamodelle müssen den Permafrost selbst, aber besonders auch die pflanzliche Aktivität auf ihm berücksichtigen“, sagt Marie Mollenkopf.

„Die Ergebnisse aus Stordalen machen deutlich, dass wir den Klimawandel nur verstehen und wirksam begrenzen können, wenn wir die Prozesse in empfindlichen Ökosystemen wie den Permafrostgebieten genau kennen. Forschende der Universität Tübingen leisten hier einen wichtigen Beitrag, um die Rolle der Böden im globalen Kohlenstoffkreislauf besser abzuschätzen. Dieses Wissen ist eine wesentliche Grundlage für verantwortungsvolle Klima- und Umweltpolitik“, sagt Professorin Dr. Karla Pollman, Rektorin der Universität Tübingen.

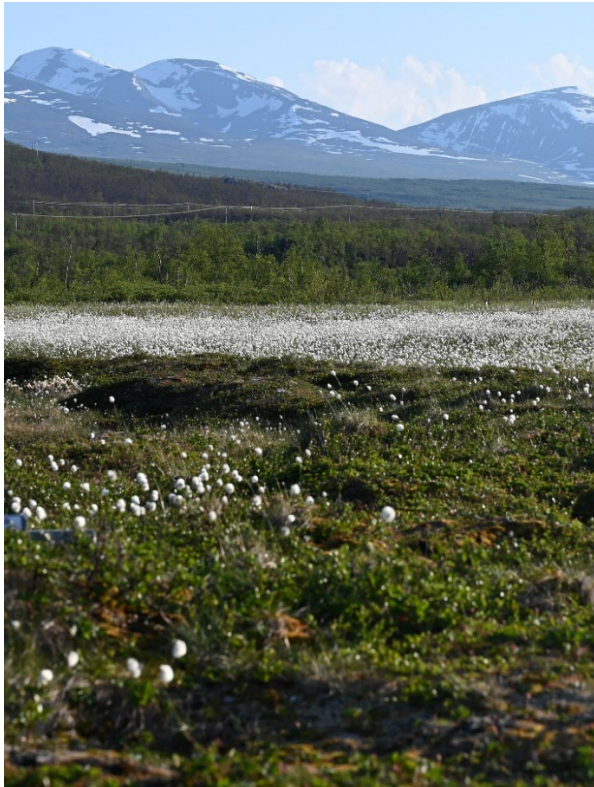


Blühendes Wollgras im Torfmoor von Stordalen bei Abisko in Schweden. Der Permafrostboden taut in der Klimaerwärmung auf. Die geänderten Bedingungen können die Freisetzung von Treibhausgasen aus dem Torf fördern.

Foto: Universität Tübingen/Marie Mollenkopf



Mosaikartige Landschaft im Torfmoor von Stordalen bei Abisko in Schweden mit Torfhügel-, Moor- und Marschbereichen. Die ursprünglichen Torfhügel gehen beim Auftauen des Permafrostbodens in Moore und schließlich in noch stärker vernässte Marschen über. Diese Prozesse können die Freisetzung der Treibhausgase Kohlendioxid und Methan aus dem Torf beeinflussen. Foto: Universität Tübingen/Marie Mollenkopf



Von Gräsern dominierter Bereich des Torfmoors von Stordalen bei Abisko in Schweden.
Foto: Universität Tübingen/Marie Mollenkopf



Blühendes Wollgras am Übergang der Torfhügel zum feuchteren Moor durch Auftauen des Permafrostbodens im Torfmoor von Stordalen. Mit den angebrachten Gefäßen wird Porenwasser für Messungen gesammelt.
Foto: Universität Tübingen/Marie Mollenkopf



Die Torfhügel im Torfmoor von Stordalen befinden sich durch das Auftauen des Permafrostbodens im Übergang zu wassergesättigten Marschen, auf denen hauptsächlich Gräser wachsen. Foto: Universität Tübingen/Marie Mollenkopf

Publikation:

Marie Mollenkopf, Katja Lenge, Sören Drabesch, Sylvain Monteux, Sigrid van Grinsven, Prachi Joshi, Ellen Dorrepaal, Birgit Wild, Andreas Kappler, E. Marie Muehe: Graminoids increase greenhouse gas emissions from thawed permafrost at the end of the growing season. *Global Change Biology*, <https://doi.org/10.1111/gcb.70783>

Kontakt:

Prof. Dr. Marie Muehe
Universität Tübingen
Geo- und Umweltnaturwissenschaften – Pflanzen-Biogeochemie
Helmholtz-Centre for Environmental Research (UFZ), Leipzig
Plant Biogeochemistry, Department Applied Microbial Ecology
Telefon +49 341 6025 1336
eva-marie.muehe[at]uni-tuebingen.de
marie.muehe[at]ufz.de

Prof. Dr. Andreas Kappler
Universität Tübingen
Geo- und Umweltnaturwissenschaften – Geomikrobiologie
Exzellenzcluster Kontrolle von Mikroorganismen zur Bekämpfung von Infektionen (CMFI)
Telefon +49 7071 29 74992
andreas.kappler@uni-tuebingen.de

Diese Studie entstand im Rahmen des Exzellenzclusters EXC 3121: TERRA – Wechselwirkungen zwischen Geo- und Biosphäre in einer Welt im Wandel.