

## ABBAU VON ORGANISCHEM MATERIAL IN MOOREN: WER IST DARAN BETEILIGT UND WAS BEEINFLUSST SIE?

**Carlos Barreto<sup>1\*</sup> und Zoë Lindo<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Soil Biodiversity and Ecosystem Function Laboratory, Biotron Experimental Climate Change Research Centre, Department of Biology, Western University, London, ON, Canada

### JUNGE REVIEWER:



**ADAM**

ALTER: 14



**ALEXANDER**

ALTER: 12

Alle Böden speichern Kohlenstoff. Wenn Pflanzen wachsen, nehmen sie diesen Kohlenstoff aus der Atmosphäre auf und er gelangt wieder in den Boden, wenn die Pflanzen sterben. Dieses tote Pflanzenmaterial wird langsam durch Organismen wie Bakterien, Pilze und winzige Tiere, wie Milben und Springschwänze, abgebaut (Dekomposition), die den Kohlenstoff als Nahrungsquelle nutzen. In Mooren geschieht dieser Abbau sehr langsam, weswegen der meiste Kohlenstoff aus toten Pflanzen im Boden verbleibt. Das kann helfen, die Klimaerwärmung zu verlangsamen. Die Abbaugeschwindigkeit in Mooren ist abhängig davon, wie feucht der Boden ist, und welche Pflanzenarten und Bodenorganismen darin vorkommen. Wir haben in einem Moor im Norden Kanadas herausgefunden, dass das tote Pflanzenmaterial von verschiedenen Pflanzenarten in unterschiedlichen Geschwindigkeiten abgebaut wird. Zusätzlich waren in feuchteren Gebieten mehr Milben und

Springschwänze am Abbau beteiligt. Weil Moore derart bedeutende Kohlenstoffspeicher sind, ist die Kenntnis der am Abbau Beteiligten sehr wichtig, um zu verstehen, wie die Klimaerwärmung verlangsamt werden kann.

## EINLEITUNG

**Dekomposition** ist der natürliche Vorgang, bei dem organisches Material pflanzlichen oder tierischen Ursprungs abgebaut wird. Während dieses Abbaus verändert sich die chemische Zusammensetzung der toten Pflanzen und Tiere, und Kohlenstoff wird in die Atmosphäre freigesetzt.

Der Abbau erfolgt durch verschiedene **Organismen** wie Pilze (Abbildung 1D), Bakterien (Abbildung 1E), Würmer (Abbildung 1F), Hornmilben (Abbildung 1B) und Springschwänze (Abbildung 1C). Bakterien und Pilze sind direkt am Abbau des Pflanzenmaterials beteiligt und werden daher als primäre Zersetzer bezeichnet. Pilze und Bakterien (primäre Zersetzer) werden von Hornmilben und Springschwänzen gefressen (sekundäre Zersetzer). Raubmilben (Abbildung 1A) fressen dann wiederum diese sekundären Zersetzer. Daher beeinflussen Hornmilben und Springschwänze indirekt, wie schnell der Abbau vonstatten geht.

### DEKOMPOSITION

Die Zersetzung von toten Pflanzen und Tieren, die als Gewichtsverlust gemessen wird.

### ORGANISMUS

Eine einzelne Pflanze, ein einzelnes Tier, Bakterium oder ein einzelner Pilz.

### Abbildung 1

Beispiel eines vereinfachten Bodennahrungsnetzes: Beispiel für einen Räuber (A): Raubmilbe; Sekundäre Zersetzer. (B): Beispiel für Hornmilben. (C) Beispiel für Springschwanz. (D) Pilze. (E) Pilze mit Bakterien am Rand des Bildes (Ellipse). (F) Regenwürmer. (G) Vegetation in einem Torfmoor (nur tote Pflanzen werden zersetzt). Die Pfeile stehen für Fraßbeziehungen und zeigen in die Richtung des jeweiligen Energieflusses.

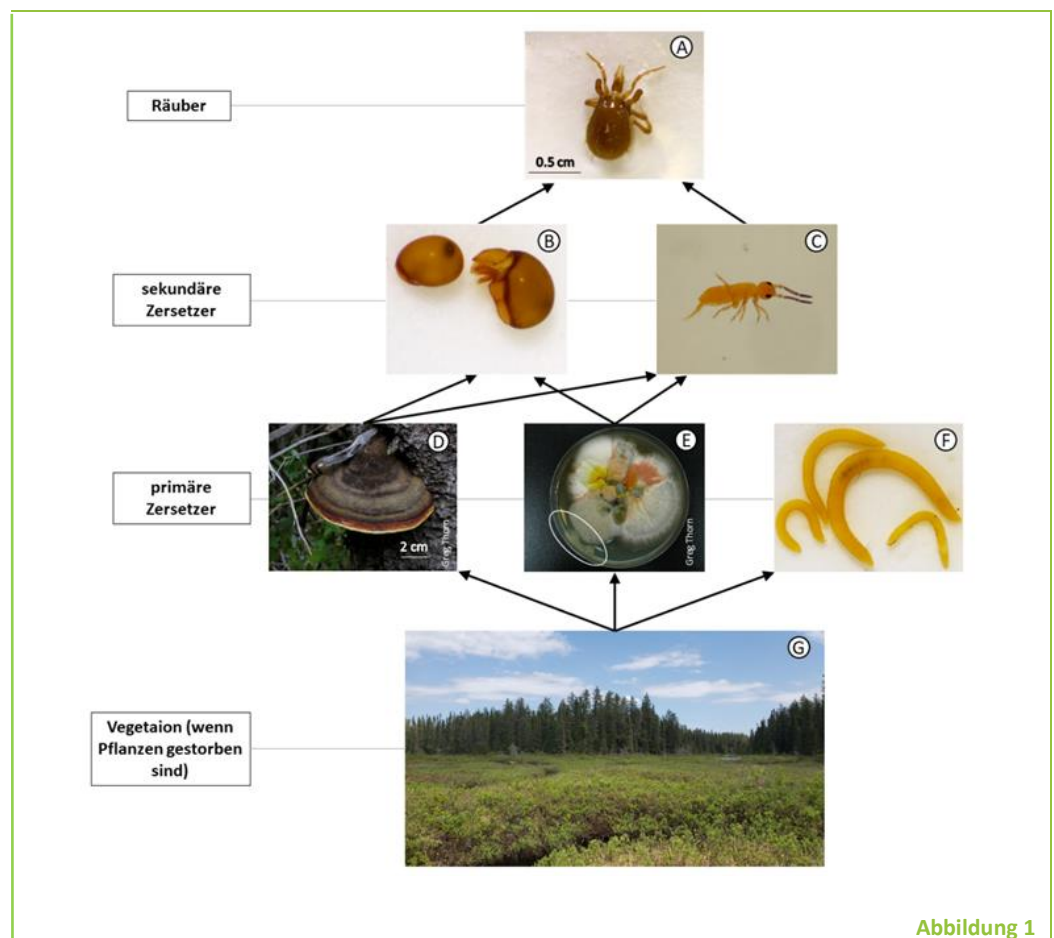


Abbildung 1

**Moore** sind sehr wichtige Ökosysteme, die teilweise zersetzte Vegetation anreichern (Abbildung 1G) und daher den Kohlenstoff aus diesem Pflanzenmaterial speichern [1] (Abbildung 2A). Die meisten Pflanzen hier

## KLIMAWANDEL

Der Klimawandel ist die Erwärmung der gesamten Erde, hauptsächlich bedingt durch zunehmende Kohlenstoffdioxidkonzentrationen in der Atmosphäre. Die Hauptquelle des Kohlenstoffdioxids sind menschliche Aktivitäten.

## LEBENS- GEMEIN- SCHAFT

Eine Gruppe von verschiedenen Arten, die im gleichen Gebiet leben und miteinander interagieren.

## ART

Organismen mit ähnlichen physischen und genetischen Eigenschaften. Zum Beispiel bilden alle Menschen eine Art, genauso bilden alle Hunde eine Art. Auch alle Katzen werden als eine Art angesehen.

## Abbildung 2

(A) Torfmoor. (B) Torfbult vor einem Baum. (C) Schlenke, in die Streubeutel gelegt werden. (D) Streubeutel (10 x 7cm mit 1mm Maschenweite). (E) Moos (Art: Sphagnum sp.). (F) Strauch (Art: Chamaedaphne calyculata). (G) Segge (Art: Carex sp.). (H) Tullgren-Trichter (Extraktor für Fauna).

gehören zu den Moosen (Abbildung 2E). Moose sind kleine, langsam wachsende Pflanzen, die viel Wasser zum Überleben brauchen, weil sie keine echten Wurzeln haben. Nach ihrem Tod werden sie auch nur sehr langsam abgebaut.

Moore sind sehr feucht und die Dekomposition verläuft langsamer als in anderen Ökosystemen wie Wäldern oder Wiesen, die trockener sind. Daher reichern sich mehr tote Pflanzen an, was dazu führt, dass weniger Kohlenstoff aus Mooren in die Atmosphäre gelangt als aus vielen anderen Ökosystemen. Mit anderen Worten: es gelangt mehr Kohlenstoff in den Boden von Mooren und wird dort gespeichert als in Form von Kohlenstoffdioxid in die Atmosphäre gelangt. Kohlenstoffdioxid ist ein Treibhausgas, das Wärme in der Erdatmosphäre hält. Daher können uns Moore helfen, die **Klimaerwärmung** zu verlangsamen oder sogar umzukehren. Sie können den Klimawandel umkehren, indem sie mehr Kohlenstoff in ihren Böden speichern.

Verschiedene Faktoren können den Abbau von organischem Material in Mooren beeinflussen, z.B. wie feucht der Boden ist, welches tote Pflanzenmaterial vorliegt und welche **Lebensgemeinschaften** (unterschiedliche Organismengruppen) im Boden vorhanden sind. Weil wir wissen wollten, welche Faktoren die Dekomposition in Mooren beeinflussen, sind wir in den Nadelwaldgürtel in Nord-Ontario, Kanada, gegangen und untersuchten dort die Milben und Springschwänze in einem wunderschönen Moor. Wir schauten uns ihre Gemeinschaften in verschiedenen Bereichen des Moores aus zwei Gründen an: Erstens ist noch immer nicht bekannt, welche **Arten** von Milben und Springschwänzen in Mooren zu finden sind, und zweitens hat uns interessiert, wie sehr diese Tiere den Abbau von Blättern unterstützen könnten.



Abbildung 2



## WAS HABEN WIR GEMACHT?

Eine Gruppe von Wissenschaftler\*innen der Western University (London, Ontario, Kanada), haben gemeinsam mit Wissenschaftler\*innen des Ontario Instituts für Waldforschung in einem Moor im Norden Ontarios (Kanada) gearbeitet. Wir versuchen dort, verschiedene Fragen über Moore zu beantworten, indem wir Pflanzen, Milben, Insekten, Quecksilber, Kohlenstoff und Wasser untersuchen. Das Moor ist hauptsächlich von Sphagnum-Moosen bedeckt, welche Erhebungen, sogenannte (Torf-)Bulten (Abbildung 2B) entstehen lassen, sowie Mulden, die sogenannten Schlenken (Fig. 2C). Bulte bestehen aus Anreicherungen von Moosen und anderen Pflanzen und sind an der Oberfläche trocken. Dagegen haben die Schlenken sehr feuchte Oberflächen. In dieser Studie wollten wir herausfinden, ob sich die Milben- und Springschwanz-Gemeinschaften (sekundäre Zersetzer) sowie die Dekompositionsraten (wie schnell tote Pflanzen abgebaut werden) zwischen den Bulten und Schlenken in unserem Moor unterscheiden.

## WAS HABEN WIR IM MOOR GEMACHT?

Eine Möglichkeit, um den Abbau organischen Materials zu untersuchen ist der Einsatz von Streubeuteln [2]. Streubeutel sind kleine Beutel aus einem Maschengewebe und können mit toten Pflanzen befüllt werden. Die Löcher im Gewebe ermöglichen dabei winzigen Tieren, hinein- und hinauszugehen. Wir füllten unsere Streubeutel (Abbildung 2D) mit Blättern von drei unterschiedlichen Pflanzen: Moose (Abbildung 2E), kleine Sträucher (Abbildung 2F) und Seggen (Abbildung 2G) (das sind Gräser). Das jeweilige Anfangsgewicht der trockenen Blätter jedes Streubeutels notierten wir uns.

Im Juni 2015 platzierten wir einen Streubeutel von jeder Pflanzenart (drei Streubeutel) auf fünf unterschiedlichen Bulten (trockene, erhabene Flächen) und fünf in Schlenken (feuchte, abgesenkte Bereiche). Die Streubeutel wurden auf der Bodenoberfläche befestigt und für ein ganzes Jahr dort gelassen. Damit hatten die Bodenorganismen genug Zeit, in die Streubeutel einzuwandern und dort die Blätter zu zersetzen. Nach einem Jahr gingen wir zurück zum Moor, sammelten die Streubeutel wieder ein und brachten in unser Labor in der Western University im Süden Ontarios (Kanada).

## WAS HABEN WIR IM LABOR GEMACHT?

Im Labor legten wir jeden Streubeutel auf einen speziellen Apparat, den sogenannten Tullgren-Trichter (Abbildung 2H). Eine Glühbirne über dem Trichter erwärmt den ganzen Streubeutel, wenn sie eingeschaltet ist, und zwingt somit die Organismen, sich aus dem Streubeutel heraus- und in kleine Gläser hineinzubewegen, wo wir sie beobachten können. Danach schnitten wir die Streubeutel auf, trockneten die Blätter in einem Ofen und wogen sie anschließend noch einmal. Wir beobachteten die Organismen, die aus den Streubeuteln herausgekommen waren, unter dem Mikroskop und sortierten sie nach ihrem Aussehen in unterschiedliche Arten. Zudem zählten wir, wie viele Tiere jeder Art im jeweiligen Streubeutel zu finden waren. Für diesen Teil

der Arbeit brauchten zwei Wissenschaftler\*innen fünf volle Tage. Zum Schluss verglichen wir das Gewicht der Blätter nach einem Jahr in unserem Moor mit ihrem ursprünglichen Gewicht. Der Gewichtsunterschied gab uns darüber Auskunft, wie viel der Blätter innerhalb eines Jahres abgebaut wurde, oder mit anderen Worten, wie viel die Tiere gefressen hatten.

## WAS HABEN WIR HERAUSGEFUNDEN?

Blätter von unterschiedlichen Pflanzen werden mit unterschiedlicher Geschwindigkeit abgebaut. Die Blätter der Seggen wurden stärker abgebaut (Reduktion um 42,5%) als die Blätter der kleinen Sträucher (Reduktion um 30,5%), die wiederum stärker abgebaut wurden als das Moos (Reduktion um 20,3%) (Abbildung 3A). Es machte allerdings keinen Unterschied, ob die Streubeutel auf Bulten oder in Schlenken platziert waren, denn die Abbauraten waren ungefähr gleich. Das ist darin begründet, dass die Schlenken zwar feuchter waren als die Bulten, aber nicht so mit Wasser gesättigt, dass dies die Abbaurate hätte verlangsamen können, wie es in überschwemmten Gebieten des Moores geschieht.

Ein einziger Streubeutel beinhaltete zwischen null und 203 Milben und zwischen null und 123 Springschwänzen. Wir fanden jeweils mehr Milben und Springschwänze in den Streubeuteln der feuchten Schlenken als auf den trockeneren Bulten (Abbildung 3B). Die winzigen Tiere bevorzugten allerdings keinen bestimmten Blattpfyp, denn sie kamen in gleicher Zahl in Streubeuteln mit Seggen, kleinen Sträuchern oder Moos vor. Bestimmte Milben, die Hornmilben (Abbildung 1B), waren die häufigsten Tiere in den Streubeuteln (53,6% der Gesamtzahl an Individuen), gefolgt von Springschwänzen, die 40% der Individuen ausmachten. Zusätzlich fanden wir noch ein Paar Milben aus anderen Gruppen, einige Spinnen und einige Insektenlarven, aber diese machten nur 6,4% der Tiere in den Streubeuteln aus. In den feuchteren Schlenken fanden wir nicht nur eine größere Anzahl von Tieren, sondern auch mehr Arten. Insgesamt fanden wir 20 Arten innerhalb der 506 Hornmilben-Individuen und sieben Arten innerhalb der 378 Springschwanz-Individuen (Abbildung 1C). Die Lebensgemeinschaften der Hornmilben waren sich in den Schlenken untereinander ähnlicher und hatten mehr Arten. Die Hornmilbenarten auf den Bulten schienen eher zufällig zusammengesetzt zu sein.

### Abbildung 3

(A) Verschiedene Zersetzungsgrade von unterschiedlichen Blätterttypen; Seggen wurden innerhalb des einjährigen Experiments stärker zersetzt. (B) In Schlenken kamen mehr Arten und Individuen von Hornmilben und Springschwänzen vor. Die Bilder zeigen nicht die richtigen Größenverhältnisse.

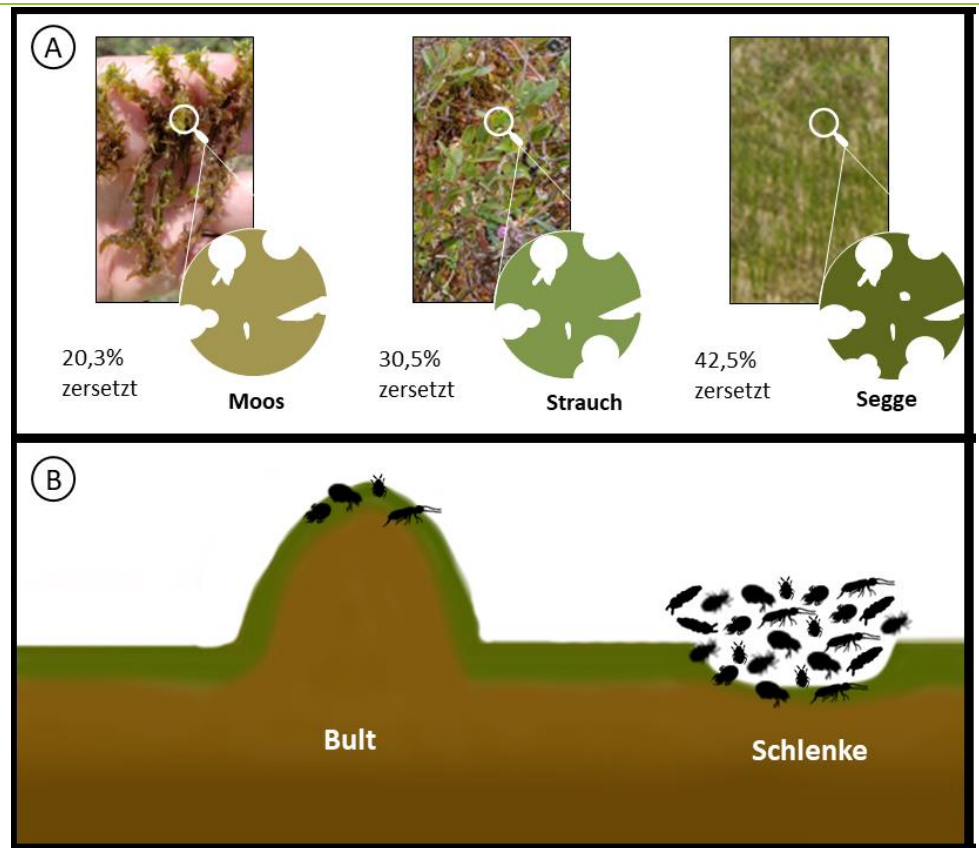


Abbildung 3

### WARUM IST DAS WICHTIG?

Es gibt bisher nur wenige Studien über Milben und Springschwänze in Mooren. Der erste Grund für diese Studie war deshalb, Informationen darüber zu gewinnen, welche Hornmilben in unserem Moor leben. Wenn wir die Unterschiede zwischen den Gemeinschaften dieser kleinen Tiere besser verstehen, können wir außerdem besser abschätzen, wie schnell oder langsam der Abbau von Blättern in Mooren natürlicherweise vonstattengeht.

Auch wenn in den meisten Fällen davon ausgegangen wird, dass Hornmilben und Springschwänze sekundäre Zersetzer [3] sind, weil sie sich von Pilzen und Bakterien ernähren, ist es wichtig zu verstehen, wer sie sind, wo sie leben und wie viel sie zum Abbau von organischen Materialien beitragen, um Voraussagen darüber treffen zu können, wieviel Kohlenstoff aus dem Boden in die Atmosphäre gelangt. Moorböden sind speziell, denn sie bedecken nur einen sehr kleinen Teil der Erde, aber durch ihre langsamen Abbauraten können Moore sehr große Mengen an Kohlenstoff speichern [1].

Durch die stetige Erhöhung der globalen Temperaturen aufgrund des Klimawandels wird erwartet, dass sich die Pflanzenarten in den Mooren verändern werden. Genauer gesagt werden Seggen wahrscheinlich die Flächen einnehmen, auf denen vorher Moose wuchsen [4]. In unserer Studie haben wir herausgefunden, dass Seggen schneller abgebaut werden als Moos, was letztendlich bedeutet, dass eine Veränderung der Pflanzengemeinschaften von

Moosen zu Seggen wahrscheinlich die Kohlenstoffmenge erhöht, die während des Abbaus freigesetzt wird.

Auch wenn wir in dieser speziellen Studie die Bakterien und Pilze nicht untersucht haben, haben Untersuchungen unserer Forschungsgruppe im gleichen Moor gezeigt, dass sich die Gemeinschaften der Pilze [5] und Bakterien [6] in Bulten und Schlenken ebenfalls unterscheiden. Zu Milben und Springschwänzen gibt es nur sehr wenige Studien, weswegen wir uns auf sie konzentrierten. Aber die Ergebnisse für Pilze und Bakterien deuten auch darauf hin, dass der Klimawandel die Fähigkeit von Mooren zur Speicherung von Kohlenstoff verändern wird. Mit anderen Worten: Ein Anstieg der Temperaturen kann die Abbaurate von Blättern erhöhen, was mehr Kohlenstoffdioxid in die Atmosphäre entlässt und damit den Klimawandel noch weiter vorantreibt. Umso mehr müssen wir den Schutz von Mooren vorantreiben, weil sie wichtige Ökosysteme sind für unser Leben in einer Zukunft, die wahrscheinlich von mehr Kohlenstoffdioxid in der Atmosphäre geprägt sein wird. Jetzt ist die Zeit für Naturschutzmaßnahmen!

## DANKSAGUNGEN

Wir bedanken uns für die Finanzierung durch das Natural Sciences and Engineering Research Council of Canada (NSERC) Discovery Grant-Programm (ZL #418241-2012) und dem Ontario Ministry of Research, Innovation and Science, Early Researcher Award (ZL). Wir danken Dr. J. McLaughlin (Ontario Ministry of Natural Resources and Forestry) für die Zugangserlaubnis zum White River, dem ON Feld und Dr. Brian Branfireun für ihre weitere Unterstützung unseres Forschungsprogramms. Wir danken Dr. Greg Thorn und Dr. Branfireun für einige der Bilder. Besonderer Dank gilt Caitlyn Lyons, die uns geholfen hat, unseren Text auf Kinder abzustimmen, und der großartigen Arbeit unserer jungen Reviewer und ihren Wissenschaftsmentorinnen und Wissenschaftsmentoren. Wir danken auch Dr. Malte Jochum, der uns eingeladen hat, Teil dieser großartigen Initiative zu werden.

## ORIGINAL-ARTIKEL

Barreto, C., and Lindo, Z. 2018. Drivers of decomposition and the detrital invertebrate community differ across a hummock-hollow microtopology in Boreal peatlands. *Ecoscience* 25:39–48. doi: 10.1080/11956860.2017.1412282

## LITERATURVERZEICHNIS

- [1] Gorham, E. 1991. Northern peatlands: role in the carbon cycle and probable responses to climatic warming. *Ecol. Appl.* 1:182–95.
- [2] Moore, T. R., Trofymow, J. A., Prescott, C. E., and Titus, B. D. 2017. Can short-term litter-bag measurements predict long-term decomposition in northern forests? *Plant Soil* 416:419–26. doi: 10.1007/s11104-017-3228-7
- [3] Lehmitz, R., and Maraun, M. 2016. Small-scale spatial heterogeneity of stable isotopes signatures (d15N, d13C) in *Sphagnum* sp. transfers to all trophic levels in oribatid mites. *Soil Biol. Biochem.* 100:242–51. doi: 10.1016/j.soilbio.2016.06.005
- [4] Dieleman, C. M., Branfireun, B. A., Mclaughlin, J. W., and Lindo, Z. 2015. Climate change drives a shift in peatland ecosystem plant community: implications for ecosystem function and stability. *Glob. Change Biol.* 21:388–95. doi: 10.1111/gcb.12643
- [5] Asemaninejad, A., Thorn, R. G., and Lindo, Z. 2017. Vertical distribution of fungi in hollows and hummocks of boreal peatlands. *Fungal Ecol.* 27:59–68. doi: 10.1016/j.funeco.2017.02.002
- [6] Asemaninejad, A., Thorn, R. G., Branfireun, B. A., and Lindo, Z. 2019. Vertical stratification of peatland microbial communities follows a gradient of functional types across hummock-hollow microtopographies. *Ecoscience* 26:249–58. doi: 10.1080/11956860.2019.1595932

**EDITED BY:** Malte Jochum, German Centre for Integrative Biodiversity Research (iDiv), Germany

**CITATION:** Barreto C and Lindo Z (2020) Decomposition in Peatlands: Who Are the Players and What Affects Them? *Front. Young Minds* 8:107. doi: 10.3389/frym.2020.00107

**INTERESSENKONFLIKT:** Die Autoren erklären, dass diese Studie ohne kommerzielle oder finanzielle Beziehungen durchgeführt wurde, die als potentieller Interessenskonflikt ausgelegt werden könnte.

**BEITRÄGE DER AUTOREN:** Carlos B. und Zoë L. schrieben das Manuskript und CB fertigte die Abbildungen an.

**COPYRIGHT** © 2020 Barreto and Lindo. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC BY). The use, distribution or reproduction in other forums is permitted, provided the original author(s) and the copyright owner(s) are credited and that the original publication in this journal is cited, in accordance with accepted academic practice. No use, distribution or reproduction is permitted which does not comply with these terms.



## JUNGE REVIEWER



### ADAM, ALTER: 14

Hi, mein Name ist Adam. Ich lebe bei meinen Eltern, zusammen mit meinem älteren Bruder, einem Hund, Fischen und zwei Vögeln. Ich bin ein großer Fan von Naturwissenschaften und Geschichte. Ich zeichne, schreibe und lese gern. Mein Lieblingssport ist Fußball. Ich schwimme auch gern im Meer und spiele Videospiele.



### ALEXANDER, ALTER: 12

Ich bin ein 12-jähriger Junge in der siebten Klasse. Mein Lieblingsfach ist Mathematik. Ich spiele gerne Gitarre und lerne gerade Schlagzeugspielen.

## AUTOREN



### CARLOS BARRETO

Schon früh bemerkte Carlos, dass er Tiere mag. In der Schule waren die Naturwissenschaften immer seine Lieblingsfächer. Daher entschied er sich dafür, dass er einen Beruf erlernen möchte, der Wissenschaft und Tiere vereint. Er versuchte, Tierarzt zu werden, was aber nicht geklappt hat. So wurde er ein paar Jahre später Ökologe mit Schwerpunkt Insekten und Milben und hat seitdem in den Tropen, Eisenerz- und Kalksteinhöhlen, Nadelwäldern, städtischen Flächen und Mooren auf drei Kontinenten gearbeitet: Südamerika, Nordamerika und Europa. \*cbarreto@uwo.ca; orcid.org/0000-0003-2859-021X



### ZOË LINDO

Dr. Zoë Lindo ist eine Expertin für Bodendiversität und Ökosystemfunktionen. Sie hat intensiv in kanadischen Wäldern gearbeitet, dabei auch in den borealen Mischwäldern von Alberta, der subarktischen Taiga im Quebec, den gemäßigten Küstenzonen von British Columbia und den Schwarzfichten / Torfmooren von Ontario. „Der übergreifende Fokus meiner Forschungsarbeit liegt darin, den Artenverlust durch menschenverursachte Umweltveränderungen zu mildern und die Funktionen von kanadischen Wäldern und Bodenökosystemen zu erhalten. Ich beschreibe mich selbst als Biodiversitätsforscherin, um der Breite meiner Forschungsthemen in der Ökologie der Lebensgemeinschaften, Bodenökologie und Taxonomie gerecht zu werden.“ orcid.org/0000-0001-9942-7204

## ÜBERSETZERIN

### STEFANIE MAAß