frontiers FOR YOUNG MINDS

Übersetzt von Birgit Lang.

PANZERMILBEN, KÄFERMILBEN ODER MOOSMILBEN: DIE FANTASTISCHE WELT DER HORNMILBEN

***Carlos Barreto* [*,1] *and Zoë Lindo* [1]**

[1] *Soil Biodiversity and Ecosystem Function Laboratory, Department of Biology, Biotron Experimental Climate Change Research Centre, Western University, London, ON, Canada*

YOUNG REVIEWERS:

ISABEL

ALTER: 10

MARGARIDA

ALTER: 12

Hornmilben sind eine Tiergruppe, die mit Spinnen, Skorpionen und Zecken verwandt ist. Allerdings sind sie in der Regel viel kleiner (die meisten sind kleiner als 0,5 cm) und besitzen viele Abwehrmechanismen, um sich vor Fressfeinden zu schützen. Im Allgemeinen leben Hornmilben in der Erde und ernähren sich von Pilzen, Bakterien und Bodenpartikeln. Dadurch sind sie sehr wichtig für Zersetzungsprozesse. Hornmilben tragen auch zum Nährstoffkreislauf im Boden bei und wirken an der Bodenbildung mit. Hornmilben sind auch in Gewässern und sogar Baumkronen zu finden. Es gibt sie überall auf der Welt, von Wäldern bis zu Wüsten und an den Rändern von Seen und Ozeanen. Sie sind oft die häufigste Mesofauna im Boden und erreichen in Wäldern beeindruckende Populationen von bis zu 500.000 Individuen pro m². Die Vielfalt der Hornmilben variiert je nach Vegetationstyp, Klima und Bodeneigenschaften wie Feuchtigkeit, pH-Wert, Nährstoffkonzentration und Schwermetallen.

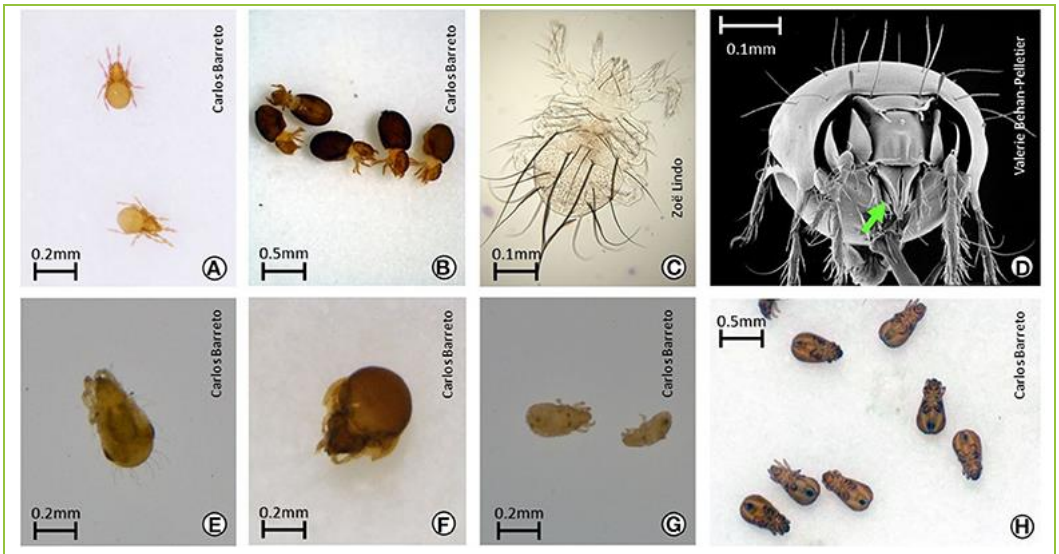


Abbildung 1

Abbildung 1

Beispiele von Hornmilben mit ihren wissenschaftlichen Namen. (A) Suctobelbella sp.; (B) Hoplophorella sp. (im englischen auch box mites genannt, also „Kistenmilben"); (C) Wehrhaare auf Palaeacarus sp.; (D) harter Körper von Diapterobates notatus mit einem Pfeil, der auf die zahnartigen Strukturen zeigt, die beim Fressen helfen; (E) junge Lepidozetes sp.; (F) ausgewachsene Lepidozetes sp. (bemerke: junge und ausgewachsene Milben sehen nicht gleich aus); (G) junge Tyrphonothrus sp.; und (H) ausgewachsene Tyrphonothrus sp. (bemerke: junge und ausgewachsene Milben sehen gleich aus).

WAS SIND HORNMILBEN

Hornmilben (formaler Name: Unterordnung Oribatida) sind mit Spinnen, Skorpionen und Zecken verwandte Tiere, da sie ebenfalls acht Beine haben (Abbildung 1 und Abbildung 2). Während viele Menschen Angst vor Spinnen, Skorpionen und Zecken haben, sind Hornmilben keine gesundheitliche Gefahr für den Menschen. Sie sind sogar nützlich, denn sie helfen bei der Bodenbildung und dabei, Nährstoffe in die Umwelt zurückzuführen. Hornmilben werden auch als Käfermilben oder Panzermilben bezeichnet, weil sie typischerweise einen harten Körper haben (wie Käfer), um sich vor Fressfeinden zu schützen (Abbildung 1B und D). Sie werden manchmal auch Moosmilben genannt, weil sie häufig in Moosen vorkommen, einer Art von Pflanzen die dicht an der Bodenoberfläche wachsen.

WIE SEHEN HORNMILBEN AUS?

Die meisten ausgewachsenen Hornmilben sind braun, sie können aber auch andere Farben von fast weiß über gelb oder rötlich-braun (Abbildung 1A und Abbildung 2D) bis hin zu fast schwarz haben. Männchen und Weibchen sehen bei den meisten Arten sehr ähnlich aus, aber die jungen Milben sehen selten wie die ausgewachsenen Milben aus (Abbildung 1E-H). Die Weibchen legen Eier, aus denen die jungen Milben (Larven) schlüpfen. Diese durchlaufen drei weitere Larvenstadien, bevor sie ausgewachsen sind. In jedem Stadium legen sie ihre äußere Körperhülle ab, das so genannte **Exoskelett**, während ihr Körper größer wird. Einige Hornmilben tragen das alte Exoskelett auf ihrem Rücken mit sich als eine Form der Tarnung herum, um sich vor Raubmilben zu schützen. Raubmilben können einige Hornmilben fressen. Hornmilben sind meist oval geformt, aber einige sind rund wie ein Ball, wenn sie ihre Beine in den Körper zurückziehen (Abbildung 1B). Alle Hornmilben haben einen Kopf, der mit dem Rest des Körpers verbunden ist, und acht Beine, die in der Mitte des Körpers befestigt sind. Die meisten Hornmilben haben winzige Löcher in ihren Achselhöhlen, die ihnen das Atmen ermöglichen; sie haben keine Nasen wie

EXOSKELETT

Das äußere Skelett, welches den Körper eines Tieres stützt und beschützt. Mit anderen Worten, die äußere Körperhülle des Tieres. Es kann bei Hornmilben sehr hart sein.

LENTICULUS

Diese Struktur erlaubt den Hornmilben, Licht wahrzunehmen, da sie keine richtigen Augen haben.

wir. An ihren Beinen haben sie Haare, mit denen sie fühlen, schmecken und sogar riechen können (Abbildung 1C und D sowie 2C). Ihre Beine haben auch Krallen an den Spitzen, ähnlich wie die menschlichen Fingernägel (Abbildung 1D). Die meisten Hornmilben haben keine richtigen Augen, aber sie haben andere Strukturen die Licht wahrnehmen können, z. B. eine Struktur namens **Lenticulus** (Abbildung 2B). Sie haben auch keine richtigen Zähne, sondern zahnähnliche Strukturen, die ihnen bei der Nahrungsaufnahme helfen (Abbildung 1D).

Abbildung 2

Vielfalt der Hornmilben mit ihren wissenschaftlichen Namen. (A) Melanozetes crossleyi; (B) Hydrozetes sp. mit einem Pfeil, der auf den Lenticulus zeigt, die Struktur, die es dieser Hornmilbe ermöglicht Licht wahrzunehmen; (C) Collohmannia johnstoni; (D) Cersella sp.; (E) Nehypochthonius porosus sp. (F) junge Eupterotegeaus.

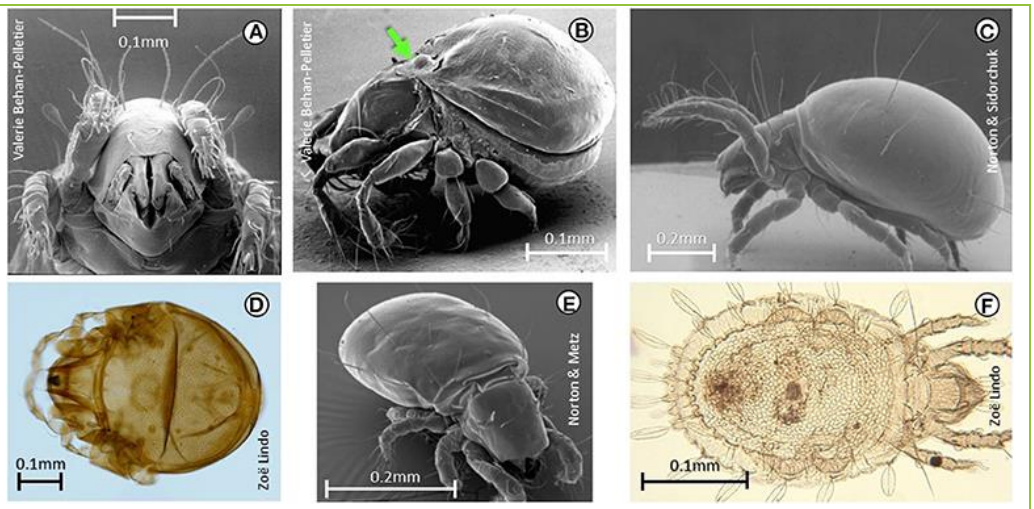


Abbildung 2

Hornmilben sind sehr kleine Organismen. Die meisten sind weniger als 1 mm lang (die meisten 0,3-0,7 mm), was dem Durchmesser von zwei nebeneinander liegenden menschlichen Haaren entspricht, aber einige können so groß wie eine Bleistiftspitze sein. Da diese Organismen so klein sind, müssen wir eine Lupe oder ein Mikroskop verwenden, um sie zu beobachten. Auch wenn Hornmilben winzig sind und auf den ersten Blick zerbrechlich wirken, existieren sie schon seit vielen Millionen von Jahren, sogar vor den Dinosauriern [1]!

Die winzigen Hornmilben bewegen sich auf ihren acht Beinen im Boden fort, aber weil sie so klein sind, legen sie während ihres gesamten Lebens meist nur wenige Meter zurück. Aber andere Strategien helfen den Hornmilben, auch an weit entfernte Orte zu gelangen. Hornmilben können auf andere Tiere wie zum Beispiel Vögel, Frösche und Säugetiere klettern und so weite Strecken zurücklegen. Eine andere Strategie ist vom Wind aufgenommen zu werden, da sie so leicht sind, und durch die Luft zu reisen! Wie cool!

VERTEIDIGUNGSMECHANISMEN

Hornmilben können in ihrem natürlichen Lebensraum ein oder mehrere Jahre (einige Arten bis zu 5 Jahre) alt werden. Da sie lange brauchen, um geschlechtsreif zu werden, haben sie nicht viel Nachwuchs und müssen sich vor Fressfeinden schützen. Um sich zu schützen, haben Hornmilben viele verschiedene Verteidigungsmechanismen entwickelt. Zu diesen Schutzmechanismen gehören: Haare, die sich aufrichten (wie bei einer ängstlichen Katze) (Abbildung 1C), gepanzerte Strukturen, die ihren Körper wie einen Panzer bedecken (Abbildung 1D und 2A), Körper, die sich zu einer

schützenden Kugel zusammenrollen (Abbildung 1B), oder Tarnung, indem sie sich mit Erde, ihrem Exoskelett oder anderen Überbleibseln bedecken. Viele Hornmilben besitzen auch spezialisierte Verteidigungsdrüsen, die unangenehme Chemikalien freisetzen können, wenn sie von ihren Fressfeinden angegriffen werden.

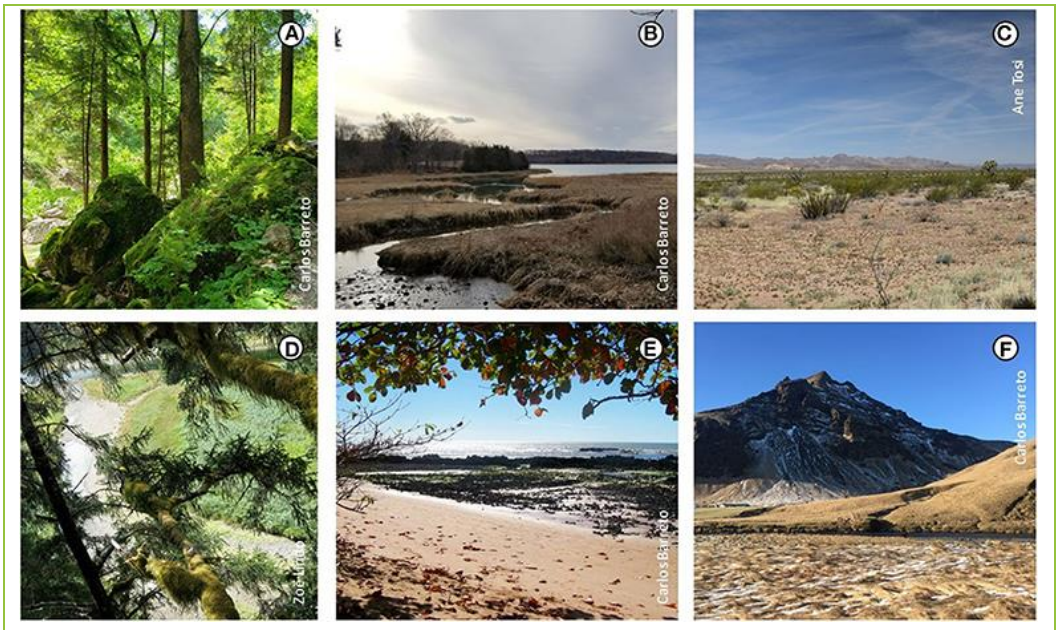


Abbildung 3

Abbildung 3

Hornmilben kommen in vielen verschiedenen Umgebungen vor. (A) Wald (Schwangau, Deutschland); (B) Feuchtgebiete (Hingham, Massachusetts, USA); (C) Wüste (Arizona, USA); (D) Baumkronen (Vancouver Island, Kanada); (E) Rand des Ozeans (Nova Almeida, Espírito Santo, Brasilien); und (F) Rand eines Sees (Ásólfsskáli, Island).

WARUM SIND HORNMILBEN WICHTIG?

Die typische Ernährung von Hornmilben besteht aus verschiedenen Arten von Pilzen und Bakterien. Aufgrund ihrer Ernährung sind Hornmilben wichtig für Ökosystemdienstleistungen wie den **Nährstoffkreislauf**. Die Milben zerkauen tote Blätter, wodurch die Blätter in kleinere Stücke zerteilt werden, die von Pilzen und Bakterien weiter zersetzt werden können. Wenn die Hornmilben dann die Pilze und Bakterien fressen, werden die Nährstoffe aus den Blättern mit dem Kot der Hornmilben an den Boden zurückgegeben. Hornmilben sind Teil des Nahrungsnetzes im Boden und helfen bei Prozessen welche für die Bodenbildung notwendig sind, wie der **Zersetzung**.

NÄHRSTOFF-KREISLAUF

Die Bewegung von Nährstoffen zwischen Lebewesen und der Erde, einschließlich der Atmosphäre, Flüssen und Böden. Hornmilben helfen bei der Wiederverwertung von Nährstoffen im Boden.

ZERSETZUNG

Der Abbau von toten Pflanzen und Tieren durch Pilze und Bakterien, unterstützt durch Hornmilben und andere Bodentiere.

WO LEBEN HORNMILBEN?

Hornmilben sind überall auf der Welt zu finden, von Wäldern bis zu Wüsten und an den Ufern von Seen und Ozeanen in allen Ländern (Abbildung 3). Sie leben hauptsächlich im Boden, wo sie in der Regel die am häufigsten vorkommende und vielfältigste Gruppe kleiner Bodentiere sind, der sogenannten **Mesofauna** [2]. Sie können aber auch in anderen Lebensräumen leben, z. B. auf der Rinde und den Stämmen von Bäumen, in Moos und auf anderen Pflanzenblättern. Hornmilben werden auch in den Wipfeln der höchsten Bäume und in manchem Gewässer gefunden. Es gibt sie fast überall!

MESOFAUNA

Dieser Ausdruck bezeichnet Tiere mittlerer Größe im Boden. Ihre Größe reicht von 0.1 mm bis zu 2 mm.

Es sind zwar über 10.000 Hornmilbenarten bekannt, aber wir haben gute Gründe zu glauben, dass es noch viel, viel mehr Arten von Hornmilben gibt, die noch nicht entdeckt wurden. Die Anzahl der Hornmilbenarten, die an einem

beliebigen Standort gefunden werden, ist unterschiedlich und hängt von einer Reihe von Faktoren ab. Darunter sind die Pflanzenart am Standort, das Klima, die Bodenfeuchtigkeit, der pH-Wert des Bodens, die Konzentration der Bodennährstoffe und der Grad der Bodenverschmutzung. Verschiedene Arten von Hornmilben haben verschiedene Anforderungen; zum Beispiel bevorzugen einige Böden mit vielen Nährstoffen, während andere einen nährstoffarmen Boden bevorzugen. Abhängig von der Umgebung können Hornmilben beeindruckende Zahlen erreichen - bis zu 500.000 Individuen pro m^2 in Waldböden! Das entspricht 4000 Milben in einer Handvoll Erde!

WIE KANN ICH HORNMILBEN FINDEN?

EXTRAKTOR

Ein Gerät, das genutzt wird um Hornmilben und andere Bodentiere von der umgebenden Erde zu trennen. Die darüber befindliche Lampe erhitzt den Boden leicht und bringt die Tiere dazu, den Boden zu verlassen.

Wenn du Hornmilben und andere Bodenorganismen beobachten willst, brauchst du einen **Extraktor**, um die Hornmilben von der sie umgebenden Erde zu trennen, und ein Mikroskop oder eine Lupe. Im Folgenden beschreiben wir die Materialien, die du brauchst, um einen eigenen Extraktor für Hornmilben zu bauen. Du wirst die Aufsicht eines Erwachsenen brauchen, aber es ist ganz einfach. Sobald du deine Bodenorganismen vom Boden getrennt hast, verwende eine Lupe, um zu sehen, wie unterschiedlich sie alle sind. Wenn du Zugang zu einem Mikroskop hast, ist das sogar noch besser!

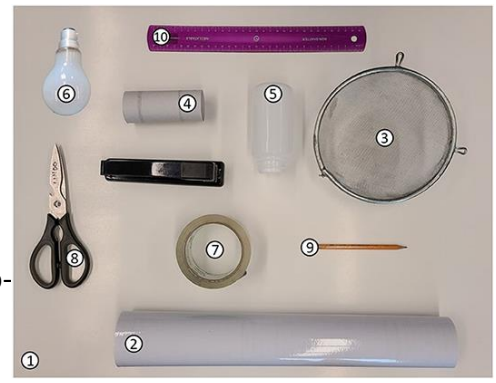
Gehe in euren Garten oder in einen öffentlichen Park. Hornmilben können auch in Städten gefunden werden. Du musst zwei bis drei Handvoll Erde, Laub oder Moos (grabe bis zu 10 Zentimeter tief) für deinen Extraktor aufsammeln. Du musst auch ein wenig Geduld mitbringen; es wird wahrscheinlich mindestens drei Tage dauern um die Hornmilben aus der Bodenprobe zu extrahieren. Okay, es ist an der Zeit, den Extraktor zu bauen!

Wenn du dich für Böden und ihre Bewohner interessierst, gibt es viele weitere Aktivitäten die du im Kapitel VII des Globalen Boden-Biodiversitätsatlas [3] findest. Es gibt Links zu Büchern, Spielen, Videos und mehr! Viel Spaß!

Box 1 | Einen Extraktor für Hornmilben bauen

Material:

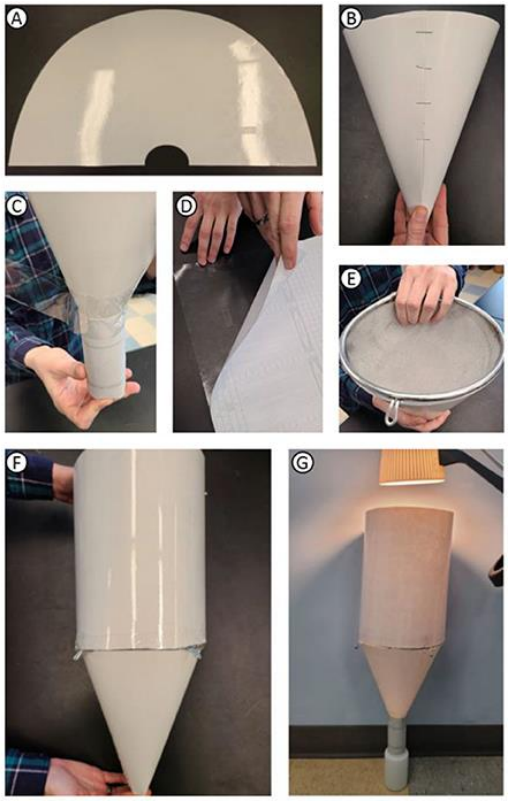
1. Zwei Bögen Karton (etwa 100 x 60 cm)
2. 2 m selbstklebende Folie
3. Küchensieb (circa 24 cm Durchmesser)
4. Leere Toilettenpapierrolle – 10 cm
5. Plastikfläschchen
6. Tischlampe mit einer Glühbirne/Halogenlampe (sie muss sich erwärmen)
7. Dichtungsband/Klebeband
8. Schere
9. Stift
10. Tacker
11. Lineal



(Fortsetzung folgt)

Box 1 | Fortsetzung

Methode:



A. Zeichne einen Halbkreis auf einen der Kartonbögen. Der Halbkreis sollte einen Radius von 25 cm haben. Schneide ihn mit der Schere aus. Beklebe beide Seiten mit der selbstklebenden Folie und schneide einen Halbkreis in die Mitte.
B. Biege den Karton, um einen Trichter zu formen, und hefte ihn mit dem Tacker zusammen. Der Trichter muss unten eine Öffnung haben – hier werden die Hornmilben und anderen Bodentiere hindurch kommen.
C. Befestige die Toilettenpapierrolle mit dem Klebeband unten am Trichter.
D. Beklebe den anderen Kartonbogen mit selbstklebender Folie. Forme daraus einen 25 cm langen Zylinder. Verschließe den Zylinder mit Heftklammern. Er wird später an der großen Öffnung des Trichters (oben) befestigt.
E. Lege das Küchensieb oben auf den Trichter/ans untere Ende des Zylinders.
F. Verwende das Klebeband, um den Zylinder am Trichter zu befestigen (mit dem Küchensieb dazwischen).
G. Lege die Bodenprobe von oben durch den Zylinder auf das Küchensieb.

- Stelle das Plastikfläschchen ans untere Ende des Extraktors.
- Platziere die Tischlampe über der oberen Öffnung des Zylinders und schalte das Licht an. Dies wird die Hornmilben dazu bringen, den Boden zu verlassen (G).

DANKSAGUNGEN

Wir sind Dr. Roy Norton und Dr. Valerie Behan-Pelletier, unseren Mentoren auf dem Gebiet der Hornmilben, sehr dankbar für die großartigen Anregungen. Besonderer Dank geht an Caitlyn Lyons, die uns geholfen hat, den Artikel kindgerecht zu schreiben, und an unsere großartigen jungen Gutachter und ihre wissenschaftlichen Mentoren. Wir danken Marilia Paulon für die Hilfe beim Bau des Extraktors. Wir danken auch Dr. Malte Jochum für die Einladung, an dieser großartigen Initiative teilzunehmen.

BEITRÄGE DER AUTORINNEN UND AUTOREN

CB und ZL haben das Manuskript geschrieben. CB hat die Abbildungen gemacht und die Anleitung für den Extraktor.

QUELLENANGABEN

1. Labandeira, C. C., Phillips, T. L., and Norton, R. A. 1997. Oribatid mites and the decomposition of plant tissues in paleozoic coal-swamp forests. *Palaios* 12:319–53.

2. Behan-Pelletier, V. M., and Bissett, B. 1992. Biodiversity of Nearctic soil arthropods. *Can. Biodivers*. 2:5–14.

3. Coleman, D., Crossley, D., and Hendrix, P. F. 2004. *Fundamentals of Soil Ecology, 2nd Edn*. Amsterdam: Elsevier Academic Press, 1–386.

4. Orgiazzi, A., Bardgett, R. D., Barrios, E., Behan-Pelletier, V., Briones, M. J. I., Chotte, J. L., et al. (Eds.). 2016. *Global Soil Biodiversity Atlas*. Luxembourg: European Commission, Publications Office of the European Union.

BEARBEITET DURCH: Malte Jochum, German Centre for Integrative Biodiversity Research (iDiv), Germany

QUELLE: Barreto C and Lindo Z (2020) Armored Mites, Beetle Mites, or Moss Mites: The Fantastic World of Oribatida. Front. Young Minds 8:545263. doi: 10.3389/frym.2020.545263

INTERESSENSKONFLIKT: Die Autoren versichern, dass die Studie ohne kommerzielle oder finanzielle Beziehungen durchgeführt wurde, die als möglicher Interessenskonflikt ausgelegt werden könnten.

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.

YOUNG REVIEWERS

ISABEL, ALTER: 10
Hi, ich bin Isabel und ich komme aus Portugal. Ich bin 10 Jahre alt und mag lesen, schreiben und Musik. Ich habe drei Katzen und ich mag Geschichte. Ich habe noch keine Idee, was ich werden möchte, wenn ich groß bin. Ich mag sehr gerne Gemüse (und Obst).

MARGARIDA, ALTER: 12
Mein Name ist Margarida, ich bin 12 Jahre alt und ich mag lesen, klettern und schreiben. Ich liebe Wissenschaft, vor allem alles zu schwarzen Löchern. Ich habe absolut keine Idee, was ich werden möchte, wenn ich groß bin. Ich mag auch Biologie sehr gern.

AUTORINNEN UND AUTOREN

CARLOS BARRETO
Schon in jungen Jahren habe ich gemerkt, dass ich Tiere mag, vielleicht zu sehr. In der Schule waren die Naturwissenschaften immer mein Lieblingsfach, bis hin zum Gymnasium. Damals habe ich beschlossen, dass ich etwas machen wollte, das mit Wissenschaft und Tieren zu tun hat. Ich habe versucht, Tierarzt zu werden, aber es hat nicht geklappt. Ich habe es nicht bereut. Also wurde ich ein paar Jahre später Ökologe, und seitdem habe ich mit kleinen Tieren (hauptsächlich Insekten und Milben) in tropischen Wäldern, Eisenerz- und Kalksteinhöhlen, borealen Wäldern, im städtischen Bereich und Torfgebieten auf drei Kontinenten gearbeitet: Südamerika, Nordamerika und Europa.

ZOË LINDO
Dr. Zoë Lindo ist Expertin für die biologische Vielfalt des Bodens und die Funktion von Ökosystemen. Sie hat ausgiebig in kanadischen Wäldern gearbeitet, darunter in den borealen Mischwäldern von Alberta, der subarktischen Taiga von Quebec, dem küstennahen gemäßigten Regenwald von British Columbia und die Schwarzfichten-Torfwälder von Ontario. "Der Fokus meiner Forschung liegt darauf, den Verlust der biologischen Vielfalt in Verbindung mit vom Menschen verursachten Umweltveränderungen zu mindern und die Funktionsfähigkeit der kanadischen Wald- und Bodenökosysteme zu erhalten. Ich bezeichne mich selbst als Biodiversitätswissenschaftlerin, um die Bandbreite meiner Forschung in den Bereichen Gemeinschaftsökologie, Bodenökologie und Taxonomie einzuschliessen."

ÜBERSETZERIN

BIRGIT LANG
Birgit Lang ist Biologin am Senckenberg Museum für Naturkunde in Görlitz, an der deutsch-polnischen Grenze. Sie erforscht Bodentiere in der Landwirtschaft, hat aber auch Wassertiere im Moor erforscht und interessiert sich für Insekten.