



REGENWURM-EXPEDITION INS TOTHOLZ

Frank Ashwood^{1*}, Elena I. Vanguelova¹, Sue Benham¹ et Kevin R. Butt²

¹ Forest Research, Alice Holt Lodge, Farnham, United Kingdom

² Earthworm Research Group, University of Central Lancashire, Preston, United Kingdom

JUNGE REVIEWERIN



MARIA

ALTER: 14

Herabgefallene Äste, Stämme und Baumstümpfe sind ein wertvoller Lebensraum in Wäldern. Sie bieten vielen Lebewesen Nahrung und Schutz, zum Beispiel auch Regenwürmern. Leider wird Totholz häufig aus Wäldern entfernt, da man seinen Wert nicht immer zu schätzen weiß. Um das zu ändern, haben wir eine Methode entwickelt, die Regenwürmer im Totholz von Wäldern erfasst. Indem wir diese Methode in Eichenwäldern getestet haben, konnten wir zeigen, dass wir unser Wissen über Regenwürmer in Wäldern stark verbessern können, wenn wir die im Totholz lebenden Regenwürmer mit in unsere Untersuchungen einbeziehen. Wir konnten vor allem viele junge Regenwürmer im Totholz finden, wo es wärmer und feuchter ist, als im Boden. Dadurch, dass wir Totholz mit in die Untersuchung von wirbellosen Tieren wie Regenwürmern einbeziehen, können wir die Bedeutung des Totholzes für unsere Wälder und die Erhaltung ihrer Artenvielfalt besser verstehen.

TOTHOLZ

In Wäldern, holziges Material, das nicht mehr lebt, also herabgefallene Äste, Zweige, Stämme, Baumstümpfe und stehende tote Bäume.

EPIGÄISCH

Regenwürmer, die auf und knapp unter der Bodenoberfläche leben, in Schichten, die reich an organischem Material sind bzw. in der Laubstreu.

ENDOÄISCH

Regenwürmer, die horizontale Gänge in niedrigen Tiefen, dem oberen Bereich des Mineralbodens, bilden und Boden fressen.

Abbildung 1

Ein epigäischer Regenwurm auf Totholz. Das helle Band (auch "Gürtel") in der Nähe des Kopfendes (auf der rechten Seite) zeigt uns, dass es sich um ein geschlechtsreifes, erwachsenes Tier handelt.

ANÖZISCH

Regenwürmer, die tiefe, vertikale Gänge bilden und organisches Material von der Bodenoberfläche fressen.

ORGANISCHES MATERIAL

Material aus organischen Verbindungen, bestehend aus toten Überresten von Lebewesen, also zum Beispiel Pflanzen und Tieren.

REGENWÜRMER AUF BÄUMEN?

Regenwürmer spielen eine wichtige Rolle für die Erhaltung gesunder Ökosysteme: Ihre Gänge belüften und durchwässern den Boden und sie zersetzen totes Pflanzenmaterial, so dass die darin enthaltenen Nährstoffe dem Ökosystem wieder zur Verfügung gestellt werden. Dabei leben Regenwürmer jedoch nicht nur im Boden. Sie können sich an allen möglichen überraschenden Orten aufhalten, wie zum Beispiel auf Bäumen oder in Baumstämmen, die am Boden liegen. Liegende Äste, Stämme und umgefallene Bäume nennt man auch **Totholz**. Dieses Totholz ist ein wichtiger Lebensraum für viele verschiedene Arten von Regenwürmern. Hier finden sie Schutz und Nahrung (Abbildung 1). Wir unterscheiden drei Gruppen von Regenwürmern: **epigäische** (leben knapp unter der Oberfläche, im organisch angereicherten Teil des Bodens), **endogäische** (graben flache Gänge im oberen Bereich des Bodens) und **anözische** (graben tief und senkrecht) Regenwürmer [1]. Die Regenwürmer Populationen eines Waldes können beeinflussen, wie schnell Totholz zersetzt wird, wobei verschiedene Regenwurm-Gruppen und Arten unterschiedliche Teile des Zersetzungsprozesses beeinflussen [2]. Das in Abbau befindliche Totholz ist eine Quelle an Nährstoffen und organischem Material (organische Verbindungen aus den Überresten von Lebewesen, wie zum Beispiel Pflanzen). Der Abbau dieses Materials ist sehr wichtig für die Gesundheit des Waldbodens.



Abbildung 1

TOTHOLZ – EIN WICHTIGER, JEDOCH ZU WENIG ERFORSCHTER LEBENSRAUM

Obwohl Totholz eine zentrale Quelle für **organisches Material** im Boden darstellt und einen wichtigen Lebensraum, wird es häufig aus unseren Wäldern

BIODIVERSITÄT

Die Vielfalt des Lebens in einem Lebensraum. Ein hohes Level an Biodiversität ist in vielen Fällen erstrebenswert.

entfernt, nachdem Bäume für Bau- oder Brennholz gefällt wurden. Dieses Vorgehen gefährdet das Überleben vieler Tierarten [3]. Aber die Artenvielfalt in unseren Wäldern ist wichtig. Diese Artenvielfalt nennt man auch **Biodiversität**. Sie ist die Vielfalt von Leben in einem Lebensraum und wir benötigen die Leistungen, die ein gesunder und artenreicher Wald uns zur Verfügung stellt, wie zum Beispiel die Speicherung von Kohlenstoff und den Schutz der Böden. Je mehr wir also über die Biodiversität im Totholz erfahren können, desto besser können wir verstehen, wie wichtig es ist, ob wir das Totholz im Wald lassen oder nicht. Wie viele und welche Arten von Regenwürmern zum Beispiel im Totholz unserer Wälder leben, wissen wir nicht genau. Das liegt daran, dass wir keine wissenschaftliche Methode haben, wie wir sie dort finden und untersuchen können. Methoden zur Erfassung von Regenwürmern konzentrieren sich typischer Weise auf den Boden und können daher leicht Regenwürmer in anderen Teilen des Waldes übersehen. Indem wir also eine Methode entwickeln, die Regenwürmer im Totholz gezielt miterfasst, können wir mehr über den Lebenszyklus der Regenwürmer lernen und möglicher Weise eine Antwort auf die Frage finden, welche Rolle unsere Entscheidung spielt, ob wir Totholz im Wald lassen oder nicht. Das Ziel unseres Projektes war es, eine Methode zur Erfassung von Regenwürmern im Totholz zu entwickeln und zu testen. Um unsere Methode ausgiebig zu testen, haben wir die Ergebnisse unserer Totholz-Untersuchung mit denen einer normalen Regenwurm-Untersuchung verglichen, die nur den Boden untersucht, aber kein Totholz.

DIE SUCHE NACH REGENWÜRMERN IM TOTHOLOZ

Um unsere Methode zu testen, haben wir 12 Stieleichen-Wälder (*Quercus robur*) in Surrey, Großbritannien, ausgewählt. In jedem dieser Wälder haben wir eine quadratische Untersuchungsfläche von 10 x 10 m markiert (Abbildung 2). In dieser Untersuchungsfläche haben wir nun das gesamte Volumen an Totholz erfasst und versucht, zu erkennen, von welcher Baumart das Totholz jeweils stammt. Anschließend haben wir geschätzt, wie weit die Zersetzung des Totholzes bereits fortgeschritten war und zwar basierend auf einer Skala von 1 bis 5. 1 bedeutete dabei "am wenigsten stark zersetzt" (also frisch gefallen) und 5 bedeutete "am stärksten zersetzt" (also komplett in den Boden übergegangen). Weil dünne Äste und Zweige nur wenige Regenwürmer beherbergen, haben wir sie nicht weiter beachtet. Stattdessen haben wir fünf Totholz-Teile mit mindestens 10 cm Durchmesser und bereits mittel- bis stark-zersetztem Holz ausgewählt (mit loser Rinde und weich werdendem Holz). Als Nächstes haben wir diese Totholz Teile auf eine Plane gelegt und ihre Länge und ihren Durchmesser (ihre Dicke) gemessen, so dass wir ihr Volumen berechnen konnten. Zusätzlich zu diesen Messungen haben wir auch die Temperatur im Totholz gemessen, indem wir ein digitales Küchen-Thermometer unter die lose Rinde geschoben haben. Danach haben wir Moos und lose Rinde entfernt und sorgfältig nach Regenwürmern durchsucht. Das darunter liegende Holz wurde ebenfalls vorsichtig auseinandergenommen und Stück für Stück durchsucht. Nachdem wir alle Regenwürmer eingesammelt hatten, haben wir das Totholz, zusammen mit dem Moos und der Rinde, so gut es ging wieder genau dort hingelegt, wo wir es weggenommen hatten.

DIE SUCHE NACH REGENWÜRMERN IM BODEN

Um einen guten Vergleich ziehen zu können zwischen Totholz- und Boden-Untersuchungen, haben wir anschließend auch Boden nach Regenwürmern durchsucht. Dazu haben wir eine Standard-Methode genutzt: Wir haben an fünf Stellen in unserer Untersuchungsfläche je ein Loch von 30 x 30 cm und 10 cm Tiefe gegraben (Abbildung 2). Die Erde aus diesem Loch wurde nun ebenfalls auf eine Plane geschaufelt und von Hand nach Regenwürmern durchsucht. Anschließend haben wir 5 L Senf-Lösung (25 g Senfpulver mit 5 L Wasser vermischt) in jedes Loch geschüttet, um tief-grabende Regenwürmer aus der Erde zu scheuchen – manche von ihnen können bis zu 2 m tief graben und daher mit der Schaufel kaum erreicht werden. Die Senf-Lösung reizt die Haut der Regenwürmer, so dass sie von allein, ihren Gängen folgend, zur Bodenoberfläche kommen. Nachdem alle Regenwürmer eingesammelt waren, haben wir die Boden-Feuchtigkeit und -Temperatur gemessen und die Erde wieder in die Löcher gefüllt. Die gesammelten Regenwürmer wurden in Alkohol konserviert und gewogen. Danach wurden alle Würmer unter dem Mikroskop und mit geeigneten Regenwurm-Bestimmungsbüchern auf ihre Art bestimmt [4].

Abbildung 2

Regenwurm-Erfassung auf einer Untersuchungsfläche in einem Stieleichenwald. Gestrichelte weiße Linien zeigen die Unterteilung der Totholzstücke in verschiedene Teile. Alles Totholz innerhalb der Untersuchungsfläche, das über 10 cm Durchmesser hat (dunkelgrau) wurde vermessen (Länge und Durchmesser am Mittelpunkt). Fünf zufällig ausgewählte Totholz-Teile (mittleren bis späten Zerfall-Stadiums) wurden auf Regenwürmer untersucht. Alles Totholz unter 10 cm Durchmesser oder außerhalb der Grenzen unserer Untersuchungsfläche (hellgrau) wurde von der Untersuchung ausgeschlossen. Fünf 0.1 m² große Löcher (gekennzeichnet durch Kreuze) wurden für die Untersuchung Boden-lebender Regenwürmer genutzt.

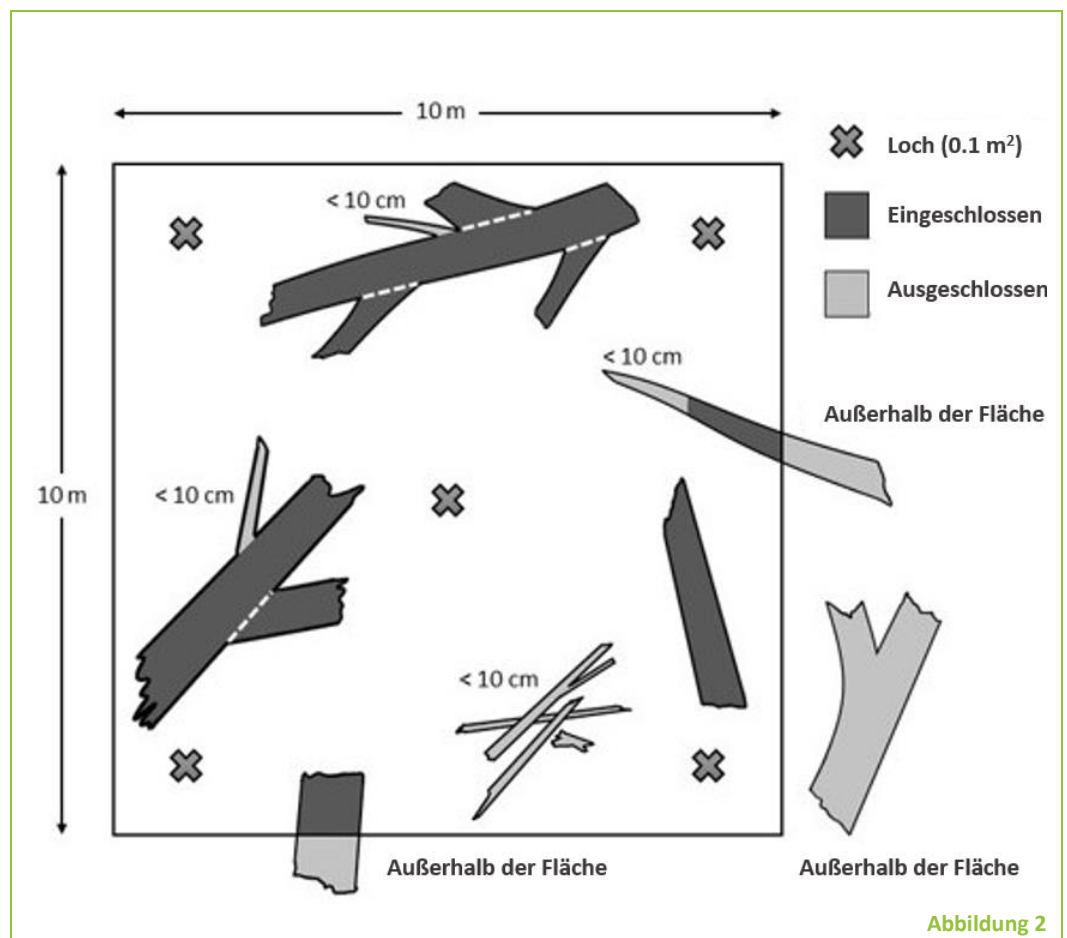


Abbildung 2

WAS HABEN WIR HERAUSGEFUNDEN?

Insgesamt haben wir 1012 Regenwürmer gefunden, von 13 verschiedenen Arten. Interessanter Weise war die Anzahl der gefundenen Arten im Totholz und Boden unterschiedlich. Im Totholz konnten wir sieben Arten finden und im

ABUNDANZ

Die Anzahl der Lebewesen einer Art oder Gemeinschaft in einem Ökosystem, wie zum Beispiel die Anzahl der Individuen auf einer bestimmten Fläche.

BIOMASSE

Das Gesamtgewicht eines oder mehrerer Lebewesen pro Fläche oder in einem Ökosystem.

Abbildung 3

Zusammenfassung der Ergebnisse aus den Regenwurm-Untersuchungen des Bodens und des Totholzes in Stieleichen-Wäldern.

Boden zwölf (Abbildung 3). Eine der Arten, *Eisenia fetida*, konnten wir nur im Totholz finden. Diese epigäische Art findet man auch oft in Komposthaufen. Sechs Arten konnten wir dagegen nur im Boden finden: zwei epigäische, drei endogäische und eine anözische Art. Alle anderen Arten waren sowohl im Totholz, als auch im Boden vorhanden. Interessanter Weise konnten wir wesentlich mehr juvenile (junge) Regenwürmer im Totholz finden, als im Boden. Vielleicht lag das daran, dass das Totholz feuchter und ca. 1°C wärmer war, als der Boden. Die **Abundanz** (Anzahl der einzelnen Regenwürmer) und **Biomasse** (gesamtes Gewicht aller Individuen) der Regenwürmer war dabei wesentlich höher im Boden, als im Totholz (Abbildung 3). Unsere Totholz-Erfassungsmethode hat durchschnittlich 81 Regenwürmer und 209 g Regenwurm-Biomasse pro 10 m² Waldboden hinzugefügt, die mit der Standard-Methode nicht erfasst worden wären.

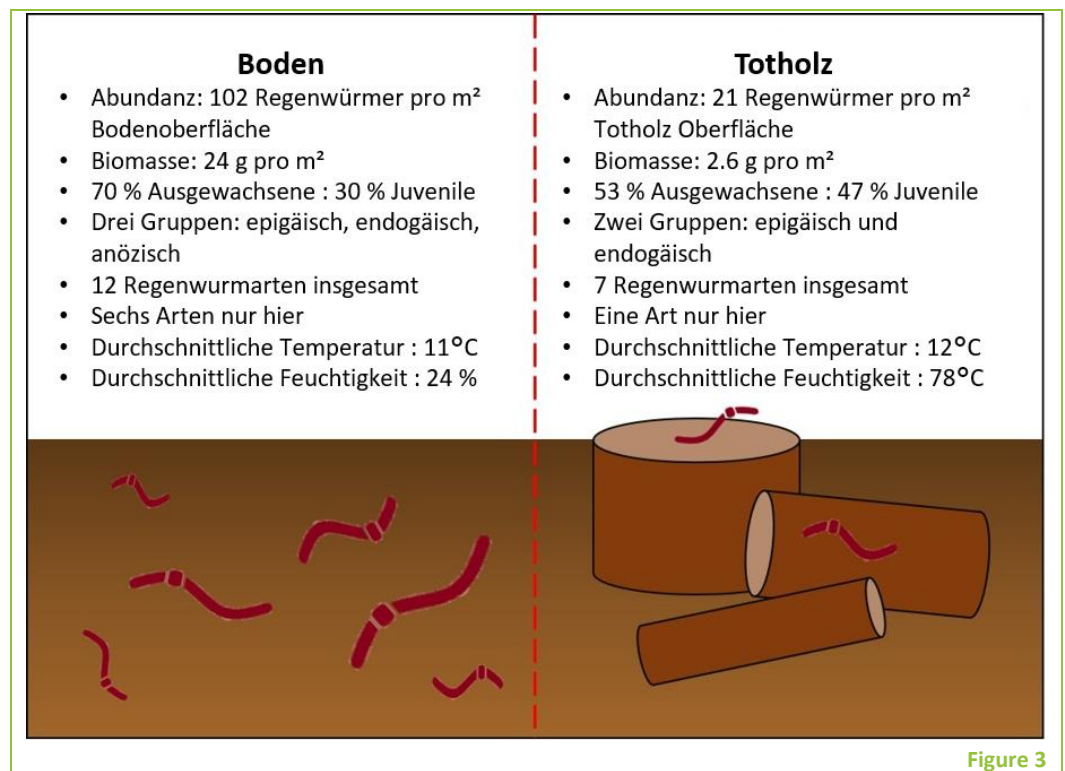


Figure 3

DIE VORTEILE DER TOTHOLZ-UNTERSUCHUNG

Dadurch, dass wir Totholz in unsere Erfassung von Regenwürmern in Wäldern aufgenommen haben, konnten wir eine größere Abundanz und mehr Regenwurmartensorten im Wald nachweisen, als mit der herkömmlichen Boden-Methode allein. Juvenile Regenwürmer stellten einen größeren Anteil der Regenwürmer im Totholz dar, wo die höhere Feuchtigkeit und Wärme bessere Umweltbedingungen für die Tiere boten. Regenwürmer sind sehr empfindlich, was Temperatur- und Feuchtigkeits-Extreme angeht. Daher erlaubt ihnen der Schutz vor solchen Extremen, den sie im Totholz finden, das ganze Jahr über aktiv zu sein. Besonders im heißen Sommer und im frostigen Winter ist das ein wichtiger Faktor. Wenn wir also Totholz aus unserem Wald entfernen, könnte das negative Auswirkungen auf viele Regenwurmartensorten haben, die darauf angewiesen sind, für Nahrung und Schutz. Unsere Ergebnisse zeigen, dass Regenwurm-Forschung im Wald die Populationen von Regenwürmern

unterschätzt, wenn sie Totholz nicht aktiv mit einbezieht. Und wir wissen jetzt, dass Wälder ohne Totholz weniger Regenwürmer beherbergen können. Mit etwas mehr Entwicklungsarbeit könnten wir unsere Untersuchungsmethode an andere Wirbellose anpassen, wie zum Beispiel an Insekten [3]. Wir hoffen sehr, dass die neuen Erkenntnisse aus unserer Forschung helfen werden, Waldbewirtschaftungsmethoden zu verbessern und Totholz, zum Schutz der Artenvielfalt, dort zu lassen wo es hingehört – im Wald.

ORIGINALARTIKEL

F. Ashwood, E.I. Vanguelova, S. Benham, et K.R. Butt, 2019, « Developing a systematic sampling method for earthworms in and around deadwood », *Forest Ecosystems*, 6(1), pp. 1-12.

LITERATUR

[1] P.F. Hendrix (1996), « Earthworms, biodiversity, and coarse woody debris in forest ecosystems of the southeastern U.S.A. », dans *Proceedings of the Workshop on Coarse Woody Debris in Southern Forests: Effects on Biodiversity*, Athens, Géorgie, pp. 43-48.

[2] M.B. Bouché (1977), « Stratégies lombriciennes », dans U. Lohm, T. Person (éd.), *Organisms as components of ecosystems, Ecological Bulletin*, Stockholm, pp. 122–132.

[3] M. Cálix, K.N.A. Alexander, A. Nieto, B. Dodelin, F. Soldati, D. Telnov, X. Vazquez-Albalade, O. Aleksandrowicz, P. Audisio, P. Istrate (2018), « European red list of saproxylic beetles », UICN, Bruxelles.

[4] E. Sherlock (2018), *Key to the Earthworms of the UK and Ireland*, 2^{de} edition, Field Studies Council, Telford.

BEARBEITET DURCH: Malte Jochum, German Centre for Integrative Biodiversity Research (iDiv), Deutschland. Seit Mai 2023 Professor für Ober-unterirdische Interaktionsökologie an der Universität Würzburg.

QUELLE: Ashwood F, Vanguelova EI, Benham S and Butt KR (2020) Looking for Earthworms in Deadwood. *Front. Young Minds* 8:547465. Doi: 10.3389/frym.2020.547465

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

COPYRIGHT © 2020 Ashwood, Vanguelova, Benham and Butt. 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



MARIA, 14 JAHRE

Hi, ich heiße Maria und ich komme aus Polen. Ich liebe Biologie, besonders Aufgaben zur Genetik und zum Zellstoffwechsel. In meiner Freizeit lese ich gern Bücher und spiele mit meiner Katze Roxi. Ich interessiere mich sehr für Ballett und trainiere regelmäßig im Tanzkonservatorium. Ich liebe es!

AUTOREN



FRANK ASHWOOD

Meine Liebe zur Natur hat mich ermutigt, an der Universität Biologie zu studieren, wo ich als Freiwilliger an Forschungsprojekten zur Ökologie von Wirbellosen in Schottland und Mexiko teilgenommen habe. Nachdem ich ein paar Jahre als Umweltberater gearbeitet hatte, ging ich wieder an die Universität und promovierte über die Untersuchung von Regenwürmern in zurückgewonnenen Deponien. Jetzt habe ich einen großartigen Job als Bodenökologe für Forest Research und erforsche Bodenbiodiversität in den Wäldern Großbritanniens. In meiner Freizeit bin ich Lehrkraft für Bodenbiologie und mache Makrofotografie (ich mache Fotos von den winzigen Lebewesen, die im Boden leben). *francis.ashwood@forestresearch.gov.uk



ELENA I. VANGUELOVA

Ich war schon immer eine Naturfreundin, die schon als Kind viel Zeit in den Bergen Bulgariens verbracht hat. An der Universität habe ich Forsttechnik studiert, war damit aber nicht glücklich, bis ich zu den Auswirkungen von Luftverschmutzung auf Wald-Ökosysteme promoviert habe. Damals habe ich verstanden, dass meine tatsächliche Leidenschaft den Umweltaspekten der Forstwirtschaft und des Bodens gilt. Ich arbeite bei Forest Research als Biogeochemikerin (ein wenig von Allem: Biologie, Geologie und Chemie) und untersuche die Effekte von Aufforstung, Forstwirtschaft und Umweltveränderungen auf Waldboden-Biogeochemie.



SUE BENHAM

Ich liebe die Natur schon immer und habe meine Kindheit damit verbracht, auf Bäume zu klettern und die Natur in den Wäldern um mein zu Hause herum zu beobachten. Jetzt bin ich Wissenschaftlerin bei Forest Research und werde dafür bezahlt, genau das zu tun! Ich verbringe meine Zeit damit, zu verstehen, wie unsere Wälder wachsen und welchen Effekt das sich verändernde Klima auf ihren Zustand hat. Dafür untersuche ich alle Aspekte der Umwelt eines Baumes, vom Boden um seine Wurzeln herum bis zu der Luft um seine Blätter herum und bis zu den Tieren, die davon abhängen.



KEVIN R. BUTT

Kevin ist Ökologe an der Universität von Central Lancashire. Er hat über 30 Jahre lang Regenwürmer erforscht und ist daran interessiert, wie diese Ökosystem-Ingenieure es schaffen, uns Menschen durch ihre alltäglichen Aktivitäten, wie Graben und das Fressen organischen Materials, zu unterstützen. Er hat Regenwürmer quer durch Großbritannien, aber auch in Europa und den USA untersucht. Eines seiner laufenden Projekte ist die Untersuchung der Aktivitäten von Regenwürmern in Charles Darwin's Estate, wo er Experimente wiederholt, die der berühmte Forscher damals durchgeführt hat. Ein anderes Projekt untersucht Würmer in den Gebirgen Deutschlands.

ÜBERSETZER



MALTE JOCHUM

Malte hat als Jugendlicher einen Teich im Garten seiner Eltern angelegt und die Tiere und Pflanzen, die sich dort von selbst ansiedelten, fasziniert beobachtet. Aus dieser Faszination für Lebewesen und ihre Interaktionen heraus hat er Biologie studiert. Als Gemeinschaftsökologe interessiert er sich besonders dafür, wie wir Menschen und unsere Aktivitäten natürliche Pflanzen- und Tiergemeinschaften und ihre Funktionsweise beeinflussen. Malte erforscht Wasser- und Landlebensräume in temperaten und tropischen Gebieten mit einem Fokus auf wirbellose Tiere. In seiner Freizeit erkundet er gern die Natur mit seinen beiden Töchtern, fährt Rad und Kajak, oder versucht sich am Triathlon.