



EINGESCHLEPPTER REGENWÜRMER VERÄNDERN ÖKOSYSTEME

Malte Jochum ^{1,2*}, Nico Eisenhauer ^{1,2}

¹Experimental Interaction Ecology, German Centre for Integrative Biodiversity Research (iDiv), Halle-Jena-Leipzig, Leipzig, Germany

²Institute of Biology, Leipzig University, Leipzig, Germany

JUNGE REVIEWER:



LILU

ALTER: 10



MICHELLE

ALTER: 16

JUNGE REVIEWER ÜBERSETZUNG:



INJA BITTER

ALTER: 15

Wir alle kennen Regenwürmer als wichtige Helfer im Garten: sie verbessern das Pflanzenwachstum, indem sie Nährstoffe, Wasser und Luft zur Verfügung stellen. Aber in manchen Fällen können Regenwürmer auch negative Auswirkungen haben. Zum Beispiel dann, wenn andere Lebewesen nicht an die Aktivitäten der Regenwürmer gewöhnt sind und daher nicht von ihnen profitieren können. Manche Regionen dieser Erde haben sich über tausende von Jahren ohne Regenwürmer entwickelt. So zum Beispiel der Norden Nordamerikas, wo es über 10.000 Jahre lang keine Regenwürmer gab, bis diese vor ca. 400 Jahren wieder eingeführt wurden. Die Neuankömmlinge fanden dort perfekte Bedingungen vor, vor allem weil die dort lebenden Tiere und Pflanzen nicht an der Lieblingsspeise der Regenwürmer interessiert waren. Als sogenannte **Ökosystemingenieure** haben die Regenwürmer seitdem weitreichende Auswirkungen auf die dortigen Waldökosysteme. In diesem Artikel beschreiben wir die Auswirkungen der Regenwurminvasion, berichten darüber, wie Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler diese Auswirkungen erforschen und heben die noch klaffenden Wissenslücken hervor, die ja vielleicht mit deiner Hilfe gelöst werden können, wenn du dich entscheidest, Ökologin und Ökologe zu werden.

ÖKOSYSTEM-FUNKTION

Ein Prozess in einem Ökosystem. Prozesse werden üblicherweise durch die Aktivität bestimmter Lebewesen gesteuert oder repräsentieren diese direkt. Beispiele sind der Abbau organischen Materials, Nährstoffzyklen oder Wasserspeicherung.

STÖRUNG

In der Ökologie üblicherweise die Störung eines Gleichgewichtszustandes oder einer biologischen Organisationsstufe (Individuum, Population, Gemeinschaft, Ökosystem).

BIODIVERSITÄT

Die biologische Vielfalt des Lebens auf der Erde, typischerweise gemessen als genetische, taxonomische oder Ökosystemtyp-Variabilität.

ÖKOSYSTEM-INGENIEUR

Ein Lebewesen, das seine Umwelt aktiv verändert, zum Beispiel durch Umverteilung von Material- oder Energieflüssen durch nicht-Fraß-Interaktionen mit belebten und toten Komponenten des Ökosystems.

MISCHEN

Die Eigenart der Regenwürmer, verschiedene Bodenschichten und Material von der Bodenoberfläche miteinander zu vermischen.

ÖKOSYSTEME ERBRINGEN DIENSTLEISTUNGEN FÜR UNS MENSCHEN – DANK INTERAKTIONEN VON LEBEWESSEN

In jedem Ökosystem leben und interagieren verschiedene Arten. Sie essen oder helfen sich gegenseitig oder bieten einander Lebensraum. Jede Art frisst bestimmte Ressourcen und wird ihrerseits von bestimmten Konsumenten gefressen. Dabei spielt jede Art ihre ureigene, besondere Rolle. Manche Arten spielen eine zentrale Rolle in Ökosystemen, indem sie tote Pflanzenteile oder Tiere essen. Diese Arten recyceln das tote Material und stellen es dem Ökosystem wieder frisch zur Verfügung. Andere Arten helfen Pflanzen dabei, Blüten und Samen zu produzieren. Alle Lebewesen tragen damit zu sogenannten **Ökosystemfunktionen** bei, wie zum Beispiel der Zersetzung oder Bestäubung. Wir Menschen sind auf diese Funktionen und die Dienstleistungen angewiesen, mit denen uns gesunde Ökosysteme versorgen. Allerdings basieren diese Dienstleistungen auf der Vielfalt und den Interaktionen der vorhandenen Lebewesen. **Störungen** eines Ökosystems können diese **Biodiversität** und die Interaktionen zwischen den Lebewesen beeinträchtigen. Klimaveränderungen (z.B. steigende Temperaturen), veränderte Landnutzung (z.B. die Umwandlung von Wäldern in Äcker), oder Invasionen (das Auftreten nicht-heimischer Arten in einem Ökosystem) können Ökosysteme empfindlich stören, was sich auf die natürliche Funktionsweise und erbrachte Leistungen auswirkt.

INVASIVE ARTEN VERÄNDERN ÖKOSYSTEME

Eine Art, die in einer neuen Umgebung ankommt, sich dort etabliert, ausbreitet und neue Interaktionen bildet und das dortige Ökosystem negativ beeinflusst, nennt man eine invasive Art. Invasionen sind eine der wichtigsten Ursachen für Veränderungen der Biodiversität weltweit. Die betroffenen Ökosysteme verändern sich, zum Beispiel durch neue Fraßbeziehungen, die Verdrängung von dort natürlich vorkommenden Arten durch neu dominierende, invasive Arten, das Verschwinden von Arten oder die Unterstützung weiterer Invasionen. Die Auswirkungen solcher Invasionen sind in der Regel am stärksten, wenn die invasive Art sich funktionell stark von den bereits vorkommenden Arten unterscheidet **(1)**. Solche Unterschiede sind zum Beispiel: die Nutzung von Ressourcen, die Unempfindlichkeit gegenüber äußeren Einflüssen, die eigene Wachstumsgeschwindigkeit oder die Fähigkeit, bestimmte, für andere Arten nicht zugängliche Nahrungsquellen zu erschließen. Manche invasiven Arten, sogenannte **Ökosystemingenieure**, haben außergewöhnliche starke Auswirkungen auf die neue Umgebung: Sie gestalten die betroffenen Ökosysteme, indem sie Lebensräume und Nischen verändern oder sogar neue kreieren. Ein Beispiel für solche Arten ist der Biber, der durch seine Dammbildung Landlebensräume zeitweise in Wasserlebensräume verwandelt. Ein weiteres Beispiel sind Regenwürmer, die ihre neue Umgebung massiv beeinflussen, indem sie sich durch die Erde graben, Böden mit frischen, totem Pflanzenmaterial **mischen** und ihre Exkremente in kleinen Häufchen an der Bodenoberfläche hinterlassen **(2)**.

REGENWÜRMER SIND WICHTIG FÜR BODENÖKO-SYSTEME – AUF GUTE UND SCHLECHTE ART

Regenwürmer kommen auf natürliche Weise in den meisten Landlebensräumen der Erde vor. Sie beeinflussen ihren Lebensraum – den Boden – durch ihre fortwährende Grabe-Aktivität. Ihr permanentes Graben durchmischt den Boden und verbessert die Bewässerung und Belüftung der unterirdischen Welt. Regenwürmer verteilen ständig Nährstoffe im Boden, indem sie totes organisches Material von der Bodenoberfläche aufnehmen, es unter die Erde ziehen, verdauen, und dann ihre Ausscheidungen wieder oberirdisch ablagern. Diese Aktivitäten beeinflussen andere Lebewesen unter und über der Erde. Die veränderte Luft-, Wasser- und Nährstoffversorgung beeinflusst, wie andere Lebewesen Nährstoffe nutzen können, wo sie leben und wie gut sie wachsen oder sich fortpflanzen können. Auf diese Weise beeinflussen Regenwürmer ihre Nachbarn, die Bakterien, Pilze, Springschwänze, Milben, Käfer, Pflanzen und sogar Tiere, die gar nicht im Boden leben. So beeinflussen sie auch Blattläuse, die überirdisch in der Vegetation (auf Pflanzen) leben. Diese Eigenschaften machen Regenwürmer zu sehr wichtigen Bodenorganismen (**Link 1 – Knete Video**) mit Auswirkungen, die weit über die unterirdische Welt hinaus gehen. All das ist überall dort willkommen, wo die anderen Lebewesen an Regenwürmer gewöhnt sind. Es wird jedoch zum Problem, wenn die vorhandenen Lebewesen mit den Eigenarten ihrer glitschigen Nachbarn nicht zurecht kommen.

INVASIVE REGENWÜRMER SIND EIN WELTWEITES PROBLEM

Regenwürmer werden an vielen Orten der Erde als “des Gärtners bester Freund” angesehen. Wo sie vorkommen, verbessern sie üblicherweise die Bodenqualität in Gärten, Äckern, Weiden und Wäldern. Die anderen Bewohner haben ihre Ökosysteme seit langer Zeit mit Regenwürmern geteilt und sich an deren Anwesenheit und Aktivitäten gewöhnt. In solchen Ökosystemen findet man nicht selten hunderte von Regenwürmern und bis zu einem Dutzend Regenwurmarten auf einem einzigen Quadratmeter. Das ist jedoch nicht überall auf der Welt der Fall. Einige Regionen haben nur sehr spärliche Regenwurmorkommen, andere Regionen sind komplett regenwurmfrei (**3**). In solchen Gegenden, wo Regenwürmer auf natürliche Weise kaum oder gar nicht vorkommen, können eingeschleppte Regenwürmer zu einem ernsthaften Problem werden (**4**). Das liegt vor allem daran, dass die dort heimischen Mikroorganismen (z.B. Bakterien und Pilze), Pflanzen und Tiere nicht an die Regenwürmer gewöhnt sind. Daher sind die einheimischen Arten nicht immer in der Lage, mit den durch die Regenwürmer veränderten Lebensbedingungen, wie Wasser-, Luft-, und Nährstoffversorgung des Bodens zurecht zu kommen. Es ist wichtig, diese Effekte einer Regenwurminvasion auf die betroffenen Ökosysteme zu untersuchen und die zukünftigen Auswirkungen solcher Invasionen abschätzen zu lernen, denn: es ist nicht möglich, Regenwürmer nachhaltig wieder zu entfernen, ohne andere Lebewesen in Mitleidenschaft zu ziehen. Sie sind gekommen, um zu bleiben.

INVASIVE REGENWÜRMER BEVÖLKERN DEN NORDEN NORDAMERIKAS

Weite Teile des Nordens der USA und Kanadas waren während der letzten Eiszeit von mächtigen Eismassen bedeckt (**Abbildung 1**). Unterhalb dieser Eisschilde konnten Regenwürmer nicht überleben. Seitdem sich vor ca. 12.000 Jahren das Eis zurückgezogen hatte, waren die dortigen Ökosysteme natürlicherweise regenwurmfrei. Eine natürliche Wiederbesiedlung durch Regenwürmer dauert sehr lange, da sie sich nur langsam in neue Gebiete ausbreiten (<10 m pro Jahr). Mit der Ankunft der europäischen Siedler in Nordamerika vor wenigen hundert Jahren, veränderte sich die Situation dramatisch. Die Siedler brachten, mit oder ohne Absicht, Regenwürmer mit sich (**Link 2 – MinuteEarth Video**).

Abbildung 1

Ungefähre Ausbreitung des Nordamerikanischen Eisschildes während der letzten Eiszeit. Das Diagramm unten links zeigt die ungefähre maximale Dicke des Eisschildes im Vergleich zum derzeit höchsten Gebäude in Nordamerika (546 m, One World Trade Center, New York City, USA). Die Dicke des Eisschildes variierte geographisch und mit der Zeit. Das Original-Satellitenbild stammt von wikipedia.org (NASA).

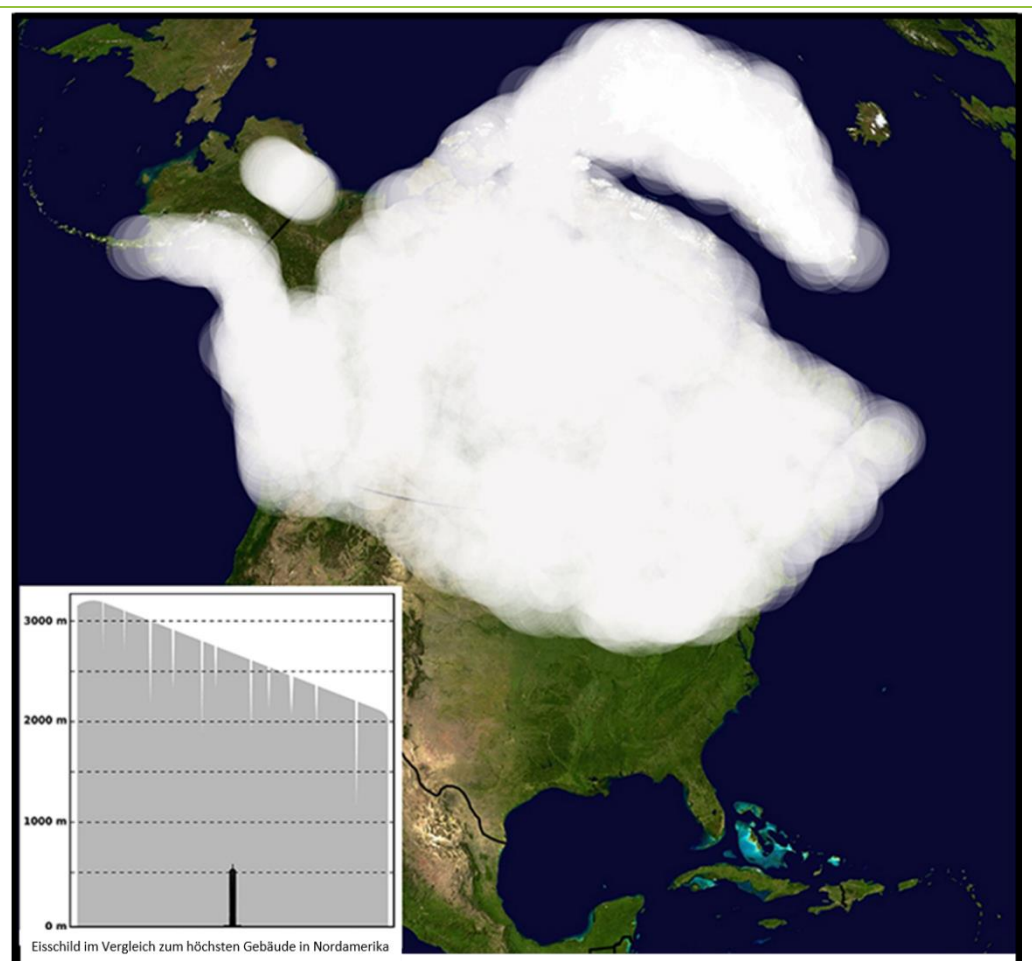


Abbildung 1

Einmal angekommen, fühlten sich die Regenwürmer in der neuen Umgebung wohl. Die Wälder hatten dicke Schichten von nahezu unberührtem organischem Material (tote Überreste von Lebewesen) – ein gefundenes Fressen für die Regenwürmer (**Abbildung 2**). Sie richteten sich häuslich ein und ihre Zahl stieg schnell an. Durch Straßenbau, Boden- und Pflanzentransport und ähnliche Aktivitäten verbreiteten die Menschen die Regenwürmer aktiv über den nördlichen Teil des nordamerikanischen Kontinents – viel schneller, als es die Regenwürmer aus eigener Kraft hätten schaffen können. In manchen Gegenden wurden Regenwürmer wahrscheinlich durch Angler verbreitet, die

Abbildung 2

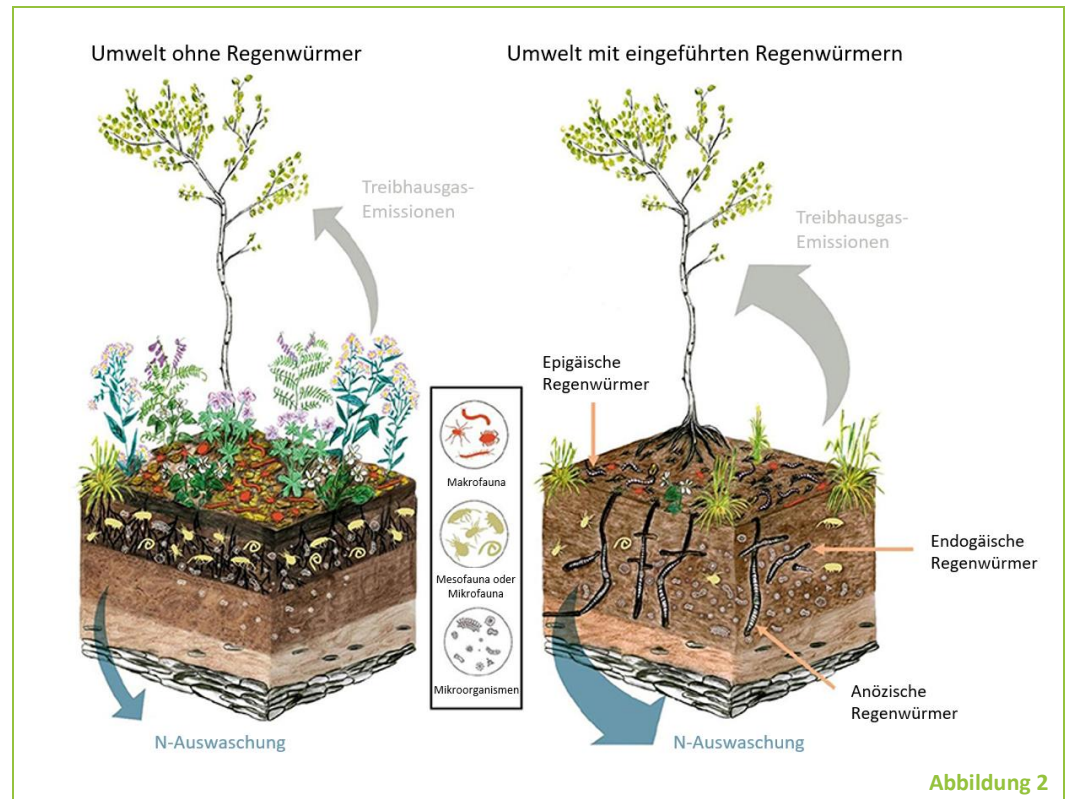
Wie invasive Regenwürmer bisher regenwurmfreie Ökosysteme verändern (links: Ökosystem ohne, rechts: mit invasiven Regenwürmern).

Durch ihr Graben, ihren Laubkonsum und ihre Bodenmischungsaktivität beeinflussen Regenwürmer die Bodenbeschaffenheit. Sie verändern zum Beispiel die Bodenschichten, die Vegetation und die Tierwelt im Boden. Diese Veränderungen beeinflussen auch Ökosystemprozesse, wie zum Beispiel die Freisetzung von Treibhausgasen und den Verlust von Stickstoff (Auswaschung) aus dem Boden. Steigende atmosphärische Konzentration von Treibhausgasen, z.B. Kohlenstoffdioxid oder Distickstoffmonoxid, sind ein Problem. Verschiedene funktionelle Gruppen von Bodenorganismen, siehe schwarzer Kasten in der Mitte (Größenklassen von Groß zu Klein: Makrofauna – zum Beispiel Spinnen und Asseln; Mesofauna – zum Beispiel Springschwänze und Milben; Mikrofauna – zum Beispiel Bakterien und Pilze), werden von den drei funktionellen Gruppen von Regenwürmern (epigäisch – leben in der Streuschicht und an der Bodenoberfläche; endogäisch – graben überwiegend horizontale Gänge in den oberen Bodenschichten, anözisch – graben tiefe, vertikale Gänge; rechtes Bildelement) unterschiedlich beeinflusst. Welche Veränderungen kannst du noch entdecken? Die Abbildung entstammt dem Fachbeitrag von Olga Ferlian und Kollegen (5) und wurde mit freundlicher Genehmigung des originalen Verlages hier verwendet.

PHYSIKALISCHE BODENEIGENSCHAFTEN

Bodeneigenschaften, die mit Materie, Energie oder Kraft zusammenhängen. Zum Beispiel Wasser- und Luftgehalt

ihre ungenutzten Köder nach dem Angeln in der Nähe von Seen, Flüssen oder Fischerhütten gedankenlos entsorgten. Die Regenwürmer wurden demnach durch Menschen verbreitet, die nicht wussten – oder sich nicht darum kümmerten – welche Auswirkungen die Neankömmlinge auf Ökosystemebene haben würden.



FORSCHERINNEN UND FORSCHER UNTERSUCHEN, WIE REGENWÜRMER ÖKOSYSTEME VERÄNDERN

Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler untersuchen Regenwurminvasionen seit vielen Jahrzehnten. Sie nutzen dazu im Wesentlichen drei Methoden: In *Beobachtungsstudien* vergleichen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler Gegenden mit und ohne eingeschleppte Regenwürmer. In *Feldexperimenten* vergleichen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler kleine Flächen ohne Regenwürmer mit nahegelegenen Flächen, in die absichtlich Regenwürmer eingeführt wurden. Alternativ messen sie erst Ökosystemeigenschaften, führen dann Regenwürmer dort ein und messen anschließend erneut. Eine dritte Möglichkeit ist die Untersuchung kleiner Boden-Pflanze Einheiten in *Laborexperimenten* unter kontrollierten Bedingungen, wo Licht-, Wasser- und Nährstoffzufuhr gezielt reguliert werden können. Einige dieser Einheiten werden dann mit Regenwürmern bevölkert, während die anderen keine Würmer erhalten. Beide Gruppen von Einheiten können dann direkt miteinander verglichen werden. All diese Methoden ermöglichen es den Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern, die Auswirkungen von Regenwürmern auf Ökosysteme zu untersuchen – wie diese also zum Beispiel die **physikalischen, chemischen und biologischen Eigenschaften** des Bodens und verschiedenste Ökosystemprozesse verändern. Die wissenschaftlichen

CHEMISCHE BODENEIGENSCHAFTEN

Bodeneigenschaften, die mit chemischen Elementen, Molekülen und Ionen zusammenhängen. Zum Beispiel die Verfügbarkeit verschiedener Nährstoffe, Elemente, oder der pH-Wert des Bodens.

BIOLOGISCHE BODENEIGENSCHAFTEN

Bodeneigenschaften, die mit Lebewesen zusammenhängen. Zum Beispiel die Anzahl der vorhandenen Arten, deren Biomasse oder Interaktionen.

Abbildung 3

Extremes Beispiel für die Konsequenzen einer Regenwurminvasion in einem Ahornwald in Minnesota, USA. Das obere Bild zeigt eine Gegend ohne Regenwürmer, das untere zeigt eine Gegend mit invasiven, europäischen Regenwürmern. Fotos: Ulrich Pruschitzki (oben), Olga Ferlian (unten) – Abbildung verändert nach (6).

Methoden helfen uns also besser zu verstehen, auf welche Weise invasive Regenwürmer ihr neues zu Hause beeinflussen.

WAS WISSEN WIR BEREITS?

Wir wissen bereits eine ganze Menge darüber, wie Regenwürmer die chemischen und physikalischen Bedingungen im Boden verändern. Regenwürmer machen Böden oft wärmer, trockener und weniger sauer. Sie verändern die Verfügbarkeit von Stickstoff und Kohlenstoff, zwei sehr wichtigen chemischen Elementen. Darüber hinaus reduzieren eingeführte Regenwürmer häufig die Anzahl anderer Bodenlebewesen, sowie die Diversität von Pflanzen und Tieren (**Abbildungen 2 und 3**).



Allerdings werden nicht alle Lebewesen negativ beeinflusst. Hornmilben und Springschwänze werden zwar meist negativ beeinflusst, aber Prostigmata (eine andere Gruppe von Milben) profitieren häufig von Regenwurminvasionen. Während einige Arten lokal aussterben, folgen manche Arten den Regenwürmern und werden invasiv – das sind meist solche Arten, die bereits an Regenwürmer gewöhnt sind. Regenwurminvasion kann eine regelrechte Kette von ökosystemweiten Konsequenzen nach sich ziehen, die auch für uns Menschen relevant sind. So verändern Regenwürmer zum Beispiel die lokale Wasserqualität und beeinflussen die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten von Waldbränden (6). Wir wissen außerdem, dass invasive Regenwürmer den

Artenreichtum von Pflanzengemeinschaften verringern. Dabei verändern sie jedoch auch die Artenzusammensetzung und erhöhen zum Beispiel den Anteil an grasartigen Pflanzen und die Anzahl nicht heimischer Pflanzenarten. Regenwürmer können sogar wesentlich größere Tiere beeinflussen, zum Beispiel Salamander und bodennistende Vögel. Während einige Salamander Arten sich in den Gängen der Regenwürmer verstecken oder die Würmer fressen, können die Regenwürmer die Nester bestimmter Vogelarten zerstören, indem sie das Laub, aus dem die Nester gebaut werden, in den Boden ziehen.

DIE FORSCHUNG ZU INVASIVEN REGENWÜRMERN GEHT WEITER ...

Es dauert lange, die Auswirkungen von Störungen auf Ökosysteme zu untersuchen – die entsprechenden Studien laufen häufig über viele Jahre. Deshalb gibt es vieles, was wir noch nicht wissen, obwohl an dem Thema der Regenwurminvasionen seit vielen Jahrzehnten gearbeitet wird (**7, Link 3 – EcoWorm Projekt**). Wir wissen mehr darüber, wie Regenwürmer die physikalische Struktur, andere Lebewesen und Ökosystemprozesse im Boden beeinflussen, als oberhalb des Bodens. Wir wissen auch nicht viel darüber, inwieweit sich invasive Regenwürmer darauf auswirken, wie ober- und unterirdische Systeme miteinander interagieren oder wie Energie durch die Netzwerke miteinander interagierender Lebewesen fließt, die sich gegenseitig fressen. Obwohl wir wissen, dass Regenwurminvasion die Pflanzengemeinschaften als solches verändern, wissen wir kaum etwas darüber, wie sich zum Beispiel die Eigenschaften einzelner Arten und Individuen verändern, also zum Beispiel die Größe ihrer Blattfläche, die für das Leben und die Funktion einer Pflanze (z.B. für die Photosynthese) sehr wichtig ist. Der Großteil unseres Wissens über invasive Regenwürmer stammt aus Beobachtungsstudien und Laborexperimenten, da Feldexperimente schwierig durchzuführen sind und besondere Vorkehrungen erfordern, um ein Entkommen und ein ungewolltes Ausbreiten der experimentell genutzten Regenwürmer zu verhindern. Darüber hinaus verändert sich das Klima unseres Planeten, wie du wahrscheinlich weißt. Steigende Temperaturen und veränderter Niederschlag können mit Regenwurminvasionen wechselwirken. Daher ist es notwendig, zu untersuchen, wie Lebewesen zum Beispiel darauf reagieren, wenn sie gleichzeitig mit höheren Temperaturen, verändertem Niederschlag und Regenwurminvasionen konfrontiert werden. Entdeckungsfreudige junge Menschen wie du können dabei helfen, diese und andere Fragen zu beantworten und die verbleibenden Geheimnisse rund um das Leben im Boden aufzuklären. Das gilt insbesondere für die Auswirkungen von invasiven Arten auf die Ökosysteme unseres Planeten – im stetigen Wandel der Zeit.

ORIGINAL-ARTIKEL

Jochum M and Eisenhauer N (2020) How Introduced Earthworms Alter Ecosystems. *Front. Young Minds* 8:534345. doi: 0.3389/frym.2020.534345

QUELLENANGABEN

1. Wardle, D. A., Bardgett, R. D., Callaway, R. M., and Van der Putten, W. H. 2011. Terrestrial ecosystem responses to species gains and losses. *Science* 332:1273–7. doi: 10.1126/science.1197479
2. Eisenhauer, N., and Eisenhauer, E. 2020. The “intestines of the soil”: the taxonomic and functional diversity of earthworms—a review for young ecologists. *EcoEvoRxiv*. doi: 10.32942/osf.io/tfm5y
3. Phillips, H. R. P., Guerra, C. A., Bartz, M. L. C., Briones, M. J. I., Brown, G., Crowther, T. W., et al. 2019. Global distribution of earthworm diversity. *Science* 366:480–5. doi: 10.1101/587394
4. Hendrix, P. F., Callahan, M. A. Jr., Drake, J. M., Huang, C. Y., James, S. W., Snyder, B. A., et al. 2008. Pandora’s box contained bait: the global problem of introduced earthworms. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.* 39:593–613. doi: 10.1146/annurev.ecolsys.39.110707.173426
5. Ferlian, O., Eisenhauer, N., Aguirrebengoa, M., Camara, M., Ramirez-Rojas, I., Santos, F., et al. 2018. Invasive earthworms erode soil biodiversity: a meta-analysis. *J. Anim. Ecol.* 87:162–72. doi: 10.1111/1365-2656.12746
6. Frelich, L. E., Blossey, B., Cameron, E. K., Dávalos, A., Eisenhauer, N., Fahey, T., et al. 2019. Side-swiped: ecological cascades emanating from earthworm invasions. *Front. Ecol. Environ.* 17:502–10. doi: 10.1002/fee.2099
7. Eisenhauer, N., Ferlian, O., Craven, D., Hines, J., and Jochum, M. 2019. Ecosystem responses to exotic earthworm invasion in northern North American forests. *Res. Ideas Outcomes* 5:e34564. doi: 10.3897/rio.5.e34564

AUTORINNEN- UND AUTOREN-BEITRÄGE

Der Text wurde von Malte Jochum, mit Unterstützung von Romy Zeiss und Elisabeth Bönisch, aus dem Englischen ins Deutsche übersetzt. Er wurde ursprünglich von Malte Jochum und Nico Eisenhauer auf Englisch verfasst.

DANKSAGUNGEN

Wir bedanken uns für die konstruktiven Kommentare zweier Teams aus Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern, sowie Jugendlichen und für die Kommentare von Editor Nathan M. Good, die uns geholfen haben, den Originalartikel zu verbessern. Unsere Forschung wurde mit Mitteln des European Research Council (Horizon 2020, 677232, Nico Eisenhauer) und des Deutschen Zentrums für integrative Biodiversitätsforschung Halle-Jena-Leipzig (iDiv), finanziert durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft (FZT 118), ermöglicht.

FUßNOTEN

1. Knete Video von Maxwell Helmberger (Englisch):
https://www.youtube.com/watch?v=3a7IFGOYL7s&list=PLB9tSz89_6_qBS8RRF0h5YzhyC31KJHoc&index=5
2. MinuteEarth Video (Englisch):
<https://www.youtube.com/watch?v=icGV8bJRkkg>
3. EcoWorm Projektvorstellung (Englisch):
https://www.youtube.com/watch?v=Au_-VYDUhAw&list=PLJFvA_Py3UkyUbNO48W7bY2KoVuSYIlec&index=10&t=0s

BEARBEITET DURCH: Nathan M. Good, University of California, Berkeley, United States

QUELLE: Jochum M and Eisenhauer N (2020) How Introduced Earthworms Alter Ecosystems. *Front. Young Minds* 8:534345. doi: 10.3389/frym.2020.534345

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

COPYRIGHT © 2020 Jochum and Eisenhauer. 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

LILU, ALTER: 10

Ich liebe Eisbären und kämpfe gegen den Klimawandel um sie zu retten! Außerdem liebe ich Meerschweinchen.

MICHELLE, ALTER: 16

Ich bin ein spanisches Mädchen, das Pilotin werden möchte. Meine Lieblingsfächer in der Schule sind Biologie und Mathematik. Meine Hobbies sind Flugsport und Tennis spielen.

JUNGE REVIEWER – ÜBERSETZUNG

INJA BITTER, ALTER: 15

Mein Lieblingsfach ist Biologie und Mathe und meine Lieblingstiere sind Delfine und Tiger. Ich möchte gerne Lehrerin werden.



AUTOREN



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. *malte.jochum@idiv.de



NICO EISENHAUER

Nico ist seit seiner frühesten Kindheit an der Natur interessiert. Er hat nach Regenwürmern gegraben, Frösche und Fische gefangen, und Eidechsen geholfen im Winter zu überleben. Er war schon immer von der Schönheit der Natur fasziniert und wurde von der Frage angetrieben, warum eine bestimmte Pflanzen- oder Tierart an einem Ort zu finden ist, während sie an dem anderen nicht vorkommt. Während seines Biologie-Studiums hat er sein Interesse für Regenwürmer und deren bedeutenden Aktivitäten, die wichtig für das Funktionieren von Ökosystemen sind, entdeckt. Wenn er nicht arbeitet, dann spielt Nico gerne Fußball oder Badminton, joggt oder verbringt Zeit mit seiner Familie.

ÜBERSETZERINNEN UND ÜBERSETZER

MALTE JOCHUM

(siehe Autorinnen und Autoren)



ROMY ZEISS

Romy ist Doktorandin am Deutschen Zentrum für Integrative Biodiversitätsforschung (iDiv) Halle-Jena-Leipzig.



ELISABETH BÖNISCH

Elisabeth ist Doktorandin am Deutschen Zentrum für Integrative Biodiversitätsforschung (iDiv) Halle-Jena-Leipzig.