

ARTENREICHTUM IM BODEN SCHÜTZEN - EIN SCHMUTZIGER JOB, ABER JEMAND MUSS IHN TUN!

Alberto Orgiazzi¹

¹ European Commission, Centro de Investigación Conjunta (CIC), Italia

JUNGE REVIEWER:



**KAYSVILLE
JUNIOR
HIGH**

ALTER: 12 - 13

Artenreichtum im Boden umfasst die ganze Bandbreite an Geschöpfen, verschiedenste Formen und Größen, von winzigen Mikroben bis zu großen Tieren. Vielfalt im Boden ist sehr wichtig und um sie zu schützen ist es notwendig zu wissen, wo vielleicht bedrohte Organismen im Boden leben. Leider besitzen wir keine Daten darüber, wie die meisten Lebewesen im Boden verteilt sind, aber dafür kennen wir die möglichen Gefahren für Böden und ihre Bewohner. Wir können diese Hürde also umgehen, indem wir Risikozonen finden und versuchen diese zu reduzieren. Das ermöglicht es uns Bodenlebewesen auf indirektem Wege zu schützen. Auf diese Weise haben wir das Risiko für Mikroorganismen und Tiere im Boden kartiert - in 27 Ländern der Europäischen Union (vor dem Brexit). Unsere Ergebnisse unterstreichen, dass wir dringend handeln müssen, da die Lebewesen in über 40% der Böden vieler Länder stark gefährdet sind.

BODENBIODIVERSITÄT

Alle lebenden Geschöpfe, die den Boden bewohnen.

BODEN- MIKROORGANISMEN

Im Boden lebende Organismen, die nur unter einem Mikroskop sichtbar sind. Sie beinhalten Archaea, Bakterien, Pilze und Einzeller.

BODENTIERE

Im Boden lebende Organismen, die zum Reich der Tiere gehören. Diese reichen von kleinen Würmern genannt Nematoden (<0.1 mm) bis zu größeren Tieren wie Maulwürfen.

ARTENREICHTUM IM BODEN IST WICHTIG

Geschätzt ein Viertel allen Lebens auf unserem Planeten wohnt direkt unter unseren Füßen, nämlich im Boden. Diese riesige Vielfalt an Organismen im Boden nennt man **Bodenbiodiversität**. Diese Organismen übernehmen viele sehr wichtige Dienste für den Menschen. Sie unterstützen die Nahrungsmittelproduktion, indem sie Pflanzen beim Wachsen helfen, und spielen eine Schlüsselrolle in der Kontrolle der Nährstoffkreisläufe (besonders bei Kohlenstoff und Stickstoff), und somit in der Regulierung des Erdklimas. Andere weniger offensichtliche, aber äußerst wichtige Dienste beziehen die Wasseraufbereitung mit ein, welche unser Wasser erst trinkbar macht, und ebenso die Herstellung von Substanzen, die nützlich für die Medizin sind. Bspw. stammen die meisten Antibiotika, die wir heute nutzen, von Bodenlebewesen.

Trotz seiner Wichtigkeit wird Artenreichtum im Boden wenig berücksichtigt, wenn Menschen darüber nachdenken, wie sie die Vielfalt der Lebewesen auf der Erde erhalten können. Viele der aktuellen Pläne dafür zielen nur auf Organismen ab, die über der Erde leben. Zugegeben ist es tatsächlich nicht so einfach die Artenvielfalt im Boden zu schützen - das ist ein schmutziger Job, aber irgendwer muss ihn tun!

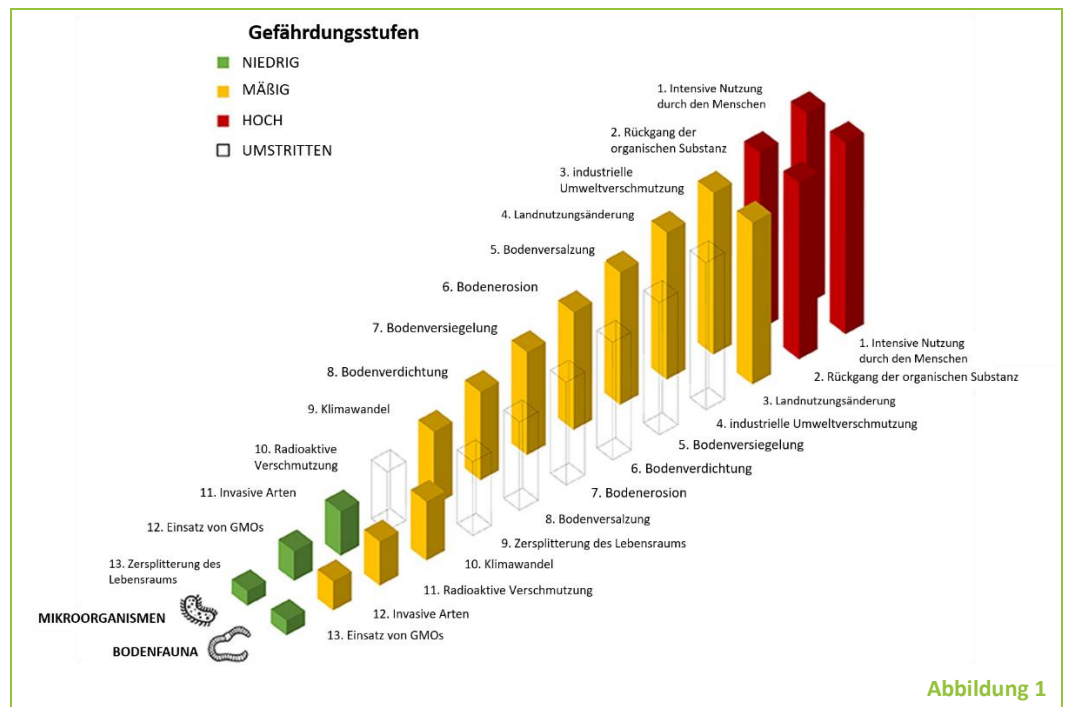
WIE MAN DIE ARTENVIELFALT IM BODEN SCHÜTZT

Stell dir vor, du wärst ein Superheld mit einer neuen, aufregenden Mission: Du musst eine Gruppe von Säugetieren, Pflanzen, Reptilien und Insekten beschützen, die sonst in ein paar Tagen verschwinden würden. Wenn die Zielgruppe über der Erde lebt, kannst du leicht erkennen, wo sich die gefährdete Gruppe befindet und du kannst eine Schutzzone einrichten - z.B. mit einer Art Zaun, die den Bereich abgrenzt, in dem deine gefährdete Gruppe lebt. Mission erfüllt: du bewahrst ihre Vielfalt.

Allerdings ist der Job oft nicht ganz so einfach. Wenn du Lebewesen unter der Erde bewahren musst, fehlen dir vielleicht Informationen darüber, wer sie sind und wo genau sie leben. Deshalb müssen viele Arten, die unter unseren Füßen wohnen, erst noch entdeckt werden [1]. Noch dazu ist der Artenreichtum im Boden unglaublich komplex und reicht von kleinsten **Mikroorganismen**, welche mit bloßem Auge nicht sichtbar sind, bis hin zu großen **Bodentieren** wie Regenwürmern und Maulwürfen. Deshalb ist es extrem schwierig, manchmal sogar unmöglich, genau zu bestimmen, wo die Bodenlebewesen sich aufhalten. Zum Glück gibt es aber noch einen anderen, einen indirekten Weg den Artenreichtum im Boden zu schützen. Selbst wenn du nicht weißt, wo eine Gruppe von Lebewesen sich aufhält, kannst du herausfinden, an welchen Orten sie besonderen Risiken ausgesetzt sind. Hast du diese Gebiete einmal kartiert, kannst du versuchen die Gefahren, die deine Zielgruppe beeinflussen, zu reduzieren. Allerdings ist das auch wieder nicht ganz so einfach wie es klingt ...

Abbildung 1

Risikostufe mit dazugehörigen Gefahren für Mikroorganismen und Bodentiere. Die Ziffern zeigen die Position jeder Gefahr, basierend auf wissenschaftlicher Einstufung, von wenig gefährdet (kleinste Ziffern) bis höchst gefährdet (höchste Ziffern). Transparente Balken zeigen Gefahren, bei denen sich Wissenschaftler uneinig waren und die damit umstritten bleiben und weitere Untersuchungen erfordern. Man kann sehen, dass für Mikroorganismen und Bodentiere das höchste Risiko die Nutzung durch den Menschen darstellt.



WIE MAN RISIKEN FÜR DEN ARTENREICHTUM IM BODEN ERKENNT

Selbstverständlich hat jede Mission ihre Schwierigkeiten. Indirekter Schutz der Bodenbiodiversität muss drei Hindernisse überwinden. Zuerst müssen wir dessen Hauptgefahren verstehen. Viele Dinge können Bodenlebewesen beeinflussen, aber wir müssen vor allem die Gefahren erkennen, die gemessen werden können und bekannt dafür sind das Bodenleben zu gefährden. Über Jahre haben Forscher daran gearbeitet genau das herauszufinden. Als Superheld sollte dein erster Schritt also sein alle verfügbare Literatur zu diesem Thema zu lesen. Obwohl wir keine Superhelden sind, haben wir aber genau das in unserer Studie kartiert - gefährdete Böden in der Europäischen Union [2]. 13 potentielle Gefahren für Bodenlebewesen haben wir erkannt, von Verschmutzung und der Nutzung **genetisch veränderter Organismen (GMOs)** bis zu zunehmender **Aridität** (Trockenheit) und Bodenverlust durch extreme Wetterereignisse (Abbildung 1).

Haben wir einmal eine Liste von Gefahren, die wir kartieren wollen, wird unser zweites Hindernis deutlich: der Artenreichtum im Boden ist enorm groß. Sind wir bspw. sicher, dass zunehmende Trockenheit für alle Bodenlebewesen den gleichen negativen Effekt hat? Trockenheit wird wahrscheinlich ein großes Problem für Regenwürmer sein (die nasse und feuchte Erde lieben), aber keine große Sache für Mikroorganismen, die extreme Bedingungen besser aushalten können. Außerdem werden nicht alle Regenwurm- oder Bakterienarten in gleicher Weise von der gleichen Gefahr beeinflusst. Idealerweise würden wir versuchen für jede einzelne Art an Bodenlebewesen eine Risikokarte zu erstellen, aber das würde zu Millionen von Karten führen, die selbst Superhelden unmöglich abarbeiten können. An der Stelle brauchen wir einen Kompromiss. Als erstes erstellen wir Karten für zwei Hauptgruppen:

GENETISCH MODIFIZIERTE ORGANISMEN (GMO)

in Organismus, dessen DNA verändert wurde um ihm neue Eigenschaften zu geben, wie Widerstandsfähigkeit gegen Schädlinge oder die Fähigkeit unter Anwendung unkrautvernichtender Chemikalien zu wachsen.

ARIDITÄT

Zustand eingeschränkter oder nicht vorhandener Wasserverfügbarkeit in der Umwelt, hauptsächlich aufgrund knapper Niederschläge.

Mikroorganismen (Bakterien und Pilze inbegriffen) und Bodentiere (inklusive Regenwürmer, Insekten, Springschwänze und Milben [1]). Nun haben wir eine Liste der Gefahren zum Kartieren und der Zielgruppen, die berücksichtigt werden. Da erscheint das dritte Hindernis. In welchem Maße beeinflusst die Gefahr die verschiedenen Organismengruppen? Trockenheit kann Regenwürmer töten, weshalb sie ein hohes Risiko für diese darstellt. Einige Bakterien können sich aber schnell von einer Trockenphase erholen, wonach Trockenheit für sie also ein geringes Risiko darstellt. Um diese Unterschiede zu ermitteln, beriefen wir uns auf das Wissen von Bodenwissenschaftlern, die sich seit langer Zeit mit den Risiken für Bodenorganismen beschäftigen. Wir wussten, dass diese Experten uns bei der Bereitstellung genauer Information über die Risikostufen für verschiedenste Arten helfen könnten. Wir kontaktierten also über 100 Wissenschaftler und baten sie unsere 13 Gefahren für die Bodenbiodiversität einzustufen, aufbauend auf einer Risikostufe (gering, mäßig, hoch) der von ihnen untersuchten Mikroorganismen und Bodentiere. Diese Information half uns die genaue Risikostufe zu bestimmen, die mit jeder der vorgeschlagenen Gefahren und Organismengruppen verbunden ist.

RISIKEN FÜR DIE ARTENVIELFALT IM BODEN IN DER EUROPÄISCHEN UNION

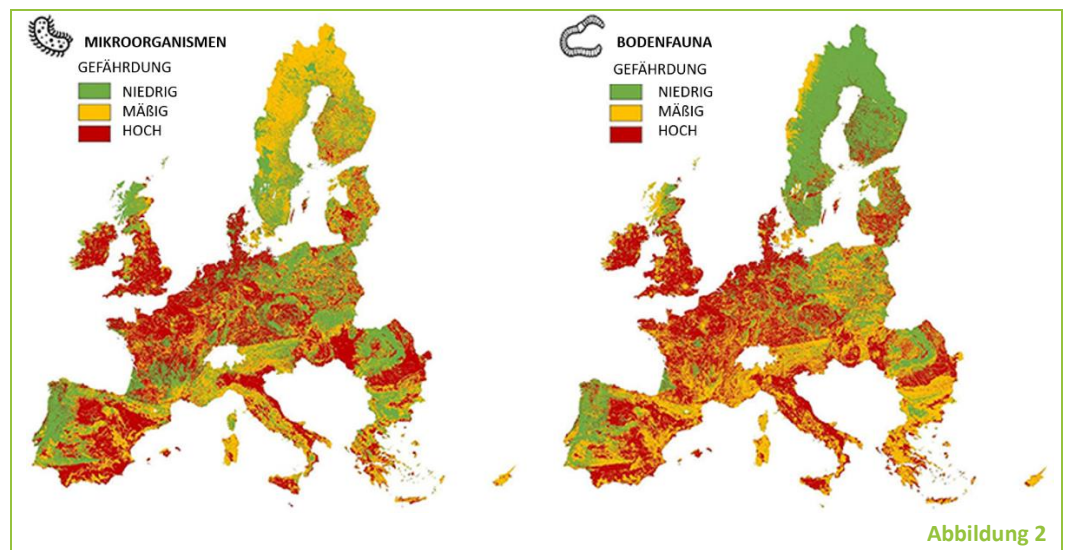
Nun bist du Teil des Superheldenteams: du hast alles, was du brauchst um deine Mission zu meistern. Du hast alle Informationen zur Identifizierung deiner gefährlichsten Feinde zusammengetragen, Expertenmeinungen zu Gruppen von Bodenlebewesen kombiniert und die Gefahren für Mikroorganismen und Bodentiere eingestuft (Abbildung 1). Nachdem wir diese Dinge erledigt hatten, wiesen unsere Ergebnisse darauf hin, dass die schlimmste Bedrohung für Mikroorganismen und Bodentiere die intensive Nutzung des Bodens durch den Menschen ist, hauptsächlich über intensive Landwirtschaft (hohe Viehdichte, schwere Maschinen) und chemische Einträge (Pestizide und Dünger) [3]. Das ist nicht überraschend, weil kein Bodenlebewesen gut leben kann, wenn regelmäßig seltsame Maschinen kommen und ihr Heim aufbrechen oder gar zerstören. Auf der anderen Seite wurde die Nutzung von GMOs in der Landwirtschaft als das geringste Risiko eingestuft. GMOs sind Kulturpflanzen, deren DNA von Menschen umgebaut wurde, damit sie besser wachsen und mit ihnen mehr Nahrung produziert werden kann [4]. Der Einsatz von genveränderten Pflanzen in der Landwirtschaft ist kontrovers. Unsere Ergebnisse zeigen, dass, während der Einsatz von GMOs nicht gänzlich risikofrei ist, andere Gefahren für die Bodenbiodiversität weitaus bedrohlicher sind. Wissenschaftler stimmen dem nicht immer zu und in unserem Fall war der Meinungsunterschied so groß, dass es unmöglich war mancher Gefahr überhaupt eine Risikostufe zuzuweisen (Abbildung 1). Dem Effekt von Verschmutzung auf Bodentiere und dem Effekt des Klimawandels auf Mikroorganismen im Boden konnten Experten bspw. nicht zustimmen. Solche „widersprüchlichen Gefahren“ waren zu erwarten. Ein interessantes Nebenprodukt unserer Analyse war die Identifizierung dieser Gefahren, über die wir nach wie vor nicht genug wissen um zu sagen wie gefährlich sie sind. Die Risiken erfordern weitere Untersuchungen in der Zukunft. Es gibt also eine Menge Arbeit um Bodenwissenschaftler zu beschäftigen!

DIE FEINDE FINDEN

Der nächste Schritt deiner Mission: finde heraus, wo die Feinde sind, indem du die Gefahreneinstufung mit geographischen Daten kombinierst. Für die Gefahr „Einsatz von GMOs in der Landwirtschaft“ zum Beispiel haben wir eine Karte europäischer Länder, in denen GMO-Kultivierung erlaubt ist (Spanien, Portugal, Rumänien, Tschechien und die Slowakei), kombiniert mit einer Karte der landwirtschaftlichen Flächen in diesen Ländern. Das ermöglichte uns die Böden, in denen GMOs gewachsen sein könnten, zu identifizieren. Für die Gefahr „intensiver menschlicher Nutzung“ erstellten wir eine Karte, die den Düngereintrag (je mehr Dünger eingesetzt wird, desto höher ist die menschliche Nutzung) und die Viehzahl zeigte (je mehr Vieh, desto größer der Einfluss auf den Boden).

Abbildung 2

Karte der Gefahren für Mikroorganismen und Tiere im Boden in 27 Ländern der Europäischen Union, basierend auf einer Datensammlung aus 2016. In über der Hälfte der untersuchten Länder zeigten 40% der Böden hohe Risikostufen für Mikroorganismen und Tiere im Boden.



Sobald alle unsere geographischen Daten dank Supercomputern zusammengestellt waren, brachten wir alle Infos zusammen um die Karten zu erstellen, die die Risiken für die Bodenbiodiversität in der Europäischen Union zeigen (Abbildung 2). Als wir uns die Verteilung der Risiken in jedem der 27 Länder der Europäischen Union näher anschauten, sahen wir eine alarmierende Situation. In mehr als der Hälfte der untersuchten Länder (14 von 27) wiesen 40% der Böden ein hohes Risiko für Mikroorganismen und Bodentiere auf. Nur fünf Länder zeigten, dass mehr als 40% ihrer Böden geringe Risiken für das Bodenleben aufwiesen. Die von uns erstellten Karten ermöglichten uns nicht nur die Gebiete höherer Risikostufen zu finden, sondern gaben uns auch Informationen über Aktivitäten, die die Böden in diesen Regionen beeinflussen. All diese Daten sind Grundlage für einen angemessenen Schutz der Bodenbiodiversität.

WAS DANN?

Wir haben die Risiken für den Artenreichtum im Boden kartiert und Gebiete entdeckt, in denen Unterstützung beim Schutz der Bodenlebewesen gebraucht wird. Bedeutet dies, dass man sagen kann „Mission erfolgreich abgeschlossen! Leben unter uns gerettet.“? Nicht wirklich. Aber hier kommt der beste Teil: jetzt müssen wir die tatsächlich umsetzbaren Maßnahmen finden, die die Gefahren

für Bodenlebewesen in den Hochrisikogebieten mindern. Vielleicht können zum Beispiel geschützte Gebiete (wie Nationalparks) umfunktioniert werden hinsichtlich Vermeidung oder wenigstens Verminderung menschlicher Einmischung. Jedoch könnte das in manchen Fällen nicht ausreichen. Extremwetterereignisse haben z.B. keine Grenzen und treten auch in Nationalparks auf. Um die Auswirkungen schwerer Wetterlagen auf Bodenlebewesen zu reduzieren brauchen wir breitere Messungen, die helfen werden den Klimawandel zu bremsen oder umzukehren. Aber das ist eine andere Geschichte - eine echte Superheldenmission!

DANKSAGUNG

Ein großes Dankeschön geht an Gráinne Mulhern für aufmerksames Korrekturlesen des Manuskriptes.

ORIGINAL ARTIKEL

Orgiazzi, A., Panagos, P., Yigini, Y., Dunbar, M. B., Gardi, C., Montanarella, L., et al. 2016. Knowledge-Based approach to estimating the magnitude and spatial patterns of potential threats to soil biodiversity. *Sci. Total Environ.* 545-546:11–20. doi: 10.1016/j.scitotenv.2015.12.092

REFERENZEN

- [1] Orgiazzi, A. et al., 2016, Global Soil Biodiversity Atlas (European Commission).
- [2] Orgiazzi, A. et al., 2016, Knowledge-based approach to estimating the magnitude and spatial patterns of potential threats to soil biodiversity. *Sci. Total Environ.*, 545–546, pp. 11-20.
- [3] Tsiafouli, M. A. et al., 2015, Intensive agriculture reduces soil biodiversity across Europe. *Glob. Change Biol.* 21, 973–985.
- [4] Carpenter J. 2011. Impact of GM crops in biodiversity. *GM Crops* 2: 7–23.

BEARBEITET DURCH: Helen Phillips, Saint Mary's University, Canada

WISSENSCHAFTLICHER MENTOR: Christopher A. Emerling

QUELLE: Orgiazzi A (2022) Protecting Soil Biodiversity: A Dirty Job, but Somebody's Gotta Do It! *Front. Young Minds* 10:677917.
doi: 10.3389/frym.2022.677917

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

COPYRIGHT © 2022 Orgiazzi. 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



KAYSVILLE JUNIOR HIGH, ALTER: 12–13

Die Schüler, die diesen Artikel überprüft haben, wurden aus der Wissenschaftsklasse von Herrn Lanford der Schule *Kaysville Jr High* ausgewählt. Die Schüler kommen aus einem lebendigen und vielfältigen Umfeld und wissen daher die Natur im Westen der USA zu schätzen. Viele Familien gehen gemeinsam wandern, fischen, campen, klettern, raften oder Fahrrad fahren.

AUTOR

ALBERTO ORGIAZZI



Als Kind wollte Alberto Hubschrauberpilot werden. Aber das Leben ist voller Überraschungen und stattdessen machte er es wie der Vogel Strauß und steckte den Kopf in den Sand. Von Himmel zu Boden gewechselt ist er heute ein Bodenkundler am Forschungszentrum der Europäischen Union. Seine aktuelle Mission konzentriert sich auf die Erstellung detaillierter Karten des Lebens in europäischen Böden. *alberto.orgiazzi@gmail.com

ÜBERSETZERIN

SUSANNE HORKA