

Der Natur widmen wir uns mit Blick auf lebendige Böden, Vielfalt der Arten und Vielfalt der Lebensräume. Seit über 10 Jahren bereits bewirtschaften und renaturieren wir unsere Böden in Nantesbuch: Wir vernässen Moor, bauen Waldsaum auf und betreiben Permakultur. Die Stiftung stellt Forschungsflächen zur Verfügung und lädt dazu ein, Natur zu erleben. So fördert sie Wissen und Bewusstsein.

Böden geben Antworten auf vier große Fragen unserer Zeit: Klima, Ernährung, Energie, Biodiversität. Mit Blick auf diese Relevanz baut die Stiftung ihr Engagement aus: mit dem Aufbau eines Boden-Netzwerks und der Planung eines Forums, das führende Boden-Experten mit Persönlichkeiten aus Wirtschaft, Kultur und Zivilgesellschaft zusammenbringt. Verbindung schafft Austausch, Austausch fördert Erkenntnis, und Erkenntnis bringt uns ins Handeln – weit über Nantesbuch hinaus.

Diese Sonderausgabe der Blattwerke ist dem Boden gewidmet. Blattwerke sind das Ideenheft des Museums Sinclair-Haus in Bad Homburg, dem zweiten Standort der Stiftung. Dort begegnen sich Mensch und Natur in Ausstellungen, die durch Workshops, Kurse, Gespräche und Abendveranstaltungen ergänzt werden. Die Blattwerke bieten zu jeder Ausstellung Hintergründe und Ideen, die anregen, kreativ zu werden und bewusster wahrzunehmen. Sie wollen Freude daran wecken, der Kunst und der Natur spielerisch zu begegnen.

[kunst-und-natur.de](http://kunst-und-natur.de)  
[museum-sinclair-haus.de](http://museum-sinclair-haus.de)  
[nantesbuch.de](http://nantesbuch.de)



Stiftung  
Kunst  
und Natur



Museum Sinclair-Haus in Hessen  
Foto: Anja Jahn

## Der Mensch ist ein Bodenwesen

Böden bedecken diesen Planeten mit einer dünnen Haut, ohne die das Leben, wie wir es kennen, nicht vorstellbar wäre. Böden entwickeln sich in schier unendlicher Langsamkeit – damit gelten sie als nicht erneuerbare Ressource.

Der Mensch ist ein Bodenwesen. Boden nährt uns, so wie er die Pflanzen und Tiere nährt. Alles Leben hängt an den Böden. Im Mutterboden geht die Saat auf; der Humus, das schwarze Gold, lässt die Pflanzen gedeihen. Samen, Wachstum, Verfall – der Kreislauf des Bodens ist der des Lebens. Auch unsere Toten, gebettet ins Erdreich, sind Teil davon. Den Böden verdanken wir auch die Vielfalt der Landschaften. Den Böden verdanken wir Wasser. Aus ihren Tiefen gewinnen wir unsere Rohstoffe: Sand, Ton, Lehm, Mineralöl, Kohle, Erze, Gold, Seltene Erden – daraus entwickelten wir unsere Zivilisation, unsere Häuser, unsere Energie, unsere Güter, vom Faustkeil bis zum Smartphone.

Gemessen an ihrer Bedeutung wissen wir wenig über unsere Böden. Und oft mangelt es uns an Bewusstsein. Nicht selten sehen wir in ihnen allein die Fläche oder gar Schmutz und Dreck. Boden ist Leben. Boden währt. Wir Erdenbesucher haben ihn nur geliebt und sollten ihn achten, pflegen und mit Bedacht nutzen. Diese Sonderausgabe der Blattwerke bringt auf spielerische Art ein wenig Licht ins Dunkel des Bodens.

Stiftung  
Kunst  
und Natur

Blattwerke

Lebendige

Böden



Die Stiftung Kunst und Natur, gegründet 2012 von Susanne Klatten, hat zwei Standorte: das Museum Sinclair-Haus in Bad Homburg und das Gut Nantesbuch im bayerischen Alpenvorland.

Nantesbuch war ein zum Verkauf stehendes, halb verfallenes Gehöft, umgeben von Mooren. Die Stifterin wollte hier etwas aufbauen – zum Nutzen aller. Nantesbuch wurde ein Ort der Begegnung: In Nantesbuch begegnen sich Menschen, in Nantesbuch begegnen sich Kunst und Natur.

Mit Kunst möchten wir Freude bereiten und in Zeiten zunehmender Isolierung Gemeinschaft stiften. Das Lange Haus, entstanden aus zwei Ställen, ist Ausgangspunkt für Wanderkonzerte, Literaturfestivals, Vogelstimmenprojekte oder Kinoabende in Hof oder Scheune. Nantesbuch als Ort prägt diese Kunst, die in den Dialog mit der Natur tritt.

Nantesbuch liegt 50 Kilometer südlich von München am Fuße der Alpen. Auf dem von Gletschern geformten Gelände erheben sich zwei Hügel. Die Böden verändern sich, je tiefer man in die Senken kommt – diese waren einst Seegrund. Im Laufe der Zeit wuchsen dort wie in einer Tonschale Moore, aus Pflanzen bildeten sich organische Böden. Je höher man steigt, desto mineralischer werden die Böden – entwickelt aus Nagelfluh, einem aus Kiesel, Kalk und anderen Mineralien „verbackenen“ Gestein. Unsere Böden pflegen wir naturnah und mit Helfern: Heckrindern, Wasserbüffeln und Exmoor-Ponys.

Besuchen Sie das  
Stiftungs-Gelände als  
virtuellen Rundgang:  
[tour.nantesbuch.de](http://tour.nantesbuch.de)



Nantesbuch in Bayern  
Foto: Jakob Nicklbauer

## Unterschätzte Wunderwelt Boden

Böden und unser Umgang mit ihnen wirken sich in vielerlei Hinsicht direkt wie auch indirekt auf unser Wohlergehen aus. Die positiven Einflüsse des Bodens erachten wir zumeist als selbstverständlich. Sie kommen jedoch nur zur Geltung, wenn Böden die folgenden drei zentralen Funktionen erfüllen können:

### die Produktionsfunktion die Lebensraumfunktion und die Regelungs- bzw. Filterfunktion

Nur durch das Zusammenwirken dieser drei Funktionen können Böden und die sich daraus entwickelnden Ökosysteme die für den Menschen und eine Vielzahl anderer Lebewesen wichtigen Ökosystemdienstleistungen erbringen. Zu diesen zählen unter anderem:

#### Pflanzenwachstum

Unter natürlichen Bedingungen entwickeln sich auf Böden relativ stabile Pflanzengesellschaften, deren jeweiliges Artenspektrum das Ergebnis des standort-spezifischen Zusammenspiels von Ausgangsgestein, Relief, Lage und Ausrichtung, Klima und den zum Teil kleinräumig variierenden Bodeneigenschaften ist. Der Erhalt von Standorten mit naturbelassenen Pflanzengesellschaften genauso wichtig für die Menschheit, wie der von Flächen für die Produktion von Nahrungsmitteln, Futtermitteln, Holz, Energiepflanzen, Heil- oder Faserpflanzen – wie etwa Baumwolle für Kleidung und andere Stoffe.

#### Nährstoffspeicher & Recycling

Durch den Abbau von tierischem und pflanzlichem Material recycelt der Boden mit Millionen Bodenorganismen das überirdische Leben. Zusammen mit mineralischen Verwitterungsprozessen werden so Nährstoffe wieder anderen Pflanzen, Tieren und Pilzen für ihr Wachstum verfügbar gemacht.

#### Klimaanpassung & Erosionsschutz

Böden in natürlichen oder von Menschen angelegten Dauervegetationsformen wie Gärten, Dauerwäldern oder Parks sind durchgehend beschattet, von Wurzeln durchwachsen und können viel Wasser aufnehmen. Damit leisten sie einen wesentlichen Beitrag zur Abschwächung von Extremwetterereignissen, wie etwa Hitze oder Starkregen und den damit verbundenen Gefahren.

#### Biologische Diversität

Im Boden leben weit mehr Arten als auf dem Boden mit all seinen Ökosystemen. Der Boden bietet nicht nur Schutzraum in Höhlen für z. B. Dachse und Füchse, in ihm leben unzählige Kleintiere, Pilze und Bakterien, ohne die es keine oberirdische Artenvielfalt geben kann. Lebendige Böden sind hoch relevant für die Speicherung von Nährstoffen und Wasser und damit für die Bodenfruchtbarkeit. Die Nutzungspotenziale der sich in Böden entwickelnden genetischen Vielfalt z. B. für die Entwicklung von Medikamenten gegen Antibiotikaresistenzen sind bei Weitem nicht ausgeschöpft. Dies gilt auch für jüngste wissenschaftliche Ergebnisse zur gesundheitsfördernden Wirkung von Naturerfahrungen.

#### Klimaschutz

Böden bzw. Ökosysteme binden und speichern CO<sub>2</sub> in Form von organischem Material in der lebenden (Blätter, Äste, Stengel bzw. Stamm, Wurzeln, Bodentiere) und verrottenden Biomasse (Humusaufgabe, organischer Oberboden) sowie durch die Verwitterung von Gesteinen. Besonders Moore, aber auch Wälder sind in der Lage, große Mengen an CO<sub>2</sub> zu speichern.

#### Wasserschutz

Böden speichern und filtern Wasser. Gesunde Böden leisten einen zentralen Beitrag für die Gewinnung von reinem Trinkwasser in ausreichenden Mengen und für die Speicherung und für den Abbau von eingetragenen Schadstoffen.

Unabhängig davon erfüllen Böden noch andere gesellschaftlich relevante Nutzungsfunktionen: Besonders hervorzuheben ist die in vielen unserer Böden gespeicherte menschliche Nutzungsgeschichte und die in ihnen archivierte kulturhistorische Entwicklung. Vieles aus der Erdgeschichte oder der Kulturgeschichte wissen wir nur aus Funden im Boden. Daher werden Orte, an denen man noch viel Wissen im Boden vermutet, als Bodendenkmal unter Schutz gestellt. Auch die mit der Besiedlung verbundene Inanspruchnahme von Böden als Rohstoffquelle und Baugrund sind hier zu nennen. Gerade die mit dem Aufbau neuer Infrastrukturen einhergehende Bodenversiegelung, aber auch die flächenhafte Nutzung der Filterfunktion von Böden für die Entsorgung von Klärschlämmen stellen große Herausforderungen dar.

# Lebendige Böden - Unsere Zukunft



#### Literatur

Merlin Sheldrake: Verwobenes Leben: Wie Pilze unsere Welt formen und unsere Zukunft beeinflussen, übersetzt von Sebastian Vogel. Ullstein Buchverlage GmbH, Berlin 2021.  
Heike Strelow (Hrsg.), Ökologische Ästhetik. Theorie und Praxis künstlerischer Umweltgestaltung. Birkhäuser-Verlag für Architektur, Basel 2004.  
Benedikt Bösel: Rebellen der Erde. Wie wir den Boden retten – und damit uns selbst! Skorpion, München 2023.  
Helga Zumkowski-Xylander et al.: Die dünne Haut der Erde – Unsere Böden. SENCKENBERG Museum für Naturkunde Görlitz, Görlitz 2017.  
Alexandra R. Toland, Ray Stratton Noller, Gerd Wessolek (Hrsg.): Field to Palette – Dialogues on Soil and Art in the Anthropocene. CRC Press, Boca Raton 2019.  
Beatrice Voigt Kunst- und Kulturprojekte München, Universität für Bodenkultur Wien (Hrsg.): BodenLeben – Erfahrungsweg ins Innere der Erde. Annäherungen an eine verborgene Dimension des Lebens im Dialog von Wissenschaft, Kunst und Bildung, München 2013.

#### Links

Nachhaltige Bodenbewirtschaftung in den Alpen: [↗ alpine-space.eu/project/links4soils](https://alpine-space.eu/project/links4soils)  
EU-Bodenstrategie 2030: [↗ environment.ec.europa.eu/topics/soil-and-land/soil-strategy\\_de?etrasn=de](https://environment.ec.europa.eu/topics/soil-and-land/soil-strategy_de?etrasn=de)  
Broschüre „Boden Schützen leicht gemacht“ - Umweltbundesamt: [↗ umweltbundesamt.de/publikationen/boden-schuetzen-leicht-gemacht](https://umweltbundesamt.de/publikationen/boden-schuetzen-leicht-gemacht)  
IG gesunder Boden e.V.: [↗ ig-gesunder-boden.de](https://ig-gesunder-boden.de)  
Die Gemüse-Ackerdemie: [↗ acker.co/gemueseackerdemie](https://acker.co/gemueseackerdemie)  
Die 17 Nachhaltigkeitsziele und Boden: [↗ 17ziele.de/blog/detail/gesunde-boeden.html](https://17ziele.de/blog/detail/gesunde-boeden.html)  
Böden-Portal der Welternährungsorganisation (FAO): [↗ www.fao.org/soils-portal/en/](https://www.fao.org/soils-portal/en/)  
Bodenbasierte Ökosystemdienstleistungen - The Alpine Soils Platform: [↗ de.alpinesoils.eu/about-soils/soil-ecosistem-services/](https://de.alpinesoils.eu/about-soils/soil-ecosistem-services/)

#### Impressum

kunst-und-natur.de  
museum-sinclair-haus.de  
nantesbuch.de



## Stiftung Kunst und Natur

Inhalt und Redaktion: Madelaine Heck, Kristine Preuß, Sinan von Stietencron  
Fachliche Beratung: Prof. Dr. Reinhard Hüttl, Dr. Uwe Schneider  
Gestaltung, Illustration und Kalligrafie: Sandra Beer, Frankfurt am Main  
Druck: Druckerei Lokay, Papier: Circle Offset Premium White

© 2023 Stiftung Kunst und Natur gGmbH

Trotz intensiver Recherche war es nicht in allen Fällen möglich, die Rechteinhaber der Abbildungen und der Texte ausfindig zu machen. Berechtigte Ansprüche werden selbstverständlich im Rahmen der üblichen Vereinbarungen abgegolten.

Die Blattwerke-Reihe (Gratis-Download unter: [museum-sinclair-haus.de/blattwerke](https://museum-sinclair-haus.de/blattwerke))

- 01 Werkbuch HIMMEL zur Ausstellung „HIMMELwärts. Kunst über den Wolken“, 2015
- 02 Werkbuch NACHT zur Ausstellung „Darren Almond. Schatten und Licht“, 2016
- 03 Blattwerke FRÜCHTE zur Ausstellung „Sünde und Erkenntnis – Die Frucht in der Kunst“, 2016
- 04 Blattwerke NATURKLEID zur Ausstellung „Die zweite Haut“, 2016
- 05 Blattwerke MODELLELANDSCHAFT zur Ausstellung „THOMAS WREDE. Modell Landschaft. Fotografie“, 2017
- 06 Blattwerke MATERIAL NATUR zur Ausstellung „Nach der Natur. Material, Form, Struktur“, 2017
- 07 Blattwerke BUCHWELTEN zur Ausstellung „Buchwelten“, 2017
- 08 Blattwerke FENSTER zur Ausstellung „Aussicht – Einsicht. Blick durchs Fenster“, 2018
- 09 Blattwerke GEFLECHTE UND GESPINSTE zur Ausstellung „Gedankenlinien/Line of Thought“, 2019
- 10 Blattwerke INSEKTEN zur Ausstellung „Flügel Schlag. Insekten in der zeitgenössischen Kunst“, 2019
- 11 Blattwerke DIGITALE LANDSCHAFT zur Ausstellung „Illusion Natur. Digitale Welten im Museum Sinclair-Haus“, 2019
- 12 Blattwerke GEFÜHLSKÖRPER zur Ausstellung „Juul Krajer. Zweiheit“, 2020
- 13 Blattwerke WAS IST NATUR? zur Ausstellung „Was ist Natur?“, 2020
- 14 Blattwerke TEMPO! zur Ausstellung „Tempo! Alle Zeit der Welt“, 2021
- 15 Blattwerke WANDELMUT zur Ausstellung „Wandelmut“, 2022
- 16 Blattwerke MOORE, 2022
- 17 Blattwerke EIS zur Ausstellung „Ewiges Eis“, 2022
- 18 Blattwerke WOLKEN zur Ausstellung „Wolken. Von Gerhard Richter bis zur Cloud“, 2023
- 19 Blattwerke LEBENDIGE BÖDEN, 2023
- 20 Blattwerke SAND zur Ausstellung „Sand - Ressource, Leben, Sehnsucht“, 2023

# Der Boden und Ich

Wann hast Du zuletzt Deine Hände in den Boden gesteckt oder mit Matschen gespielt? Wie viele Sekunden brauchst Du, um von dort, wo Du jetzt bist, eine Handvoll Boden zu finden? Was für einen Boden hast Du gefunden?



## Erde in meiner Hand

In einer Handvoll Erde können mehr Bodenorganismen leben als Menschen auf dem Planeten Erde. Fruchtbarer Boden ist humusreich, dunkel und weist idealerweise eine krümelige Struktur und ein intensives Bodenleben auf.

An diesen Pflanzen sind zum Beispiel folgende Böden zu erkennen:  
 Feuchte oder sehr trockene Böden: Ackermünze, Knöteriche, Hülllattich und Kriechender Hahnenfuß  
 Stickstoffhaltiger Boden: viel Löwenzahn gemeinsam mit Ehrenpreis, Brennnessel, Gänsefuß oder Klatten-Labkraut



## Kunst - Ana Mendieta „Silueta Series“

Die kubanische Künstlerin Ana Mendieta formte, ätzte, hämmerte und brante ihre Körpersilhouetten in den Jahren 1973–1980 in Gestein, Schlamm, Erde, Sand und sogar in Gräser und Schnee. Anders als andere Land-Art-Künstler:innen zeigt sie die menschliche Präsenz in der Landschaft ganz deutlich – indem sie ihren Körper mit Schlamm beschmiert und beinahe unsichtbar vor Rinde tarnt oder von Steinen bedecken lässt. Der intensive körperliche Prozess ihrer Arbeit brachte sie in Einklang mit Böden und Landschaft und stillte ein inneres Verlangen, mit den Kräften der Natur in einen Dialog zu treten. Ihre Inspiration schöpfte sie aus den Traditionen lateinamerikanischer Urvölker, die wertvolles Naturwissen in ihren Alltag integrierten.<sup>2</sup>



Welche Gebilde, Formen oder Gegenstände kannst Du aus Boden modellieren? Findest Du interessant geformte Erdklumpen, die Dich an Wesen oder Körper erinnern? Experimentiere mit trockenem, rissigem oder feuchtem und patschnassem Boden, kombiniere unterschiedliche Bodenarten, etwa aus dem Garten, dem Wald oder von der Wiese: feinkrümelige Erde, Klumpen, Brocken, schmieriger Lehm, Matschsuppe, schwarzbrauner oder rotbrauner Boden. Findest du auch Ocker?

## Die Heilwirkung des Bodens

Hast Du schon mal Boden probiert, getrunken oder gegessen? Wie schmeckt er Dir? Es gibt Trinkmoor und Trinkerde, das ist Löss- Lehm-, Ton- oder Mooreerde, sogenannte Heilerde zum Einnehmen. Heilerde ist reich an Spurenelementen und Mineralien, wie zum Beispiel Eisen, Kalium, Calcium, Magnesium, Selen, Zink, Fluor und Kupfer sowie Kieselsäure. Die kleinen Teile können Flüssigkeit und Giftstoffe im Körper aufnehmen, ähnlich wie ein Schwamm. Je feiner das Erdpulver, umso größer ist die Oberfläche und desto mehr Substanzen kann es binden. Es hilft Magen und Darm bei Verdauungsproblemen und wird als Maske auf der Haut angewendet.



## Wie hängen Boden und Darmflora zusammen?

Wer die Hände in den Boden steckt, kommt mit Erde in Kontakt. Schon über die Haut findet eine erste Aufnahme wichtiger Mineralstoffe statt. Mit dem Verzehr von naturbelassenem Obst und Gemüse und insbesondere von Wurzelgemüse nehmen wir Mikroorganismen auf, die im Boden leben. Das stärkt unser Immunsystem und beeinflusst die Darmflora positiv. Je vielseitiger diese ist, desto geringer ist das Risiko für Allergien und bestimmte Krankheiten. Eine gesunde Verdauung hält uns fit und auch unsere Stimmung, die psychische Gesundheit, verbessert sich durch gesunde, abwechslungsreiche und frische Ernährung.

Du bist, was du isst – bekommt eine völlig neue Bedeutung. Wissenschaftler:innen der Universität für Bodenkultur Wien untersuchten kürzlich, wie sich das menschliche Darmmikrobiom und das Bodenmikrobiom im Laufe der Evolution verändert haben. Dabei stellten sie fest, dass der Mensch seit der Zeit der Jäger und Sammler an Biodiversität im Darm verloren hat. Das hängt unter anderem auch mit dem Verlust der Artenvielfalt im Boden zusammen und macht den Menschen anfälliger für Krankheitsreger.<sup>3</sup>

## Bei welchen Lebensmitteln kannst Du herausfinden, wo und in welchem Boden sie gewachsen sind?



## Volle Pflanzenkraft voraus

Geschmack, Duft und Farbe von Gemüse und Obst weisen auf sekundäre Pflanzenstoffe hin. Anthocyane und Carotinoide sind solche nützlichen Stoffe. Sie können durch ihre antioxidative Wirkung freie Radikale in unserem Körper abfangen, die schädlich für Zellen und Erbgut sein können. Carotinoide schützen vermutlich vor Krebs- und Herz-Kreislauf-Erkrankungen. Natürliche Farbstoffe in Obst und Gemüse können Entzündungen hemmen und das Immunsystem stärken. Pflanzen entwickeln diese sekundären Pflanzenstoffe vor allem in ihrer natürlichen Umgebung.<sup>4</sup>



Auf den mehr als 200 Quadratmetern des menschlichen Magen-Darm-Trakts tummeln sich wohl 40 Billionen z.T. noch unbekannte Mikroben: Bakterien, Archaeen, Viren, Helixen und Pilze. Die Gesamtheit der Mikroorganismen, das Mikrobiom im Darm, wiegt 1 bis 2 Kilogramm.<sup>5</sup> Merlin Sheidrade, Biologe

## Tunnel und Höhlen

„Der Eingang zum Kaninchenbau lief erst geradeaus, wie ein Tunnel, und ging dann plötzlich abwärts, ehe Alice noch den Gedanken fassen konnte, sich schnell festzuhalten, fühlte sie schon, daß sie fiel, wie es schien, in einen tiefen, tiefen Brunnen.“ (Aus „Alice im Wunderland“)

## Vielleicht findest Du draußen vor Deiner Tür ein mysteriöses Erdloch wie bei Alice? Was glaubst Du, welche Welt Dich hinter diesem Loch erwartet? Wer oder was wohnt dort?



# Böden in Gefahr

## Vergifteter Boden

Überdüngung, Ansammlung von Pflanzenbehandlungsmitteln sowie deren Abbauprodukte und Schadstofffrüchte v. a. von Schwermetallen und Mikroplastik schädigen das Bodenleben, aber auch Oberflächengewässer und das Grundwasser. Besonders problematisch sind die seit vielen Jahren in zahlreichen Regionen Deutschlands erhöhten Stickstofffrüchte in das Grundwasser. Neben Mineraldüngern spielt hier häufig die Ausbringung viel zu hoher Gütemengen eine Rolle. Damit verbunden sind ungünstige Veränderungen im Boden, die auch bodenbürtige Treibhausgasemissionen betreffen, vor allem aber problematische Belastungen des Grundwassers mit Nitrat.

## Angst vorm Wasser

Nach anhaltenden Trockenphasen kommt es immer häufiger zu Starkregenereignissen. Dabei kann man beobachten, dass ein Großteil des Niederschlags nicht im Boden versickert, sondern oberflächlich abfließt. Der Boden wird durch die Austrocknung wasserabweisend („hydrophob“) mit der Folge, dass das Wasser nicht in die Böden eindringt, die Grundwasserneubildung reduziert wird, der Anteil des Verdunstungswassers steigt und viel humusreicher Oberboden sowie Feinerde abgeschwemmt werden. Auf regionaler Ebene kann der erhöhte Oberflächenabfluss sogar katastrophale Überschwemmungen auslösen.



## Versiegelter Boden

Jeden Tag werden Areale so groß wie 78 Fußballfelder (55 Hektar) neu als Siedlungs- und Verkehrsflächen ausgewiesen. Der Großteil davon fällt der Bodenversiegelung zum Opfer, indem er von Häusern oder Straßen verschlossen wird. Große Mengen Niederschlagswasser versickern nicht mehr im Boden und fehlen damit für die Grundwasserneubildung und als Quell unseres Trinkwassers. In versiegelten Wassereinzugsgebieten steht kaum noch ausreichend Fläche für die Versickerung von Niederschlagswasser zur Verfügung. Bei Starkregenereignissen kommt es dann zu regionalen Flutkatastrophen, weil Bäche, Flüsse und Kanalisation große Mengen Wasser nicht schnell genug aufnehmen können. Bis 2030 will die Bundesregierung den Flächenverbrauch auf 30 Hektar pro Tag begrenzen, bis 2050 sogar ganz stoppen.

## Boden, der uns nicht gehört

Unser Konsumverhalten bestimmt auch, wie viel Boden wir benötigen. Europa nutzt ca. 640 Millionen Hektar an Agrarflächen außerhalb der EU – zusätzlich zu den eigenen Flächen. Somit nutzt die EU umgerechnet das 38-fache der gesamten Agrarfläche von Deutschland außerhalb ihrer Grenzen, was in anderen Orten auf der Welt zu Waldrodungen, zur Fehlnutzung von Böden und zum Verlust von Artenvielfalt sowie zur Freisetzung von Treibhausgasen führt.



## Kunst – Mel Chin „Revival Field“

Pflanzen, die Schwermetalle von belasteten Böden aufnehmen können (Hyperakkumulatoren), waren für den Künstler Mel Chin die Inspirationsquelle seiner Installation „Revival Field“. Auf einer ehemaligen Sondermülldeponie in Minnesota (USA) bepflanzt der Künstler seit 1991 den durch Cadmium, Zink und Blei verseuchten Boden unter ästhetischen Gesichtspunkten. Für ihn werden die Hyperakkumulatoren zu zeitgenössischen Skulpturen, die in ihren Wurzeln und Blättern die giftigen Metalle aus dem Boden ziehen, während das Bodenleben zurückkehren kann.<sup>6</sup>



## Wenn der Boden verschwindet

Erosion ist grundsätzlich ein natürlicher Prozess, bei dem über lange geologische Zeiträume verwittertes Gestein und organisches Material durch Wasser und Wind abgetragen und an anderen Standorten durch Sedimentation und Einweihung wieder abgelagert werden und dort zur Bodenbildung beitragen (z. B. Auenböden, Schwarzerden). Fehlt auf Agrarflächen der Bewuchs oder ist der Boden schutzlos dem Wetter ausgeliefert, kann diese aktuelle Erosion negative Folgen haben, wenn dabei humusreicher Oberboden und große Anteile an Feinerde (Ton, Schluff) abgeschwemmt oder ausgeweht werden. So können bei starkem Regen oder Sturm über Jahrhunderte oder Jahrtausende gewachsene Böden innerhalb kurzer Zeit verschwinden. Menschen haben seit jeher Methoden entwickelt, den fruchtbaren Boden zu schützen. So können Zwischenfrüchte, Hecken, Agroforstsysteme oder Terrassierungen Erosion verhindern oder zumindest reduzieren.

## Der Druck, der auf dem Boden lastet

Schwere Lasten, etwa durch die Befahrung mit Erntefahrzeugen, verdichten den Boden und verschließen seine Poren zum Teil bis in große Tiefen. So kann Wasser nicht mehr in den Boden eindringen und es findet kaum Luftaustausch mehr zwischen Boden und Atmosphäre statt. Zudem kann der verdichtete Boden schwerer oder gar nicht mehr von Tieren besiedelt und von Wurzeln erschlossen werden, was den Ertrag beeinträchtigt und das Bodenleben zum Erliegen bringt. Die Bodenverdichtung schreitet dabei besonders bei häufiger Befahrung immer weiter voran und ist ab einem bestimmten Maß nur noch mit großem technischem Aufwand reversibel. Dünne Reifen bei land- und forstwirtschaftlichen Nutzfahrzeugen führen zu einer sehr hohen Druckbelastung im Oberboden. Um das zu vermeiden, werden oft breite Reifen genutzt, mit denen die Drucklast im Oberboden erheblich reduziert wird. Untersuchungen zeigen jedoch, dass dies zu einer höheren Verdichtung im tiefen Unterboden führt, der sogenannten Unterbodenverdichtung, die ebenfalls ein großflächiges Problem darstellt. Generell ist die Gefahr der Bodenverdichtung bei Befahrung feuchter Böden am höchsten und sollte daher nach Möglichkeit vermieden werden.



## Der Druck, der auf dem Boden lastet

Schwere Lasten, etwa durch die Befahrung mit Erntefahrzeugen, verdichten den Boden und verschließen seine Poren zum Teil bis in große Tiefen. So kann Wasser nicht mehr in den Boden eindringen und es findet kaum Luftaustausch mehr zwischen Boden und Atmosphäre statt. Zudem kann der verdichtete Boden schwerer oder gar nicht mehr von Tieren besiedelt und von Wurzeln erschlossen werden, was den Ertrag beeinträchtigt und das Bodenleben zum Erliegen bringt. Die Bodenverdichtung schreitet dabei besonders bei häufiger Befahrung immer weiter voran und ist ab einem bestimmten Maß nur noch mit großem technischem Aufwand reversibel. Dünne Reifen bei land- und forstwirtschaftlichen Nutzfahrzeugen führen zu einer sehr hohen Druckbelastung im Oberboden. Um das zu vermeiden, werden oft breite Reifen genutzt, mit denen die Drucklast im Oberboden erheblich reduziert wird. Untersuchungen zeigen jedoch, dass dies zu einer höheren Verdichtung im tiefen Unterboden führt, der sogenannten Unterbodenverdichtung, die ebenfalls ein großflächiges Problem darstellt. Generell ist die Gefahr der Bodenverdichtung bei Befahrung feuchter Böden am höchsten und sollte daher nach Möglichkeit vermieden werden.



## Wenn oben nicht zu unten passt

Böden sind das Abbild ihres Standorts, indem sie aus dem örtlichen Klima, dem jeweiligen Untergrund, durch Flora und Fauna und weitere Einflussfaktoren eine individuelle Beschaffenheit entfalten. Wird diese missachtet und der Boden durch menschliche Aktivität zweckentfremdet, kann dies weitreichende Konsequenzen auch für das Klima haben. Moore, die beispielsweise für die Nutzung entwässert wurden, verursachen weltweit etwa 5 % der menschengemachten Treibhausgas-Emissionen, obwohl sie nur 0,4 % der Fläche ausmachen. Ein anderes Beispiel sind Äcker, die auf Hanglagen angelegt wurden und dort der Erosion ausgesetzt sind.



## Acker ohne Ackern

Jedes Pflügen oder Umgraben verursacht eine Störung im Ökosystem Boden. Die „No Dig Gardening“-Bewegung greift auf indigenes Wissen zurück, wie man beim Gärtnern und Anbau möglichst wenig den Boden und das Bodenleben stört. Späten und Schaufel zum Umgraben können dabei im Geräteschuppen bleiben. Auch das Mulchen, also das Bedecken von nacktem Boden mit zum Beispiel Heu oder anderem Schnittgut hindert den Boden am Austrocknen und erlaubt die Bildung von neuem Humus. Zu mächtig sollte die Mulchschicht allerdings nicht sein, sonst fördert dauerhaft feuchter Mulch den Befall mit Schimmel, Fäule und Schnecken.<sup>7</sup>

Verwesung ist ein Sammelbegriff für eine Vielzahl an Prozessen, durch die ein tierischer Körper nach dem Tod zersetzt wird. Bei Pflanzen spricht man von Verrottung. Beide Vorgänge sind wesentlich für die Bildung von Humus und den Stoffkreislauf in Ökosystemen. Auf besonders kargen Böden, etwa in der Wüste oder auf dem Meeresgrund, sind Kadaver ein Fest des Lebens, aber auch in einem europäischen Wald verbessert ein Kadaver über viele Jahre die Bodenfruchtbarkeit und mehrt die Biodiversität. Wichtig ist hierbei, dass der Prozess der Verwesung auf dem Boden stattfindet. Die Verwesung im Boden kann hingegen zur Vermehrung von pflanzen- und tierschädlichen Krankheitserregern führen.<sup>8</sup>



# Der Kreislauf des Lebens

Der Boden auf dem Friedhof bestimmt auch, wie lange es dauert, bis ein toter Mensch verwest, also in Boden übergegangen ist. Daher legen Friedhöfe je nach Boden die Ruhezeit der Verstorbenen fest oder helfen nach, indem auf den Grabanlagen Mischböden aufgetragen werden. In der Regel darf ein Grab 25 bis 30 Jahre nicht neu belegt werden. Ist der Boden zu lehmig oder zu feucht, kann es passieren, dass der Leichnam mumifiziert und sogenannte Wachsleichen entstehen. Ein weiterer Faktor, der dies begünstigen kann, ist übrigens Kleidung aus Kunstfasern.

Verwesung ist ein Sammelbegriff für eine Vielzahl an Prozessen, durch die ein tierischer Körper nach dem Tod zersetzt wird. Bei Pflanzen spricht man von Verrottung. Beide Vorgänge sind wesentlich für die Bildung von Humus und den Stoffkreislauf in Ökosystemen. Auf besonders kargen Böden, etwa in der Wüste oder auf dem Meeresgrund, sind Kadaver ein Fest des Lebens, aber auch in einem europäischen Wald verbessert ein Kadaver über viele Jahre die Bodenfruchtbarkeit und mehrt die Biodiversität. Wichtig ist hierbei, dass der Prozess der Verwesung auf dem Boden stattfindet. Die Verwesung im Boden kann hingegen zur Vermehrung von pflanzen- und tierschädlichen Krankheitserregern führen.<sup>9</sup>



Teebeutel vergraben für die Wissenschaft – Wissenschaftler:innen der Österreichischen Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH wollen herausfinden, wie schnell Pflanzen in verschiedenen Böden auf der Welt verrotten. Dazu brauchen sie die Hilfe von Menschen aus der ganzen Welt, die in ihrer Umgebung einen Grünte- und einen Rooibos-Beutel vergraben und ihn 90 Tage später wieder ausgraben und wiegen.

Die Daten können dann hier hochgeladen werden und helfen dabei, den Zustand der Böden weltweit zu erfassen.



Forscher:innen der Schweizer Universität Zürich vergraben übrigens keine Teebeutel, sondern Unterhosen.<sup>10</sup>

30 Tage  
einen  
lassen





## Was ist Boden?

Boden entwickelt sich so langsam, dass man ihn als „nicht-erneuerbare Ressource“ beschreibt. Das gilt auch für den Humus im obersten Teil des Bodens, auch wenn wir diesen durch die Wahl einer naturnahen Vegetation und spezielle Bodenbearbeitung langsam wieder aufbauen können. Humusaufbauende Bewirtschaftung findet in der regenerativen Land- und Forstwirtschaft statt.

Je nach Klima, Alter, Lage und Exposition sowie Vegetation und Nutzung entwickeln sich aus den unterschiedlichsten Ausgangsgesteinen bzw. -materialien Bodentypen mit stark variierenden Gehalten an Ton, Schluff und Sand bzw. größerem Gestein bis hin zu solchen, die überwiegend aus organischem Material bestehen. Meist entstehen Böden aus sogenannten Rohböden, die frei von organischem Material sind. Wenn der Boden mit Vegetation und Bodenleben besiedelt wird, sammelt sich organische Bodensubstanz an und es bildet sich ein organischer, zumeist dunkel gefärbter Bodenhorizont. Mit zunehmender Vegetation und intensi-

**M** Bewachsener, durchlässiger Boden wirkt wie ein Wasserfilter. Besonders Mischwälder mit einem dicken humosen Waldboden tragen erheblich zur Trinkwasserversorgung und Sicherheit bei.

## Wurzeln

Auch wenn wir oft nur die Oberseite des Bodens bewusst wahrnehmen: Die Schönheit einer Pflanze reduziert sich nicht nur auf ihre oberirdisch sichtbaren Blüten und Blätter, sondern setzt sich im Boden mit einem vielgestaltigen Wurzelwerk fort. Bei den Bäumen unterscheidet man generell zwischen Flachwurzeln und Tiefwurzeln. Bäume wie Spitz-Ahorn, Erle, Birke, Buche, Eiche und Kiefer wurzeln – wenn es die standörtlichen Gegebenheiten zulassen – sowohl in die Breite als auch in die Tiefe. Im Querschnitt sieht der Wurzelballen dann aus wie ein Herz, daher nennt man diese Bäume auch Herzwurzler. Flachwurzler, wie die Fichte, finden sich zumeist auf flachgründig verwitterten Böden in den Mittelgebirgen und Hochlagen oder auf Standorten mit hoch anstehenden Verdichtungsprofilen bzw. hoch anstehendem Grundwasser. Die Widerstandskraft bzw. Resilienz der Fichte gegenüber lang anhaltender Trockenheit ist daher im Vergleich zum Beispiel zur Kiefer viel geringer.

Es gibt rund um den Globus eine Vielzahl von Pilzen, die bei Nahrungsmangel im Boden auf Fadenwurmgagd gehen. Hierfür legen sie einen chemischen Köder aus und fangen die Würmer dann mit Netzen, klebrigen Pilzfäden, Hyphenschlingen und weiteren Methoden.<sup>11</sup>

## Pilze und ihre Symbiose mit Pflanzen

Das, was wir gemeinhin als Pilz bezeichnen, ist eigentlich nur der Fruchtkörper des Pilzes. Der eigentliche Organismus ist das Mycel, ein weit verzweigtes Netzwerk aus fadenförmigen Zellen und daraus gebildeten Zellsträngen, das den Boden – oder bei Baumipilzen das Holz – durchzieht. Pilzmycel können über einen Quadratmeter groß werden und ein hohes Alter erreichen. Im amerikanischen Malheur National Forest lebt ein 2400 Jahre altes Hallimasch-Pilz-Mycel, das mit einer vermuteten Fläche von 9 km<sup>2</sup> und einem Gewicht von 600 Tonnen das geschätzte größte Lebewesen der Erde darstellt. Pilze sind nach neueren Erkenntnissen enger mit den Tieren verwandt als mit den Pflanzen, bilden aber ein eigenes Reich an Lebewesen.

Weltweit entspricht die Gesamtlänge aller Mykorrhiza-Hyphen in den obersten zehn Zentimetern des Bodens dem halben Durchmesser unserer Galaxie.<sup>12</sup> Merlin Sheldrake, Biologe

**M** In einem Buchenwald etwa wird ca. ein Drittel der Photosyntheseprodukte von den Pilzen verbraucht.

Wenn Pilze eine Symbiose mit Pflanzen eingehen, spricht man von Mykorrhiza (von den griechischen Begriffen *mykes* für Pilz und *rhiza* für Wurzel). Hierbei liefern die Pilze den Pflanzen durch das Zusammenwachsen mit den Feinwurzeln lebenswichtige Nährstoffe, wie zum Beispiel Phosphor, Stickstoff und wichtige Spurenelemente sowie insbesondere Wasser. Im Gegenzug erhalten die Pilze Energie in Form von Kohlehydraten aus der Photosynthese der Pflanze. Auf mannigfaltige Weise stellen diese Verbindungen einen Schlüsselorganismus für gesunde Böden dar, die für alle Pflanzen sowohl in der Forst- als auch in der Landwirtschaft von großer Bedeutung sind. Einerseits können die Mykorrhiza-Bündnisse die Pflanzen resistenter gegen Hitze, Salze, Schwermetalle und Schädlinge machen und andererseits sorgen sie für intensiveren Geschmack, zum Beispiel bei Wein und Getreide.<sup>13</sup>

„Weltweit entspricht die Gesamtlänge aller Mykorrhiza-Hyphen in den obersten zehn Zentimetern des Bodens dem halben Durchmesser unserer Galaxie.“<sup>12</sup> Merlin Sheldrake, Biologe

## Leben im Boden

Viele Tiere bewohnen Tunnel und Höhlen. Graben können z. B. einige Arten von Kriebtieren, Spinnen, Schlangen, Wildbienen und Vögel. Bekanntere Höhlenbewohner sind aber die Säugetiere, wie der Maulwurf, der Fuchs, das Murmeltier oder der Dachs. Vermutlich haben auch einige Dinosaurier Höhlen gegraben.

**Kunst - Wurzelmode von Diana Scherer**  
Die Künstlerin Diana Scherer arbeitet Hand in Hand mit Wurzeln, indem sie die Wurzeln über vorbereitete Formen wachsen lässt. In Zusammenarbeit mit Wissenschaftler:innen entwickelt sie sogar Kleidung, die aus Wurzeln hergestellt ist.

## Die Kunst des Wurmgrunzens

Wurmgrunzen beschreibt eine Vielzahl von Techniken, um Würmer mittels Vibrationen an die Bodenoberfläche zu locken und sie dann z. B. als Angelköder, aber auch für wissenschaftliche Untersuchungen aufzusammeln zu können. Bei traditionellen Methoden wird dafür ein Holzpflock in die Erde getrieben und mit einem Metallstab darüber gerieben. Die tauben Würmer halten die Erschütterungen für das Graben ihrer Fressfeinde (Maulwürfe) und fliehen aus ihren Höhlen an die Oberfläche.<sup>14</sup> Bei der einmal im Jahr stattfindenden World Worm Charming Championship in England kommen auch modernere Methoden wie Tänze auf dem Boden zum Einsatz oder das Beschallen des Bodens mit Blasinstrumenten. In der Tierwelt veranstalten beispielsweise Mäwen ein kleines Tänzchen aus Trippelschritten, um die Würmer ans Tageslicht zu locken.<sup>15</sup>

Wenn Du das nächste Mal Beikräuter jätest, lege die Pflänzchen nebeneinander und bewundere die unterschiedlichen feinen Wurzelstränge. Hattest Du mit diesen Wurzeln beim Rausziehen aus der Erde gerechnet?

## Stimmengewirr im Boden

Kratzen, wuchern, knurren, knistern und gluckern – das Leben in Waldböden, landwirtschaftlichen Böden oder Alpenwiesen ertönt in atemberaubender Vielfalt. Der Schweizer Künstler und Bioakustiker Marcus Maeder hat ein Mikrofon entwickelt, mit dem man in den Boden hinein hören kann. Die Vielfalt der von ihm identifizierten akustischen Signale gibt Aufschluss über die biologische Vielfalt und Aktivität im Boden.

**Was glaubst Du, wie es im Boden vor Deiner Haustür klingt? Wo würdest Du wohl am meisten Aktivität im Boden hören?**

## Malen mit Erde - Farben selber herstellen

Der Künstler Micha Brendel hat eine Reihe von Bildern geschaffen, die Kreuze in unterschiedlichen Farben, meist in Braun-, aber auch Rot- und Blautönen zeigen. Für die Serie mit dem Titel „Letzte Hilfe“ nutzte er Erde und das darin enthaltene Eisenoxid aus dem Spreewald. Dort wurde für den Braunkohleabbau zunächst der Grundwasserspiegel gesenkt, was Luft in den Boden eindringen und das im Boden befindliche Eisen oxidieren ließ. Nach Ende des Abbaus wurde der Wasserstand wieder angehoben. Nun aber schwemmt es rostig braunes Wasser in die Oberflächengewässer.

**Eitempera-Rezept:**  
Schlage ein Bio-Ei in zwei Hälften auf und gib das Innere des Eies in ein sauberes Schraubglas. Fülle beide Eierschalenhälften mit Leinöl und gib das Öl ebenfalls in das Glas. Ergänze die gleiche Menge Wasser (also ebenfalls zwei Eierschalenhälften). Nun rühre und schüttele, bis Du eine homogene Masse Eitempera hast. Diese Mischung kann Du nun beliebig dick mit Erdpigment vermengen: je mehr Erde, desto intensiver die Farbe.

## Tiere konservieren und bewahren

Ein ca. 13.000 Jahre alter Dachsbau in der Mecklenburgischen Schweiz wird zur Wunderkammer für Wissenschaftler:innen vom Berliner Museum für Naturkunde. Denn in den verlassenen Röhren des Baus findet sich eine große Menge an Knochen und Knochensplittern von Säugetieren bis Amphibien, die in den vergangenen Jahrtausenden dort wohnten oder von Dachsen verspeist wurden. Die Forscher:innen graben in den Dachsröhren, bestimmen das Alter und die Tierart der Knochen und können so Rückschlüsse auf die Veränderung der Fauna und deren Anpassung an Klimaveränderungen im Laufe der Jahrhunderte ziehen. Übrigens sind Teile des Baus heute immer noch von Dachsen bewohnt – sie sammeln also fließig weiter Naturgeschichte.<sup>16</sup>

**Kreisläufe des Lebens**  
Der Boden ist der zentrale Ort in der Natur, in dem Kreisläufe des Lebens geschlossen werden. Ohne gesunden Boden könnte neues Leben nicht entstehen. Daher ist es wichtig, dass wir gesunde Böden und Ökosysteme schützen und durch unser Handeln aufbauen und fördern.

## Kreisläufe des Lebens

Der Boden ist der zentrale Ort in der Natur, in dem Kreisläufe des Lebens geschlossen werden. Ohne gesunden Boden könnte neues Leben nicht entstehen. Daher ist es wichtig, dass wir gesunde Böden und Ökosysteme schützen und durch unser Handeln aufbauen und fördern.

Der Boden ist der zentrale Ort in der Natur, in dem Kreisläufe des Lebens geschlossen werden. Ohne gesunden Boden könnte neues Leben nicht entstehen. Daher ist es wichtig, dass wir gesunde Böden und Ökosysteme schützen und durch unser Handeln aufbauen und fördern.

## Unterirdische Fundgruben

Der Boden ist der zentrale Ort in der Natur, in dem Kreisläufe des Lebens geschlossen werden. Ohne gesunden Boden könnte neues Leben nicht entstehen. Daher ist es wichtig, dass wir gesunde Böden und Ökosysteme schützen und durch unser Handeln aufbauen und fördern.

Der Boden ist der zentrale Ort in der Natur, in dem Kreisläufe des Lebens geschlossen werden. Ohne gesunden Boden könnte neues Leben nicht entstehen. Daher ist es wichtig, dass wir gesunde Böden und Ökosysteme schützen und durch unser Handeln aufbauen und fördern.

## Unterirdische Fundgruben

Der Boden ist der zentrale Ort in der Natur, in dem Kreisläufe des Lebens geschlossen werden. Ohne gesunden Boden könnte neues Leben nicht entstehen. Daher ist es wichtig, dass wir gesunde Böden und Ökosysteme schützen und durch unser Handeln aufbauen und fördern.

Der Boden ist der zentrale Ort in der Natur, in dem Kreisläufe des Lebens geschlossen werden. Ohne gesunden Boden könnte neues Leben nicht entstehen. Daher ist es wichtig, dass wir gesunde Böden und Ökosysteme schützen und durch unser Handeln aufbauen und fördern.

## Unterirdische Fundgruben

Der Boden ist der zentrale Ort in der Natur, in dem Kreisläufe des Lebens geschlossen werden. Ohne gesunden Boden könnte neues Leben nicht entstehen. Daher ist es wichtig, dass wir gesunde Böden und Ökosysteme schützen und durch unser Handeln aufbauen und fördern.

Der Boden ist der zentrale Ort in der Natur, in dem Kreisläufe des Lebens geschlossen werden. Ohne gesunden Boden könnte neues Leben nicht entstehen. Daher ist es wichtig, dass wir gesunde Böden und Ökosysteme schützen und durch unser Handeln aufbauen und fördern.

1 oekolandbau.de/bildung-und-beratung/lehrrmaterialien/allgemein-bildende-schulen/wissen/landwirtschaft/boedennutzung/boden/taegerepflanzend, abgerufen am 20.04.2023.  
2 Viso, Olga (2004), Ana Mendiles, Earth body sculpture and performance, 1972–1985. Dr. Caritzsche Druckerei, Ostfildern-Ruit.  
3 Blum WEH, Zachmeister-Boltenstern S, Kellingner KM, Doos S (2019), Contribution to the Human Gut Microbiome // Microorganisms, 2019, Bundesministerium für Ernährung, www.bfz.de/ernaehrung/ernaehrungswissen/wissen-und-wissen/sekundare-pflanzenstoffe/, abgerufen am 10.5.2023.  
4 Wenzel, Sabine (2023), Das Mikrobiom – wie die Darmflora die Gesundheit beeinflusst, in: Ernährung & Medizin 2023, 38(01), Georg Thieme Verlag KG, Stuttgart, S. 38.  
5 ar21.org/read/mel-chin-revival-field/, abgerufen am 28.04.2023.  
6 Catania, Kenneth C. (2008), Worm Grunting, Fiddling, and Charming-Humans, Unknowningly Mimic a Predator to Harvest Bait, PLoS One, 2008, 3(10): e3472, S. 1.  
7 carr.msu.edu/news/the-ancient-art-of-worm-charming, abgerufen am 20.04.2023.  
8 soundingsal.ch/informieren/, abgerufen am 20.04.2023.  
9 anbayem.de/projekte/welwild/001/regonwurm\_ges\_bsp.pdf, abgerufen am 10.5.2023.  
10 Glauert, Martin (2016), Das ruhlose Grab, in: Friedhofskultur, Jan 2017, Vol. 107 Issue 1, S. 35–37.  
11 Sheldrake, Merlin (2021), Verborgenes Leben: Wie Pilze unsere Welt formen und unsere Zukunft beeinflussen, Übersetzung von Sabastien Vogel, Ullstein Buchverlage GmbH | Berlin, S. 64, 2016–2018.  
12 Ebd., S. 193.  
13 Ebd., S. 202.  
14 Wenzel, Sabine (2023), Das Mikrobiom – wie die Darmflora die Gesundheit beeinflusst, in: Ernährung & Medizin 2023, 38(01), Georg Thieme Verlag KG, Stuttgart, S. 38.  
15 ar21.org/read/mel-chin-revival-field/, abgerufen am 28.04.2023.  
16 Glauert, Martin (2016), Das ruhlose Grab, in: Friedhofskultur, Jan 2017, Vol. 107 Issue 1, S. 35–37.  
17 patients.google.com/patient/DE19750063A1de, abgerufen am 13.04.2023.  
18 tagesspiegel.de/wissen/erdbuch-in-der-vielteilig-alteten-noch-bewohnten-behausung-der-welt-8000557.html, abgerufen am 27.04.2023.