

AKTION SHEFT



EXPEDITION ERDREICH

MIT TEEBEUTELN
DEN BODEN
ERFORSCHEN

Eine Initiative des Bundesministeriums
für Bildung und Forschung

Wissenschaftsjahr 2020|21

BIOÖKONOMIE

NUTZUNGSRECHTE

Sämtliche Inhalte des Aktionsheftes zur Citizen-Science-Aktion **Expedition Erdreich** sind urheberrechtlich geschützt. Dies gilt sowohl für das in gedruckter Form vorliegende Aktionsheft als auch für die zum Download bereitgestellten Daten auf expedition-erdreich.de/schulmaterial. Das Aktionsheft wird kostenfrei zur Verfügung gestellt und darf ausschließlich in nicht kommerziellen Kontexten verwendet werden. Hierzu gehören die Vervielfältigung, das Speichern, das Drucken und die Bearbeitung des Aktionsheftes.

Änderungen dürfen nur insoweit vorgenommen werden, als sie zur Ausübung des Nutzungszweckes unumgänglich sind, zum Beispiel in Form von Kürzungen. Der Aussagegehalt ist dabei unverändert beizubehalten. Inhaltliche Änderungen sind ausschließlich dann zulässig, wenn sichergestellt ist, dass die ursprünglich getroffene Aussage weder abgeändert noch verfälscht, verfremdet oder entstellt wird.

Dies gilt auch für eine indirekte Beeinträchtigung des Inhalts durch Verwendung in einem anderen als dem ursprünglichen Sachzusammenhang. Falls Elemente ganz oder teilweise in irgendeiner Form – elektronisch oder schriftlich – zu anderen als den vorher genannten Zwecken reproduziert werden, ist die ausdrückliche schriftliche Zustimmung des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) im Vorfeld einzuholen.



ZUM HINTERGRUND: DAS WISSENSCHAFTSJAHR 2020|21 – BIOÖKONOMIE

Wie können wir nachhaltiger leben, Ressourcen schonen und gleichzeitig unseren Lebensstandard sichern? Wie können Wissenschaft und Technologie uns dabei unterstützen? Das und vieles mehr ist Thema der Bioökonomie.

Das **Wissenschaftsjahr 2020|21** macht erlebbar, welche Lösungsansätze die Forschung schon heute bereithält. Globale Herausforderungen wie eine schnell wachsende Weltbevölkerung, die schwindende Artenvielfalt und der Klimawandel drängen uns dazu, eine Wende zu vollziehen – weg von einer erdölbasierten Wirtschaftsform hin zur Bioökonomie: der nachhaltigen und effizienten Erzeugung, Verarbeitung und

Nutzung biologischer Ressourcen wie Pflanzen, Tiere und Mikroorganismen. Eine wichtige Grundlage für die Umsetzung der Bioökonomie bilden nachwachsende Rohstoffe.

Dem Boden kommt hier eine wesentliche Rolle zu. Darum startet das Wissenschaftsjahr 2020|21 die Citizen-Science-Aktion **Expedition Erdreich**. Ziel ist es, zusammen mit Bürgerinnen und Bürgern zum Thema Boden zu forschen. Die Wissenschaftsjahre sind eine Initiative des Bundesministeriums für Bildung und Forschung und von Wissenschaft im Dialog (WiD).

Mit wechselnden Themen bringen sie Öffentlichkeit und Forschung zusammen und versuchen, über Formate wie Ausstellungen, Diskussionsrunden und Aktionen komplexe Sachverhalte transparent und zugänglich zu machen.

**Eine Initiative des Bundesministeriums
für Bildung und Forschung**



WISSENSCHAFTLICHE PARTNER

Das **BonaRes-Zentrum für Bodenforschung** erarbeitet im Rahmen der Förderinitiative **Boden als nachhaltige Ressource für die Bioökonomie – BonaRes** Entscheidungshilfen für eine nachhaltige Bodenbewirtschaftung in der Landwirtschaft.

Das **Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung GmbH – UFZ** ist eines der weltweit führenden Forschungszentren im Bereich der Umweltforschung. Es zeigt Wege für einen nachhaltigen Umgang mit den natürlichen Lebensgrundlagen zum Wohle von Mensch und Umwelt auf.

Das **IPN – Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften und Mathematik** in Kiel ist eines der führenden wissenschaftlichen Institute auf dem Gebiet der empirischen Bildungsforschung. Es beschäftigt sich mit Fragen des Lernens und Lehrens von Naturwissenschaften und Mathematik innerhalb und außerhalb von Schulen.



DIE AKTION EXPEDITION ERDREICH

Expedition Erdreich ist eine Citizen-Science-Aktion (bürgerwissenschaftliche Aktion), die im Rahmen des **Wissenschaftsjahres 2020/21 – Bioökonomie** stattfindet. Ziel der Aktion ist es, gemeinsam mit der Wissenschaft den Boden zu erforschen. Denn mit einer Entwicklung hin zu einer biobasierten Wirtschaft wird die Ressource Boden immer stärker beansprucht. Ein wesentliches Ziel der Bioökonomie ist es nämlich, fossile Rohstoffe wie Erdöl, Erdgas und Kohle durch Pflanzen zu ersetzen. Die großen Mengen an pflanzlicher Biomasse, die wir für die Bioökonomie benötigen, müssen zu einem großen Teil auf Böden produziert werden – zusätzlich zu den Nahrungsmitteln, die wir für fast acht Milliarden Menschen benötigen.

Damit wir die Böden in Zukunft bestmöglich und vor allem nachhaltig nutzen können, müssen wir mehr über sie wissen. Dieses Wissen erarbeiten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler. Sie versuchen Lösungen dafür zu finden, wie wir die Erträge unserer Böden in Zukunft steigern können und die Böden gleichzeitig gesund erhalten. Bei der Expedition Erdreich arbeiten Bürgerinnen und Bürger mit Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern zusammen an der Erhebung der Daten, die man für diese Forschung benötigt. Sie führen an zwei Standorten mit Hilfe des Aktions-Kits in ihrer Umgebung wissenschaftliche Bodenuntersuchungen durch und stellen die gewonnenen Daten über die Website expedition-erdreich.de der Wissenschaft zur Verfügung.

Diese fließen nach Abschluss der Aktion in eine europäische Datenbank ein, sodass die Datensätze auch über Landesgrenzen hinaus verglichen werden können. Herzstück der Aktion ist die **Tea-Bag-Index-Methode**: Genormte Teebeutel werden vergraben, drei Monate lang der Zersetzung im Boden ausgesetzt und dann wieder ausgegraben.

Der nach dem Ausgraben gemessene Gewichtsverlust verrät, wie viel Tee im Boden abgebaut wurde. Die Zersetzungsrate im Boden hängt von verschiedenen Bodeneigenschaften ab. Deshalb werden zusätzlich zum Tea-Bag-Index der pH-Wert und die Bodenart bestimmt. Zusammen sagen die Bodeneigenschaften mehr über den Bodenzustand aus.

Mit der Teilnahme an der Expedition Erdreich können also alle einen Beitrag zur Bodenforschung leisten und dabei mehr über die Wunderwelt Boden erfahren.

WERTET EURE DATEN SELBST AUS!

Bei Expedition Erdreich unterstützt ihr nicht nur die Forschung – ihr könnt die Daten auch selbst auswerten und mehr über den Zustand eurer Böden erfahren! Gebt dafür einfach eure Ergebnisse in die Online-Datenbank auf expedition-erdreich.de ein. Ihr könnt eure Datensätze außerdem mit denen der anderen Teilnehmenden vergleichen und Zusammenhänge zwischen den ermittelten Ergebnissen herstellen.



WAS IHR VOR DEM EXPEDITIONSSTART WISSEN SOLLTET

Toll, dass auch ihr bei der Expedition Erdreich mitforscht! Macht euch bereit für eine Reise ins Unbekannte und Verborgene, in eine Welt, die ihr vermutlich nur von oben kennt, auf der ihr euch jeden Tag bewegt, die ihr aber wahrscheinlich noch nie so wirklich wahrgenommen habt: den Boden!

„Boden?“, fragt ihr euch und denkt vielleicht: „Was soll an dem eigentlich so besonders sein?“ Auf eurer Expedition werdet ihr schnell erkennen, dass der Boden sehr viel mehr ist als nur die Oberfläche, auf der wir gehen. Der Boden hat sogar seine eigene Wissenschaft: die Bodenforschung, auch Pedologie genannt. Bodenforscherinnen und Bodenforscher auf der ganzen Welt beschäftigen sich jeden Tag mit dem Boden. Sie untersuchen, wie er entsteht, und erforschen die Prozesse und Kreisläufe im Boden sowie die Organismen, die in ihm leben. Sie untersuchen aber auch, wie Böden durch unser Handeln gefährdet werden, und suchen nach Lösungen, wie wir sie besser schützen können.

Hierfür benötigen die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler viele Daten. Mit eurer Teilnahme an der Expedition Erdreich leistet ihr einen wertvollen Beitrag zur aktuellen Bodenforschung, indem ihr wichtige Bodendaten sammelt und auswertet. Eure Versuchsergebnisse helfen also Bodenkundinnen und -wissenschaftlern in Deutschland und

auf der ganzen Welt bei ihrer Arbeit. Mit dem Aktions-Kit und diesem Aktionsheft werdet ihr selbst zur Bodenforscherin oder zum Bodenforscher.

Das Aktionsheft ist in verschiedene Module gegliedert. Wichtig ist, dass ihr das Modul **Auf geht's** (Seite 8–9) zuerst bearbeitet. Bei allen anderen Modulen könnt ihr euch die Reihenfolge selbst aussuchen. Da es keine festgelegte Reihenfolge gibt, werdet ihr in diesem Heft auch kein gewöhnliches Inhaltsverzeichnis finden, dafür gibt es auf Seite 14–15 eine Übersicht der Module.

📌 **Wenn ihr euch einen Überblick über die Module verschaffen wollt, findet ihr auf Seite 14–15 die Navigation.**

Wenn ihr ein Modul abgeschlossen habt, tragt ihr die Ergebnisse in die **Datenbank** ab Seite 26 ein. Denn beim wissenschaftlichen Arbeiten ist es wichtig, alle Ergebnisse sorgfältig und genau zu dokumentieren. Die Datenbank dient euch auch als Hilfestellung für den abschließenden Schritt: das Hochladen der Daten auf expedition-erdreich.de! Dort könnt ihr auch vorbeischaun, wenn ihr Fragen habt oder weitere Informationen sucht. Es warten außerdem spannende Beiträge rund um das Thema Boden auf euch!

**ALLES WICHTIGE GEKLÄRT?
DANN KÖNNT IHR JETZT EURE
EXPEDITION ERDREICH STARTEN!**



HINWEISE FÜR LEHRKRÄFTE ZUM AKTION SHEFT UND AKTIONSKIT

Das vorliegende Aktionsheft wurde zusätzlich zum Lehr- und Arbeitsmaterial für die Citizen-Science-Aktion Expedition Erdreich erstellt und beinhaltet unterschiedliche Versuche rund um das Thema Boden. Diese können jedoch nur durchgeführt werden, wenn mindestens ein Aktions-Kit vorhanden ist. Die Aktions-Kits sind kostenfrei über die Website expedition-erdreich.de bestellbar.

ZIEL DES AKTION SHEFTES

Mit dem Aktionsheft und dem Aktions-Kit können Schülerinnen und Schüler den Bodenzustand an zwei selbst gewählten Standorten untersuchen. Neben der Durchführung von einzelnen Versuchen zur Bodenuntersuchung soll ihnen dadurch eine wissenschaftliche Arbeitsweise vermittelt werden. Die Schülerinnen und Schüler sollen lernen, wie wichtig es in der Wissenschaft ist, genau und hypothesengeleitet zu arbeiten, sich an vorgegebene Abläufe zu halten, die Ergebnisse zu dokumentieren und die eigenen Resultate auf Richtigkeit zu prüfen und kritisch zu hinterfragen.

Nach der Durchführung aller Versuche können die Schülerinnen und Schüler die Ergebnisse der untersuchten Standorte miteinander vergleichen und auswerten. Im Anschluss können die Ergebnisse auf der Website expedition-erdreich.de hochgeladen und über eine Datenbank zur wissenschaftlichen Auswertung zur Verfügung gestellt werden. Eine Kartenanwendung auf der Website ermöglicht es außerdem, alle Daten, die im Rahmen der deutschlandweiten Aktion gesammelt wurden, auszuwerten und zu vergleichen.



VORAUSSETZUNGEN UND VORWISSEN

Das Thema Boden spielt im Schulunterricht bisher eine eher untergeordnete Rolle. Lehrkräfte sollten sich daher individuell für ihre Klasse überlegen, welches Vorwissen aus dem Biologie-, Geografie- oder Chemieunterricht bereits vorhanden ist. Fehlendes Vorwissen sollte in Vorbereitung auf die einzelnen Module des Aktionsheftes erarbeitet und bestehendes wiederholt oder vertieft werden. Hierfür kann das Lehr- und Arbeitsmaterial zur Expedition Erdreich verwendet werden.

AUFBAU DES AKTIONSHEFTES

Das Aktionsheft ist in fünf in sich geschlossene Module untergliedert. Die Schülerinnen und Schüler beginnen mit dem Modul zur Auswahl der Standorte **Auf geht's** (Seite 8–9). Die Reihenfolge der einzelnen Versuche ist darüber hinaus nicht festgelegt. Es wird in **Basis- und Zusatzmodule** unterschieden. Wichtig ist, dass am Ende des Projekts alle Daten aus den Basismodulen erhoben wurden. Darüber hinaus bieten auch die Zusatzmodule spannende Versuche. Deren Ergebnisse können helfen, noch mehr über den Zustand der untersuchten Böden herauszufinden.

ARBEITSWEISE

Die Module und Versuche können im Klassenraum vorbereitet werden. Die Versuche selbst finden dann größtenteils im Freien statt. Für die Durchführung bietet sich Gruppenarbeit an, da nicht für jeden Schüler und jede Schülerin ein Aktions-Kit zur Verfügung stehen wird.

Bei der Durchführung der verschiedenen Versuche sollten alle Arbeitsschritte mit Fotos dokumentiert werden, da bei der Datenerfassung auf der Website neben Pflichtangaben (**Basisdaten**) auch die Eingabe weiterer, optionaler Angaben (**Zusatzdaten**) sowie der Upload von Fotos möglich sind.

Weitere Informationen zum Aktionsheft, zu den einzelnen Versuchen sowie Hintergrundinformationen finden Sie auf expedition-erdreich.de.



DER BODEN UND ICH

AUFGABE

Was fällt euch ein, wenn ihr an das Thema Boden denkt?
Notiert oder zeichnet eure Ideen.

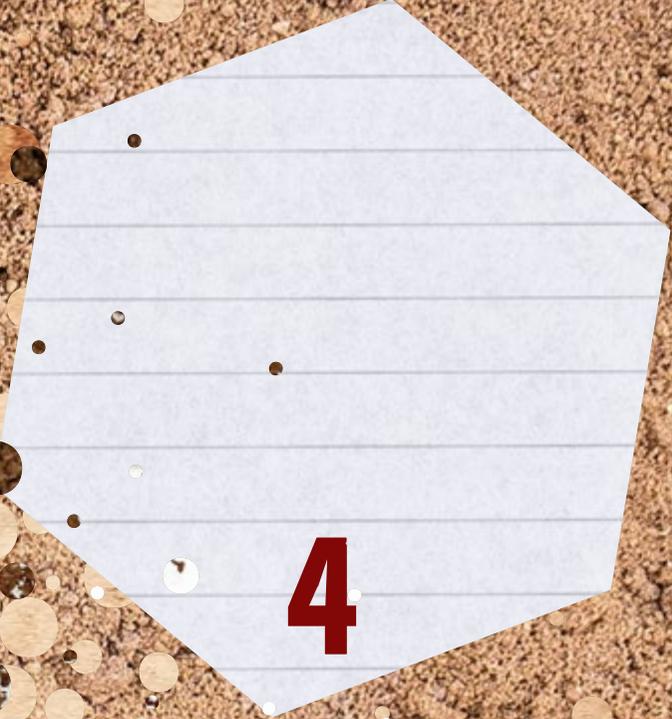
1

2

3

BO

DEN





AUF GEHT'S

Standortbestimmung

Ein interessanter Standort stellt die Grundlage für eure Bodenuntersuchungen dar. Mit dem Aktions-Kit könnt ihr entweder im Team oder alleine zwei Standorte untersuchen.



**HINWEIS
STANDORT**

- ✓ Gut zugänglich und wiederauffindbar
- ✓ Öffentlicher Ort oder Erlaubnis des Eigentümers
- ✓ Nächste Monate ohne Veränderung (z. B. ohne Baustellen, kein Pflügen)
- ✓ Typisch und aussagekräftig für die Fläche (z. B. genug Abstand zum Weg)

AUFGABEN

- 1** Seht euch in eurem Umfeld um:
Welche Böden sind interessant für euch?

- 2** Tauscht euch im Team aus, worin sich eure notierten Standorte (Bodenflächen) unterscheiden. Entscheidet euch gemeinsam für zwei sehr unterschiedliche Standorte und überlegt euch eindeutige Namen für diese.
- 3** Hypothesen zum Standort:
Verschiedene Standorte zu nutzen, ist wichtig, **weil ...**



Standortbeschreibung

Damit die ausgewählten Standorte leicht wiederzufinden sind, brauchen sie neben dem Namen auch eine Adresse – in der Wissenschaft sind das Koordinaten. Diese könnt ihr mit Hilfe von Open-Street-Map, einer App oder einem GPS-Gerät bestimmen. Ihr könnt sie später auch in der Karte auf expedition-erdreich.de eintragen.

AUFGABE

Bildet die Standorte unten auf den Steckbriefen ab (Foto oder Zeichnung).

Wo befinden sie sich (z. B. unter Bäumen, hinter Felsen, auf freiem Feld)?

Wie viel Sonneneinstrahlung sind eure Standorte überwiegend ausgesetzt?

Wofür werden die Bodenflächen genutzt?
Gibt es Besonderheiten?

STECKBRIEFE

STANDORT 1

Name:

Koordinaten: nördliche Breite, z. B. 50,008542

östliche Länge, z. B. 8,019861

Flächennutzung:

Sonneneinstrahlung: sonnig halbschattig schattig

Besonderheiten:

STANDORT 2

Name:

Koordinaten: nördliche Breite, z. B. 50,008542

östliche Länge, z. B. 8,019861

Flächennutzung:

Sonneneinstrahlung: sonnig halbschattig schattig

Besonderheiten:



Wollt ihr auf openstreetmap.org/#map die Koordinaten bestimmen, geht wie folgt vor:

1. Navigiert zu eurem Standort
2. Rechtsklick auf euren Standort
3. Wählt Adresse anzeigen
4. Nun werden die Koordinaten des Standortes angezeigt, z. B. 51.49599, 11.93772

Dokumentation

Denkt immer daran, sämtliche Ergebnisse aus allen Modulen in die Datenbank auf den Seiten 26–28 einzutragen. Notiert hier auch die Standortbeschreibungen. Tauscht euch mit der Gruppe aus, falls ihr selbst nicht alle Daten erfasst habt.



TEA-BAG-INDEX: TEE- BEUTEL VERGRABEN

Versuchsvorbereitung

Mit dem Tea-Bag-Index könnt ihr die Zersetzungsrate im Boden bestimmen – und damit auch, wie schnell Pflanzenreste von den Bodenorganismen zersetzt und in Humus umgewandelt werden. So gelangen Nährstoffe zurück in den Boden und können von Pflanzen wieder genutzt werden. Für die Bestimmung des Tea-Bag-Index müsst ihr zunächst die Teebeutel beschriften und die Startgewichte bestimmen.

AUFGABE

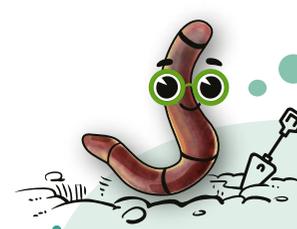
Überlegt euch eindeutige Probenbezeichnungen für eure Teebeutel, damit ihr sie euren Standorten zuordnen könnt (je Standort dreimal Rooibos- und dreimal Grün-Tee). Tragt die Probenbezeichnungen in die Tabelle ein und beschriftet das Schildchen eures Teebeutels. Wiegt die trockenen Teebeutel einzeln und inklusive Schnur und Schild mit einer Feinwaage (auf zwei Nachkommastellen, z. B. 2,23 g). Damit bestimmt ihr das Startgewicht. Tragt nun die Startgewichte ebenfalls in die Tabellen rechts ein.

Im Aktions-Kit

- Teebeutel
- Feinwaage (mit Kalibriergewicht)
- Schaufel
- Holzstäbchen
- Klebwimpel

Von zu Hause

- Wasserfester Stift
- Ggf. Gartenschaufel (bei festem Boden)
- Lineal
- Smartphone/GPS-Gerät
- 2 Stöcke für die Wimpel
- Dose (mit Deckel)
- Pinzette und Pinsel



HINWEIS VORBEREITUNG

- ✓ Nur Teebeutel aus dem Kit verwenden!
- ✓ Waage kalibrieren und Einstellung prüfen!

Keine Feinwaage? Wenn ihr die Möglichkeit habt, fragt bei Schulen oder Apotheken nach Hilfe.

STANDORT 1: NAME

Eingrabadatum: TT-MM-JJJJ

Ausgrabadatum: TT-MM-JJJJ

Nr.	Probenbezeichnung	Startgewicht in g	Endgewicht in g
	Bsp. WG1	Bsp. 2,23	Bsp. 1,65
G 1			
G 2			
G 3			
R 4			
R 5			
R 6			

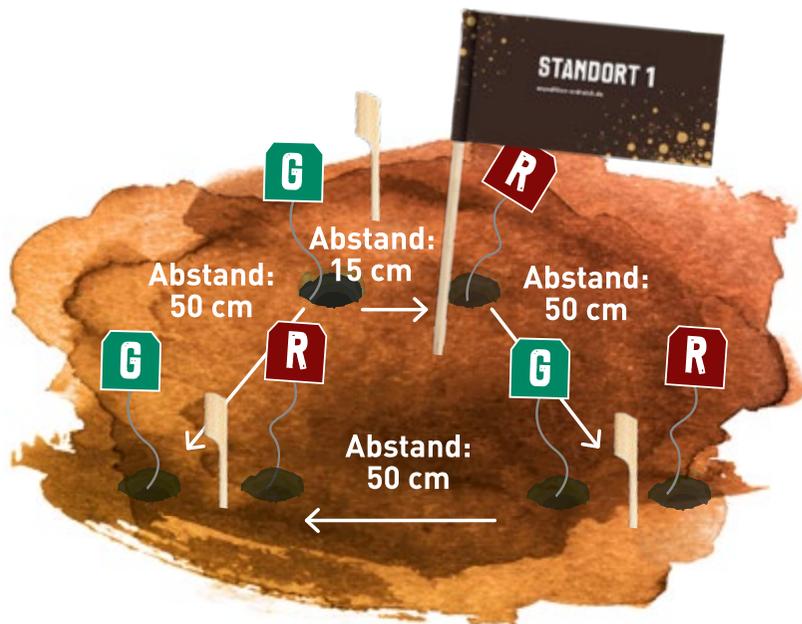
G Grün-Tee

R Rooibos-Tee

WALD
G1

ACKER
R10

STANDORT 2: NAME			
Eingrabadatum: TT-MM-JJJJ			
Ausgrabadatum: TT-MM-JJJJ			
Nr.	Probenbezeichnung	Startgewicht in g	Endgewicht in g
	Bsp. WG1	Bsp. 2,23	Bsp. 1,65
G 7			
G 8			
G 9			
R 10			
R 11			
R 12			



PLATZIERUNG DER TEEBEUTEL

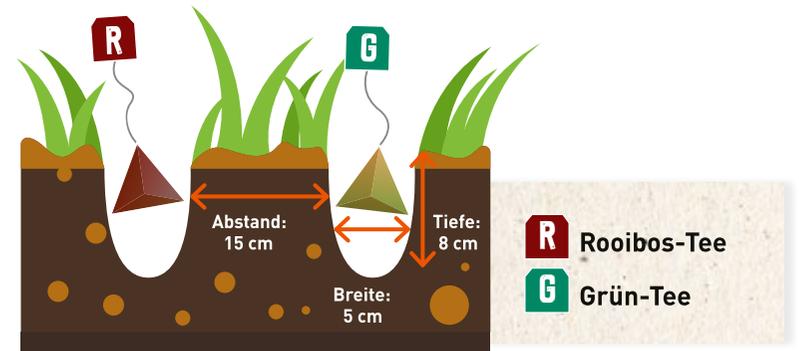
Führt den Versuchsaufbau wie hier gezeigt an beiden Standorten durch. Das Muster hilft euch auch, die Teebeutel wiederzufinden. Achtet hierbei auf die Mindestabstände zwischen den Teebeuteln.

Eingraben am Standort

AUFGABEN

1

An jedem Standort werden sechs Teebeutel vergraben: dreimal Grün-Tee und dreimal Rooibos-Tee. Grabt jeweils ein kleines Loch mit einem Durchmesser von ca. 5 cm und einer Tiefe von 8 cm in den Boden. Legt in jedes Loch nur einen Teebeutel (siehe Platzierung der Teebeutel). Schüttet das Loch wieder zu und drückt den Boden vorsichtig an. Achtet darauf, dass die Enden der Teebeutelräden mit dem Kunststoffschild an der Oberfläche verbleiben und noch zu sehen sind.



Markiert die Positionen eurer Teebeutel mit den Holzstäbchen. **Kennzeichnet eure Standorte** mit den passenden Klebewimpeln, die ihr an einem Stock befestigt. Ihr könnt euch eine Skizze machen, auf der zu erkennen ist, an welcher Stelle ihr welchen Teebeutel vergraben habt. Nutzt hierzu die Bezeichnung eurer Proben.

2

Warten

Lasst die Teebeutel drei Monate im Boden.

In dieser Zeit könnt ihr die Zusatzmodule bearbeiten.

AUFGABE

Was denkt ihr: Was passiert in den drei Monaten mit den Teebeuteln?

Veränderungen notieren und Teebeutel ausgraben

Es sind 90 Tage vergangen. Zeit, die Teebeutel wieder auszugraben. Schaut noch einmal auf der Doppelseite zuvor, was ihr für die nächsten Schritte alles benötigt. Notiert das Ausgrabedatum in der Tabelle (S. 10–11).

AUFGABEN

Schaut euch zuerst eure Standorte genau an. Was hat sich an ihnen verändert?

- 1 Zeichnet ein Bild, klebt eines ein oder beschreibt in Stichpunkten, was euch auffällt!



HINWEIS

Probleme beim Wiederfinden?
Die GPS-Koordinaten aus der Datenbank helfen weiter!

STANDORT 1

STANDORT 2

STANDORT 1

STANDORT 2

Grabt die Teebeutel vorsichtig aus. Achtet darauf, sie dabei nicht zu beschädigen. Zieht beim Ausgraben nicht am Faden.

Mit einem Pinsel entfernt ihr vorsichtig, aber sorgfältig die Erde am Teebeutel. Sollten feine Wurzeln in den Beuteln stecken, zieht ihr diese behutsam mit einer Pinzette heraus. Achtet auch beim Putzen der Teebeutel darauf, diese nicht zu zerstören. Verwendet zur Reinigung der Beutel NIEMALS Wasser! Benutzt zum Transportieren der Teebeutel die mitgebrachte Dose.

2

3 Dokumentiert, wenn etwas schief läuft (zum Beispiel ein Beutel kaputtgeht oder verloren geht) oder euch etwas anderes auffällt (Pilze, Wurzeln im Beutel, Löcher im Beutel etc.).

STANDORT 1	STANDORT 2
Standortname:	Standortname:

HINWEIS

Die speziellen Teebeutel sind aus Kunststoff, denn Teebeutel aus Papier würden im Boden kaputtgehen. Grabt sie deshalb unbedingt wieder aus und entsorgt sie nach dem Versuch im Restmüll!



Trocknen und erneutes Wiegen

Bevor ihr die Teebeutel noch einmal wiegen könnt, müssen sie vollständig getrocknet werden. Zum Trocknen solltet ihr die Teebeutel auf Tellern verteilen und diese für mindestens drei Tage an einen warmen Ort stellen. Falls nach dem Trocknen noch Bodenpartikel an den Teebeuteln hängen, entfernt sie vorsichtig mit den Händen oder einem Pinsel.

AUFGABEN

Wiegt jetzt einen Teebeutel nach dem anderen. Geht dabei vor wie auf Seite 10. Tragt die ermittelten Endgewichte nacheinander in eure Tabellen auf Seite 10–11 ein. Achtet darauf, dass ihr nicht mit den Beschriftungen der Teebeutel durcheinanderkommt.

1

Die Teebeutel sind noch nicht komplett trocken? Dann lieber noch zwei weitere Tage an der Luft trocknen lassen!

Vergleicht die Angaben der Start- und Endgewichte in den Tabellen.

2

Was fällt euch auf? Was könnten die Gründe für eure Beobachtungen sein? erinnert ihr euch an eure zu Beginn aufgestellten Vermutungen? Wurden diese bestätigt?

Tragt die Ergebnisse in die Datenbank auf Seite 27 ein.

3

Auf expedition-erdreich.de könnt ihr anhand der Gewichte eurer Teebeutel den Tea-Bag-Index ausrechnen und erfahren, ob die Zersetzungsrate an euren Standorten eher hoch, mittel oder niedrig ist.



NAVIGATION AKTIONSHEFT

Immer auf Kurs bleiben

Diese Navigation zeigt euch Schritt für Schritt, wie ihr die Expedition Erdreich erfolgreich abschließt. Wichtig ist, dass ihr das Modul **Auf geht's** als erstes bearbeitet. Grundsätzlich wird in **Basismodul** und **Zusatzmodul** unterschieden. Um alle Pflichtangaben (**Basisdaten**) für die Expedition zu sammeln, solltet ihr alle Basismodule bearbeiten. Ist euer Forschergeist geweckt, könnt ihr auch die Bodenversuche in den Zusatzmodulen (**Zusatzdaten**) durchführen.

Auf geht's (S. 8–9)

Zuerst müsst ihr die richtigen Standorte für eure Versuche finden. Dabei habt ihr die Qual der Wahl, denn Böden begegnen euch überall – auf landwirtschaftlich und öffentlich genutzten Flächen, im Garten oder im Wald. Wie Böden genutzt werden, hängt eng mit deren jeweiligen Eigenschaften zusammen – die wiederum durch die Nutzung von Menschen verändert werden.

... Teebeutel vergraben (S. 10–13)

Jetzt wird's spannend: Mit Hilfe von Teebeuteln erforscht ihr den Boden. Dort zersetzen nämlich Kleinstlebewesen tote Biomasse und stellen dadurch den wertvollen Humus her, der Nährstoffe für Pflanzen und Bodenorganismen bereitstellt. Mit den Teebeuteln untersucht ihr auf einfache Weise selbst, wie das geht. Ihr braucht allerdings ein bisschen Geduld, denn der

Versuch dauert drei Monate. Wissenschaftlich heißt die auf diese Weise bestimmte Bodeneigenschaft „Zersetzungsrage“. Mit der beschriebenen Methode kann der Tea-Bag-Index berechnet werden.

... Beschaffenheit erfühlen

(S. 16–19)

Bei der Fingerprobe müsst ihr Fingerspitzengefühl beweisen, um Sand, Schluff, Ton und Lehm voneinander zu unterscheiden. Die Bodenfarbe gibt euch Hinweise, wie viel Humus euer Boden enthält. Wie viel Wasser und Nährstoffe gespeichert werden können, hängt vom Humusgehalt und von der Größe der mineralischen Körnchen im Boden ab.

... Bodenleben erkunden

(S. 20–23)

Mit der Spatenprobe stellt ihr fest, wie stark euer Boden durchwurzelt ist und welche Tiergruppen vorkommen. Im Boden finden die Wurzeln der Pflanzen Halt und lebensnotwendige Nährstoffe. Diese entstehen, indem Bodentiere abgestorbenes Pflanzmaterial zersetzen und in Humus umwandeln. Die Bodentiere leben an der Bodenoberfläche, in Gängen und in Poren, also den Hohlräumen zwischen den festen Bodenbestandteilen.

... Säuregehalt ermitteln

(S. 24–25)

Böden können sauer, neutral oder alkalisch sein. Wie sauer euer Boden ist, bestimmt ihr mit dem pH-Wert. Dieser hat großen Einfluss auf die Prozesse, die im Boden ablaufen. Er steuert, welche und wie viele Nährstoffe Pflanzen aufnehmen, beeinflusst die Bodenlebewesen und die biologische Aktivität. Anzahl und Vielfalt der Bodenorganismen wirken sich wiederum auf die Zersetzungsprozesse und die Humusbildung aus. Die meisten Böden in Deutschland haben einen pH-Wert zwischen 4,0 und 8,0.

... Ergebnisse eintragen

(S. 26–28)

Keine wissenschaftliche Untersuchung ohne gute Dokumentation! Denn mit Hilfe von beispielsweise einer Datenbank können Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler auch noch Jahre nach einem Versuch ihre Ergebnisse nachvollziehen, aus alten Daten neue Erkenntnisse gewinnen oder Fehler finden. Alle Daten, die ihr in den einzelnen Modulen erhebt, tragt ihr daher auch in die Datenbank am Ende des Heftes ein.



FINGERPROBE: BESCHAFFENHEIT ERFÜHLEN

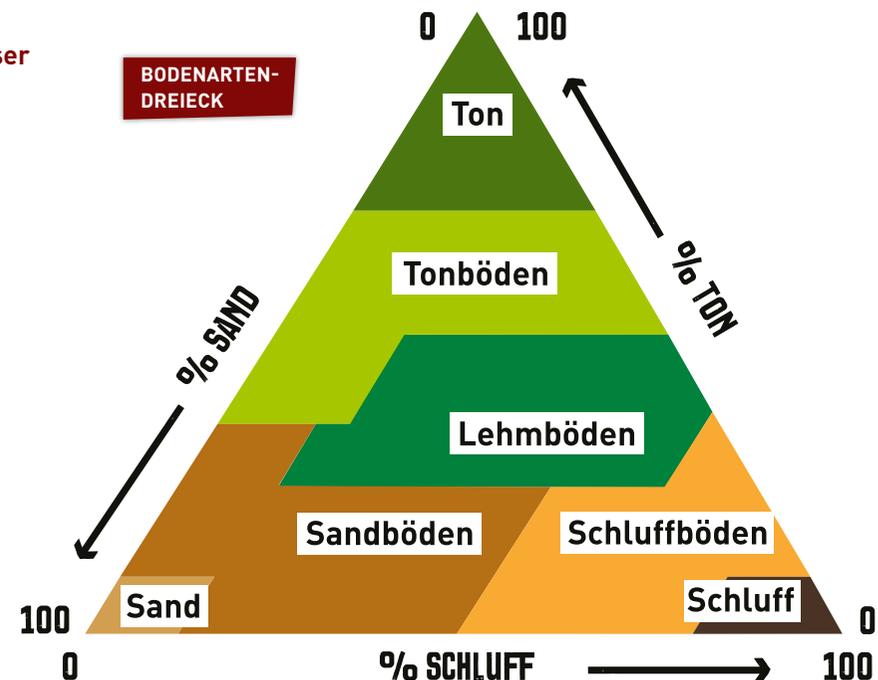
Fingerprobe

Um herauszufinden, wie gut Böden Wasser speichern und filtern, müssen wir die Größe und Zusammensetzung der einzelnen Bodenbestandteile analysieren. Neben dem Humus ist dafür der Feinboden sehr wichtig. Dabei handelt es sich um die nicht organischen, also mineralischen Körnchen des Bodens, die einen geringeren Durchmesser als 2 mm haben.

Je feiner die Bestandteile des Feinbodens, desto mehr Wasser können sie speichern. Sind sie jedoch zu klein, binden sie Wasser so fest an sich, dass die Pflanzen es nicht nutzen können. Je nach Größe der Körnchen unterscheiden wir Sandteilchen, Schluffteilchen und Tonteilchen. Ein Gemisch aus Sand, Schluff und Ton wird Lehm genannt. Die Zusammensetzung des Feinbodens aus diesen Teilchen nennt man Bodenart.

Um die Bodenart zu untersuchen, führt ihr die Fingerprobe durch. Dabei wird eine kleine Menge feuchtes Bodenmaterial zwischen Daumen und Zeigefinger geknetet, gerollt und gerieben.

So könnt ihr beobachten, ob die Körnchen in der Bodenprobe eher groß oder klein sind, ob sie gut oder schlecht aneinander haften oder kleben und wie gut sich das Bodenmaterial formen lässt. Wie sich Schluff, Sand, Ton und Lehm anfühlen, könnt ihr aus der oberen Abbildung auf Seite 17 ableiten.



AUFGABE

Vergleiche, wie sich Sand, Schluff, Ton und Lehm anfühlen:



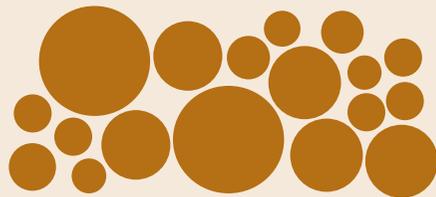
Sand =
Zucker



Schluff =
Mehl



Ton =
hinterlässt einen glatten
Seifenfilm auf der Haut



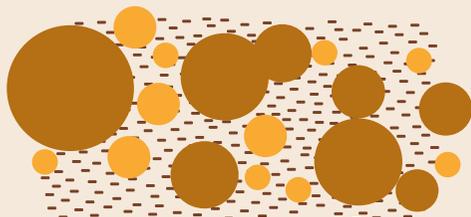
← **SAND**
2 mm – 0,063 mm



← **SCHLUFF**
0,063 mm – 0,002 mm



← **TON**
< 0,002 mm



← **LEHM**
(Gemisch aus
Sand, Schluff
und Ton)

Abbildung nicht maßstabsgetreu

Versuchsvorbereitung

Mit der Fingerprobe könnt ihr die Korngrößen bestimmen und herausfinden, um welche Bodenart es sich handelt.

Im Aktions-Kit

- Schaufel

Von zu Hause

- Ggf. Gartenschaufel (bei festem Boden)
- Etwas Wasser in einer kleinen Sprühflasche
- Stift

AUFGABEN

Führt die angegebenen Schritte aus, um eine Bodenprobe für die Untersuchung zu nehmen.

- 1 Grabt ein kleines Loch von etwa 10 cm Tiefe. Entnehmt nun eine ungefähr walnussgroße Bodenprobe. Achtet darauf, dass ihr keine Pflanzenreste oder Steine in der Probe habt.



Ungefähr so groß
sollte eure Probe sein.



- 2 Bei Trockenheit ist es wichtig, die Probe mit einer kleinen Sprühflasche gleichmäßig zu befeuchten oder vorsichtig einige Tropfen Wasser zuzugeben.



- 3 Anschließend knetet ihr die Probe so lange, bis das Bodenmaterial feucht, aber nicht mehr nass ist.

Bodenarten bestimmen

Folgt nun der Anleitung unten und bestimmt anhand eurer vorbereiteten Probe die Hauptbodenart. Achtung: Die Methode erfordert auch für Geübte etwas Geduld. Macht die Fingerproben im Zweifel mehrere Male und entscheidet danach, was ihr als Ergebnis in der rechten Tabelle ankreuzt.

	STANDORT 1	STANDORT 2
HAUPTBODENART	Standortname	Standortname
Sandiger Boden		
Schluffiger Boden		
Lehmiger Boden		
Toniger Boden		

START

ROLLPROBE

Aus der walnussgroßen Probe erst eine Kugel, dann eine Walze formen (halbe Bleistiftstärke).



NICHT AUSROLLBAR

Walze zerbricht, zerreißt oder zerkrümelt, bevor eine halbe Bleistiftstärke erreicht wurde. **SAND/SCHLUFF**



REIBEPROBE

Das Bodenmaterial vorsichtig zwischen Daumen und Zeigefinger reiben.



ERGEBNIS 2

Die Probe fühlt sich körnig und rau an. Sie besteht zum **deutlich größten** Teil aus gut spürbaren, mit bloßem Auge erkennbaren Körnchen. Nachdem die Probe durch das Reiben trocken geworden ist, bleibt nur sehr wenig Bodenmaterial in den Fingerrillen haften. Dann ist es **SANDIGER** Boden.

ERGEBNIS 1

Die Probe fühlt sich sehr samtig und mehlig an. Mit dem bloßen Auge sind auf dem Handteller fast keine Körnchen zu erkennen. Nachdem die Probe durch das Reiben trocken geworden ist, haftet noch immer viel Bodenmaterial in den Fingerrillen. Dann ist es **SCHLUFFIGER** Boden.

AUSROLLBAR

Die Probe ist halb so dünn wie ein Bleistift, bleibt bestehen und ist höchstens ein bisschen rissig. **LEHM/TON**



ERGEBNIS 1

Die Probe glänzt beim kräftigen Zerdrücken zwischen den Fingerspitzen und besteht nahezu ausschließlich aus seifig-schmieriger Feinsubstanz. Sand ist nicht spürbar, auch bei weiterem Befeuchten nicht. Dann ist es **TONIGER** Boden.

ERGEBNIS 2

Das Bodenmaterial besteht zu etwa gleichen Teilen aus feinen, nicht sichtbaren Bodenteilchen und gut spürbaren körnig-rauen Sandteilchen. Dann ist es **LEHMIGER** Boden.

REIBEPROBE

Das Bodenmaterial vorsichtig zwischen Daumen und Zeigefinger reiben – wenn es schon getrocknet ist, noch einmal leicht anfeuchten.



HINWEIS

Das Bodenmaterial sollte immer feucht und knetbar sein, sofern nicht anders angegeben!



Bodenfarbe bestimmen

Wusstet ihr, dass der Boden einer der größten Kohlenstoffspeicher der Erde ist? Er spielt somit eine wichtige Rolle für den Klimaschutz! Wie ihr vielleicht wisst, wird von Pflanzen bei der Photosynthese Kohlenstoff aus der Atmosphäre aufgenommen und in ihre Blätter, Wurzeln und Früchte eingebaut.

Sterben die Pflanzen, gelangen die Pflanzenreste in den Boden. Die Bodenlebewesen zerkleinern das pflanzliche Material und wandeln es in wertvollen Humus um. Der Kohlenstoff aus der Pflanze ist jetzt im Humus gespeichert und wird nur sehr langsam wieder freigesetzt.

Je mehr Humus ein Boden enthält, desto mehr Kohlenstoff ist in ihm gespeichert. Ein Hinweis auf den Humusgehalt gibt euch die Bodenfarbe. Etwas vereinfacht gesagt könnt ihr davon ausgehen: Je dunkler die Bodenfarbe, desto höher ist der Humusgehalt.



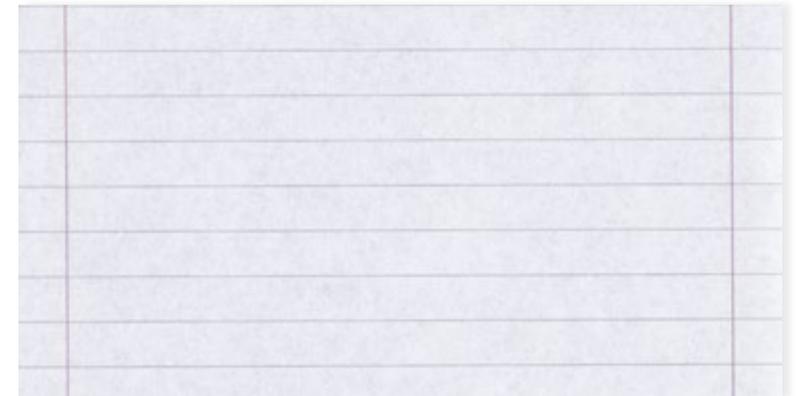
AUFGABEN

	STANDORT 1	STANDORT 2
	Standortname	Standortname
FARBE		

Nehmt eine kleine Bodenprobe. Sie sollte feucht, aber nicht nass sein.

1 Entscheidet mit Hilfe der unten abgebildeten Bodenfarbtafel, welche Farben am ehesten eurer Probe entspricht, und tragt das Ergebnis in die Tabelle oben ein.

2 Warum dominieren im oberen Teil des Bodens die dunklen und dunkelbraunen Farbwerte? Notiert eure Ideen.



Bodenfarbtafel





SPATENPROBE: BODENLEBEN ERKUNDEN

Spatenprobe entnehmen

Im Boden leben unzählige und vielfältige Mikroorganismen, Pflanzen, Pilze und Tiere. Die meisten von ihnen sind so klein, dass ihr sie mit bloßem Auge nicht sehen könnt. In einem Teelöffel Bodenmaterial können bis zu eine Million Bakterien, einhunderttausend Pilze und zehntausende Algen zu finden sein. Schätzungen gehen davon aus, dass rund ein Viertel aller Arten auf der Welt in Böden leben.

Böden sind deshalb von großer Bedeutung für die Artenvielfalt. Es gibt aber natürlich auch Bodentiere, die groß genug sind, um sie mit bloßem Auge zu beobachten.

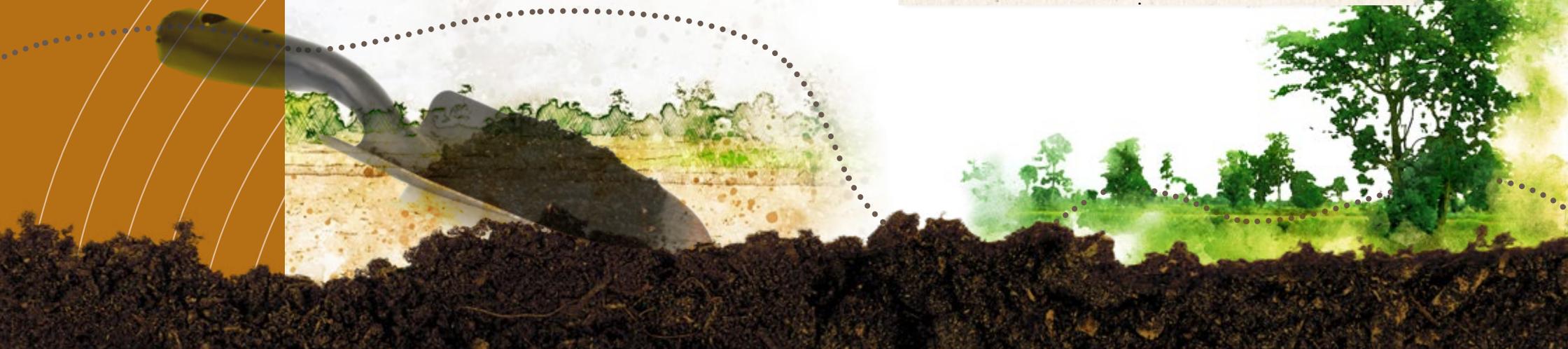
Und dann gibt es da natürlich noch die Pflanzen, deren Wurzeln im Boden wachsen. Schaut euch das Bodenleben mit der Spatenprobe genauer an!

Im Aktions-Kit

- Bestimmungstafel Bodenleben

Von zu Hause

- Spaten oder Klappspaten
- Kamera
- Stift
- 2-Cent-Münze



AUFGABE

Untersucht das Bodenleben in der Nähe der Standorte, an denen ihr die Teebeutel vergraben habt oder noch vergraben wollt. Hebt mit einem Spaten ein viereckiges Loch aus. Es sollte so breit sein wie der Spaten und nicht tiefer als das Spatenblatt. Stecht nun einen Block aus. Hebt diesen im Ganzen aus der Grube und betrachtet den Boden.



1 AUSHEBEN DER GRUBE



2 STECHEN DER SEITLICHEN SCHLITZE



3 ABSTECHEN UND AUSHEBEN DES BODENBLOCKS



4 DURCHWURZELUNG UND BODENTIERE BESTIMMEN

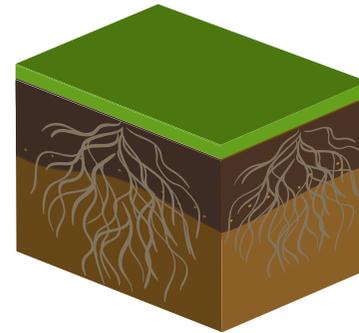


Durchwurzelung bestimmen

Die Anzahl der Wurzeln und ihre Form/Wuchsrichtung geben euch Aufschluss darüber, wie gut die Pflanzenwurzeln im Boden wachsen können und wie stark die Pflanzen im Boden verankert sind. Je dichter und fester der Boden ist, desto schwerer können Wurzeln hineinwachsen.

AUFGABEN

1 Brecht vorsichtig etwas Material von einer Seite des Bodenblocks ab, sodass ihr die Wurzeln erkennen könnt. Bestimmt dann die Durchwurzelung. Hierfür messt ihr auf der Seite des Blocks ein 10 mal 10 cm großes Quadrat ab und markiert den Umriss mit einem spitzen Gegenstand. Zählt nun alle Wurzeln im Quadrat, die kleiner als 2 mm im Durchmesser sind.



Eine 2-Cent-Münze ist etwa 2 mm dick.

2 Notiert die Standortnamen unten in der Tabelle und macht ein Kreuz an der zutreffenden Stelle.

		STANDORT 1	STANDORT 2
ANZAHL DER FEINWURZELN	DURCHWURZELUNG	Standortname	Standortname
0	Keine Wurzeln		
1-2	Sehr schwach		
3-5	Schwach		
6-10	Mittel		
11-20	Stark		
21 bis mehr als 50	Sehr stark		



Bodentiere erkunden



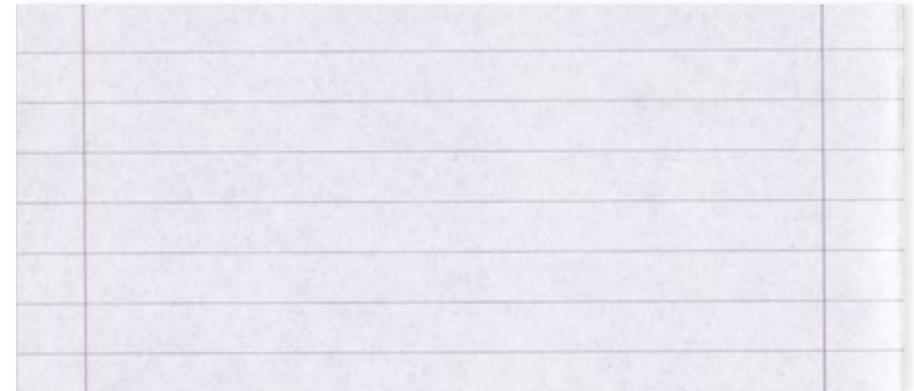
AUFGABEN

Nachdem die Durchwurzelung bestimmt wurde, könnt ihr den Bodenblock vorsichtig Stück für Stück zerbrechen.

1 Schaut, welche Bodentiere dabei zum Vorschein kommen. Gebt in der Tabelle an, welche Bodentiere ihr bestimmen könntet und wie viele jeweils. Nutzt zur Bestimmung der Bodentiere die Übersicht aus dem Falblatt im Aktions-Kit. Setzt die Tiere nach dem Bestimmen wieder vorsichtig zurück auf den Boden. Gebt das Bodenmaterial wieder in die Grube und drückt es leicht an.

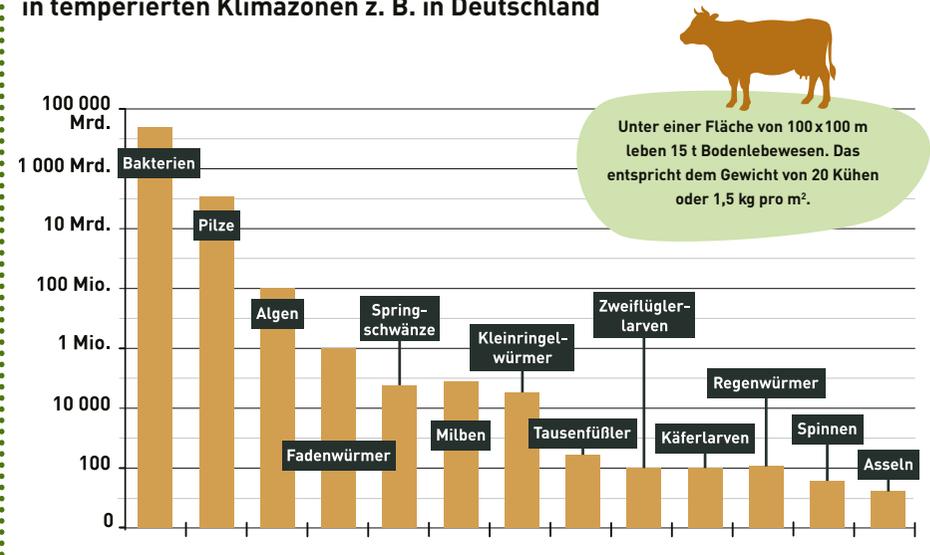
	STANDORT 1	STANDORT 2
TIERGRUPPE	Standortname	Standortname
Spinnen		
Springschwänze		
Regenwürmer		
Käfer		
Ameisen		
Asseln		
Tausendfüßler		
Schnecken		
Keine		

2 Beschreibt kurz, was unten in der Abbildung dargestellt ist. Recherchiert, was unter „Bodenatmung“ zu verstehen ist, und notiert die Ergebnisse.



LEBEN IM BODEN

Übersicht der Bodenlebewesen im obersten Kubikmeter, in temperierten Klimazonen z. B. in Deutschland





PH-WERT-TEST: SÄUREGEHALT ERMITTELN

Versuchsvorbereitung

Wie misst man, wie sauer oder alkalisch der Boden ist?

Das geht mit dem pH-Wert. Dieser ist sowohl für Pflanzen als auch für Bodenlebewesen wichtig und hat auch Einfluss auf die Zersetzungsrage. Mit den Indikatorstäbchen aus dem Aktions-Kit könnt ihr den Säuregehalt des Bodens bestimmen.

Im Aktions-Kit

- Schaufel
- pH-Indikatorstäbchen (4 Stk.: 2 pro Standort)
- Leere Röhrchen (2 Stk.)
- Destilliertes Wasser (kein Trinkwasser)

Von zu Hause

- Ggf. Gartenschaufel (bei festem Boden)
- Kleiner Löffel
- Leitungswasser zum Ausspülen der Röhrchen bei Fehlversuchen
- Stift

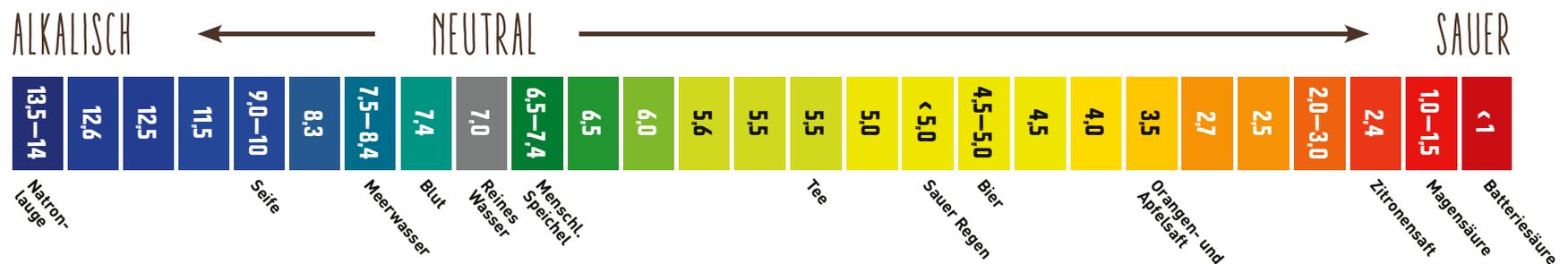
HINWEISE PH-WERT-BESTIMMUNG

- ! Niemals mit den Fingern die Farbfelder der Indikatorstäbchen berühren
- ! Stäbchen nicht zu tief in die wässrige Lösung tauchen (siehe Schritt 5 auf Seite 25)

AUFGABE

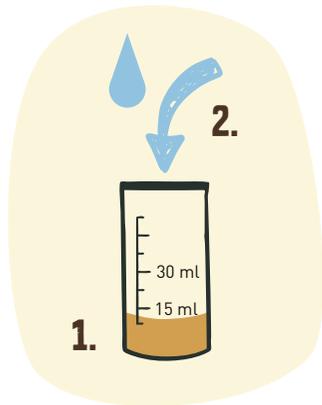
Bestimmt den pH-Wert des Bodens jeweils an euren beiden Standorten. Grabt dazu je ein 5 bis 20 cm tiefes Loch. Wenn die Teebeutel bereits eingegraben wurden, haltet mindestens 10 cm Abstand zu diesen.

PH-WERT-SKALA

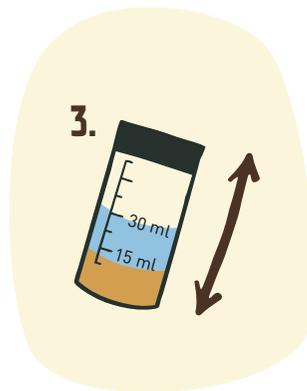


pH-Wert-Bestimmung

Folgt für die Bestimmung des pH-Wertes der Standorte den unten stehenden Anweisungen und Abbildungen. Bitte nutzt für den genauen Abgleich der pH-Werte die Farbtabelle aus dem Aktions-Kit.



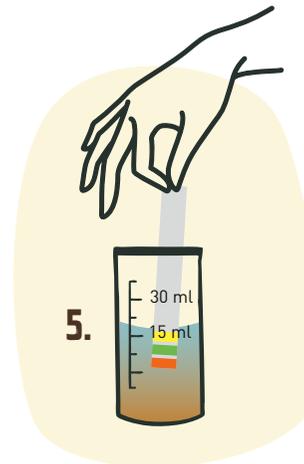
1. Bodenprobe mit kleinem Löffel bis zur 15-ml-Markierung des Röhrchens einfüllen



3. 2 Minuten kräftig schütteln



4. 10 Minuten warten

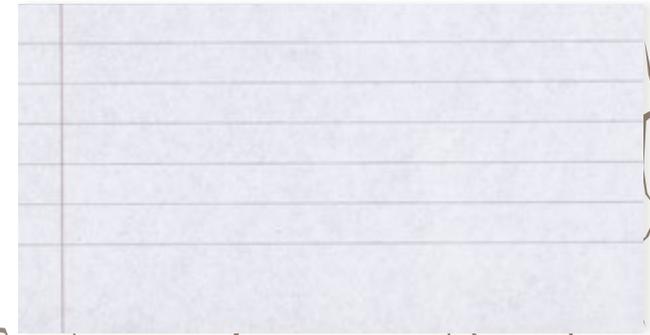


5. Teststreifen 5 Sekunden in das Wasser halten

6. Nach ein paar Sekunden den pH-Wert anhand der Farbskala ablesen und die Ergebnisse der Standorte hinten in die **Datenbank** eintragen

AUFGABE

Ihr habt die pH-Werte eurer Bodenproben bestimmt. Für welche Ackerpflanzen wären eure pH-Werte optimal? Stellt mit Hilfe der untenstehenden Abbildung Vermutungen auf.



Stark sauer	Sauer	Neutral	Alkalisch
		Luzerne	
		Gerste	
		Zuckerrübe	
		Rotklee	
		Weizen	
		Erbse	
		Raps	
		Hafer	
		Kartoffel	
		Roggen	
		Lupine	
pH-Wert			
< 4,5	4,6–6,4	6,5–7,4	> 7,4



DATENBANK: ERGEBNISSE EINTRAGEN

Tragt hier alle Daten eurer Untersuchungen zusammen. Denkt auch daran,
die Daten auf der Website expedition-erdreich.de hochzuladen!

Standortbeschreibung (Seite 8–9)

STANDORTNAME 1

STANDORTNAME 2

Koordinaten:

_____ (nördliche Breite)

_____ (östliche Länge)

Nutzung:

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Landwirtschaft (Acker) | <input type="checkbox"/> öffentliche Grünanlage |
| <input type="checkbox"/> Landwirtschaft (Grünland) | <input type="checkbox"/> Garten |
| <input type="checkbox"/> Wald | <input type="checkbox"/> sonstige Fläche |

Sonneneinstrahlung:

- sonnig schattig halbschattig

Veränderungen beim Ausgraben:

Koordinaten:

_____ (nördliche Breite)

_____ (östliche Länge)

Nutzung:

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Landwirtschaft (Acker) | <input type="checkbox"/> öffentliche Grünanlage |
| <input type="checkbox"/> Landwirtschaft (Grünland) | <input type="checkbox"/> Garten |
| <input type="checkbox"/> Wald | <input type="checkbox"/> sonstige Fläche |

Sonneneinstrahlung:

- sonnig schattig halbschattig

Veränderungen beim Ausgraben:

Tea-Bag-Index (Seite 10–13)

STANDORT 1: NAME			
Eingrabetdatum: TT-MM-JJJJ			
Ausgrabetdatum: TT-MM-JJJJ			
Nr.	Probenbezeichnung	Startgewicht in g	Endgewicht in g
	Bsp. WG1	Bsp. 2,23	Bsp. 1,65
G 1			
G 2			
G 3			
R 4			
R 5			
R 6			

STANDORT 2: NAME			
Eingrabetdatum: TT-MM-JJJJ			
Ausgrabetdatum: TT-MM-JJJJ			
Nr.	Probenbezeichnung	Startgewicht in g	Endgewicht in g
	Bsp. WG1	Bsp. 2,23	Bsp. 1,65
G 7			
G 8			
G 9			
R 10			
R 11			
R 12			



Bodenart und Bodenfarbe (Seite 16–19)

STANDORTNAME 1

Hauptbodenart: _____

Bodenfarbe: _____

STANDORTNAME 2

Hauptbodenart: _____

Bodenfarbe: _____

Durchwurzelung und Bodentiere (Seite 20–23)

Durchwurzelung: _____

Anzahl Bodentiere:

SPINNEN		AMEISEN	
SPRINGSCHWÄNZE		ASSELN	
REGENWÜRMER		TAUSENDFÜSSLER	
KÄFER		SCHNECKEN	
		KEINE	

Durchwurzelung: _____

Anzahl Bodentiere:

SPINNEN		AMEISEN	
SPRINGSCHWÄNZE		ASSELN	
REGENWÜRMER		TAUSENDFÜSSLER	
KÄFER		SCHNECKEN	
		KEINE	

pH-Wert (Seite 24–25)

 stark sauer	<input type="checkbox"/> 2,0	<input type="checkbox"/> 2,5	<input type="checkbox"/> 3,0
 sauer	<input type="checkbox"/> 3,5	<input type="checkbox"/> 4,0	<input type="checkbox"/> 4,5
 schwach bis mäßig sauer	<input type="checkbox"/> 5,0	<input type="checkbox"/> 5,5	<input type="checkbox"/> 6,0 <input type="checkbox"/> 6,5
 neutral	<input type="checkbox"/> 7,0		
 alkalisch	<input type="checkbox"/> 7,5	<input type="checkbox"/> 8,0	<input type="checkbox"/> 8,5 <input type="checkbox"/> 9,0

 stark sauer	<input type="checkbox"/> 2,0	<input type="checkbox"/> 2,5	<input type="checkbox"/> 3,0
 sauer	<input type="checkbox"/> 3,5	<input type="checkbox"/> 4,0	<input type="checkbox"/> 4,5
 schwach bis mäßig sauer	<input type="checkbox"/> 5,0	<input type="checkbox"/> 5,5	<input type="checkbox"/> 6,0 <input type="checkbox"/> 6,5
 neutral	<input type="checkbox"/> 7,0		
 alkalisch	<input type="checkbox"/> 7,5	<input type="checkbox"/> 8,0	<input type="checkbox"/> 8,5 <input type="checkbox"/> 9,0



Alles ausgefüllt?
Dann könnt ihr die Daten jetzt auf
der Website eingeben und hochladen.

HINWEIS



NACHWEISE

- U1, S. 2, 21: Adobe Stock/Galina
 U1, S. 2: Adobe Stock/Agence Design
 U1, S. 2, 21: Shutterstock/NadzeyaShanchuk
 U1, S. 2, 14: Adobe Stock/fotoknips
 U1, S. 2–3: Adobe Stock/Watercolor_Concept
 U1, S. 2, 4: Adobe Stock/Watercolor_Concept
 U1, S. 2, 22–23: Adobe Stock/fotomaster
 U1, S. 2, 4–5, 21: Adobe Stock/Richard Villalon
 U1, S. 2, 4–8, 15, 21–22, U4: Adobe Stock/
 KatyaKatya, rawintanpin
 U2: Adobe Stock/Серафима Манекина
 U2, S. 5: Adobe Stock/moderngolf1984
 U2: Adobe Stock/carlacastagno
 S. 4: Adobe Stock/natali_my
 S. 4: Getty Images/Caspar Benson
 S. 5: Adobe Stock/creativnature.nl
 S. 5: Getty Images/fotografia
 S. 5, 8–10, 20, 24: Adobe Stock/svetlanais
 S. 6–9, 12–13, 19, 23, 25: Adobe Stock/jgagarin
 S. 6–7: Adobe Stock/stockgraphicdesigns
 S. 6–7: Adobe Stock/Sanja
 S. 6–7: Adobe Stock/gmstockstudio
 S. 8, 10, 13, 18–19, 23–24, 27–28: Adobe Stock/Moriz
 S. 8, 10, 13, 18, 19, 23–24, 27–28: Adobe Stock/antto
 S. 8, 10, 13, 18–19, 23–24, 27–28: Adobe Stock/Valentina R.
 S. 8: Adobe Stock/rufar
 S. 9: Adobe Stock/Okea
 S. 9: Adobe Stock/skarie
 S. 9: Adobe Stock/Chad Latta
 S. 10: Adobe Stock/MicroOne
 S. 11: Adobe Stock/WhataWin
 S. 11: Adobe Stock/grimgram
 S. 11: Adobe Stock/savvalinka
 S. 11: Adobe Stock/Picture Partners, angintaravichian
 S. 12: Adobe Stock/sabelskaya
 S. 12: Adobe Stock/Sini4ka
 S. 12: Adobe Stock/angintaravichian
 S. 12: Adobe Stock/bioraven
 S. 12: Adobe Stock/Premium Icons
 S. 13: Adobe Stock/Artsiom Petrushenka
 S. 13: Adobe Stock/bioraven
 S. 14: Adobe Stock/veekicl
 S. 14: Adobe Stock/Graficriver
 S. 14: Adobe Stock/magicmary
 S. 16: Abbildung Bodenarten-Dreieck nach Ad-hoc-Arbeits-
 gruppe Boden: Bodenkundliche Kartieranleitung,
 Hrsg.: Bundesanstalt für Geowissenschaften und
 Rohstoffe in Zusammenarbeit mit den Staatlichen
 Geologischen Diensten, 5. Aufl., 438 S.; 41 Abb., 103
 Tab., 31 Listen, Hannover 2005
 S. 17, 18: Adobe Stock/Alexander Ozerov
 S. 17: Adobe Stock/bqmeng
 S. 17, 18: Adobe Stock/Thomas Dutour
 S. 17: Adobe Stock/rawintanpin
 S. 17: Adobe Stock/ange1011
 S. 17: Adobe Stock/photokozyr
 S. 17: Adobe Stock/nadiiinko
 S. 17: Adobe Stock/Cozine
 S. 17: Adobe Stock/M.Dörr & M.Frommherz
 S. 17: Adobe Stock/constantinos
 S. 17: Adobe Stock/Picture Partners
 S. 18: Adobe Stock/antto
 S. 18: Adobe Stock/VRD
 S. 19: Adobe Stock/pingpao
 S. 20: Adobe Stock/rawintanpin
 S. 20: Adobe Stock/Richard Villalon
 S. 20: Adobe Stock/magicmary
 S. 21: Abbildung Spatenprobe nach Ökologischer Weinbau,
 Ulmer, zitiert in BLE 2003 Boden, Bodenbeurteilung.
 Boden als Grundlage des ökologischen Weinbaus
 S. 21: Adobe Stock/fantrazzy
 S. 21: Adobe Stock/Mary Long
 S. 22: Adobe Stock/Julydfg
 S. 22: Adobe Stock/Kirill
 S. 23: Abbildung Leben im Boden nach bit.ly/2WqKFNG
 S. 23: Adobe Stock/archivector
 S. 23: Adobe Stock/aksol
 S. 23: Abbildungen Bodenhorizonte nach bit.ly/2SLGHne
 S. 24: Adobe Stock/eakgaraj
 S. 24–25: Abbildungen pH-Wert-Streifen, General Electric
 Deutschland Holding GmbH
 S. 25: Abbildung pH-Wert-Bestimmung nach Luise Ohmann,
 Zentrum für Umweltforschung GmbH (UFZ)
 S. 25: Adobe Stock/drawtab19
 S. 25: Adobe Stock/alekseyvanin
 S. 25: Adobe Stock/Sini4ka
 S. 26–U3: Adobe Stock/pashabo

IMPRESSUM

Herausgeber

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)
 Projektteam Wissenschaftsjahr 2020/21 – Bioökonomie
 10117 Berlin

Idee, Redaktion, Gestaltung

DLR Projektträger
 familie redlich AG – Agentur für
 Marken und Kommunikation
 KOMPAKTMEDIEN – Agentur für
 Kommunikation GmbH

Konzeption und Texterstellung

BonaRes-Zentrum für Bodenforschung
 Dr. Susanne Döhler

Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung GmbH – UFZ
 Luise Ohmann
 Dr. Christian Schneider

IPN – Leibniz-Institut für die Pädagogik der
 Naturwissenschaften und Mathematik
 Carola Garrecht
 Prof. Dr. Ute Harms

Redaktionelle Begleitung

Projektträger Jülich – Forschungszentrum Jülich GmbH

Druck

Druck- und Verlagshaus Zarbock GmbH & Co. KG

Stand

September 2020

Diese Publikation wird als Fachinformation des
 Bundesministeriums für Bildung und Forschung kostenlos
 herausgegeben. Sie ist nicht zum Verkauf bestimmt und darf
 nicht zur Wahlwerbung politischer Parteien oder Gruppen
 eingesetzt werden.





Die Wissenschaftsjahre sind eine Initiative des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) gemeinsam mit Wissenschaft im Dialog (WiD). Sie tragen als zentrales Instrument der Wissenschaftskommunikation Forschung in die Öffentlichkeit und unterstützen den Dialog zwischen Forschung und Gesellschaft.

Expedition Erdreich ist ein gemeinsames Projekt von:

