



Boden[wissen]

Unterrichtsmaterialien
für die Sekundarstufe I

Mit Übungen für den Unterricht

MIT UNTERSTÜTZUNG VOM



MINISTERIUM
FÜR EIN
LEBENSWEITES
ÖSTERREICH



Büro für
nachhaltige
Kompetenz

Impressum

Boden[wissen] **Unterrichtsmaterialien für die Sekundarstufe I**



Büro für nachhaltige Kompetenz B-NK GmbH

Medieninhaberin, Herausgeberin und Sitz der Redaktion:

Büro für nachhaltige Kompetenz B-NK GmbH

Schönbrunner Straße 59–61/26, 1050 Wien

Tel.: +43 1 9908996

E-Mail: office@b-nk.at

Website: <http://www.b-nk.at>

Autorinnen und Autor:

Bente Knoll, Natalie Beißmann, Ralf Dopheide, Bernadette Fitz, Sophie Völsgen

Bildrechte: Büro für nachhaltige Kompetenz B-NK GmbH, Dipl.-Ing. Ralf Dopheide e.U. (Fotos) und

Dieter Schütz/pixelio.de (Fotos);

grafische Elemente (Designed by Freepik)

Lektorat: Korrektor

Grafik und Layout: Büro für nachhaltige Kompetenz B-NK GmbH

ISBN-Nummer: 978-3-9504265-0-2

Wien, April 2016

1. Auflage

Zitiervorschlag: Knoll, Bente; Dopheide, Ralf; Beißmann, Natalie; Fitz, Bernadette; Völsgen, Sophie (2016): Boden[wissen]. Unterrichtsmaterialien für die Sekundarstufe I. Hg. v. Büro für nachhaltige Kompetenz B-NK GmbH. Wien. Online verfügbar unter <http://bodenwissen.at/unterrichtsmaterialien.pdf>.

Die Erstellung dieser Broschüre wurde durch den Bildungsförderungsfonds gefördert.



Dieses Werk steht unter der Creative-Commons-Lizenz Namensnennung (B-NK GmbH) – Weitergabe unter gleichen Bedingungen.

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr. Eine Haftung der Autorinnen und des Autors sowie der Herausgeberin ist ausgeschlossen.

Inhalt

Einführung

THEMA 1	Was ist Boden? Versuch 1.1 Boden ist nicht gleich Boden Versuch 1.2 Wie Erde entsteht	8
THEMA 2	Der Boden und seine Funktionen Versuch 2.1 Kartierung Versuch 2.2 Flächenwidmungsplan und Bebauungsplan	12
THEMA 3	Leben in der Unterwelt – Bodenorganismen beobachten, erforschen und bestimmen Versuch 3.1 Mikroskopieren <i>Arbeitsblatt „Bodenleben“</i> <i>Arbeitsblatt „Bestimmungsschlüssel“</i>	18
THEMA 4	Der Regenwurm Versuch 4.1 Der Regenwurm und seine Sinne <i>Teilversuch „Lichteinfluss hell/dunkel“</i> <i>Teilversuch „Einfluss von Flüssigkeit“</i> <i>Teilversuch „Geruchstest Können Regenwürmer riechen und schmecken?“</i> <i>Teilversuch „Wie kriecht der Regenwurm?“</i> Versuch 4.2 Regenwurmwanderglas	23
THEMA 5	Bodenarten Versuch 5.1 Bodenuntersuchung Versuch 5.2 Bodenhorizonte	28
THEMA 6	Was ist Humus? Was ist Stadtboden? Versuch 6.1 Bodenlabor – Aufschlammprobe Versuch 6.2 Bodenlabor – Glühverlust	32
THEMA 7	Gefahren für den Boden Versuch 7.1 Bodenerosion	38
THEMA 8	Böden und Klima Versuch 8.1 Meine Ernährung und der Klimaschutz Versuch 8.2 Bodenklima – Messen der Bodentemperatur	42

THEMA
9

Kein Land in Sicht: Land Grabbing	46
Versuch 9.1 Rollenspiel	
Versuch 9.2 Land Grabbing: Erfahrungsberichte	
<i>Arbeitsblatt „Land Grabbing – Erfahrungsberichte“</i>	

THEMA
10

Blumenerde ohne Torf! Einkaufen oder ganz einfach selbst herstellen	52
Versuch 10.1 Blumenerde selbst herstellen	

THEMA
11

Bodenpflege und Humusaufbau	56
Versuch 11.1 Bodenpflege im Schulgarten	
<i>Arbeitsblatt „Bodenqualität“</i>	
Versuch 11.2 Pflanzetiketten selbst basteln	

THEMA
12

Garten- und Bewirtschaftungspraxis im Schulgarten	62
Versuch 12.1 Jungpflanzen heranziehen	
Versuch 12.2 Vierfelderwirtschaft im Schulgarten	
Versuch 12.3 Hochbeet-Bau	
Versuch 12.4 Werkzeugschürze nähen	
<i>Arbeitsblatt „Werkzeugschürze nähen“</i>	

Glossar	74
----------------------	-----------

Materialliste	82
----------------------------	-----------

Verwendete Quellen	97
---------------------------------	-----------

Boden[wissen]

Mit der vorliegenden Broschüre „Boden[wissen]. Unterrichtsmaterialien für die Sekundarstufe I“ soll Schülerinnen und Schülern das Thema Boden praxisnah und spannend nähergebracht werden. Die Broschüre richtet sich an Lehrkräfte aus den Bereichen Biologie, Geografie, Chemie, textiles und technisches Werken, bildnerische Erziehung, aber auch an jene Lehrkräfte, die mit der politischen Bildung, der Bildung für nachhaltige Entwicklung und der Berufsorientierung befasst sind.

Das Thema wird in **zwölf Kapiteln** mit insgesamt **23 praktischen Versuchen** erkundet. Die Unterrichtsmaterialien sind inhaltlich breit gefächert. Den Schülerinnen und Schülern soll vermittelt werden, wie sich der Boden zusammensetzt, welchen **Gefahren** der Boden ausgesetzt ist, welche **Funktionen** der Boden übernimmt und welche **Bodenarten** und **Bodentypen** es gibt. Auf die im Boden **lebenden Organismen**, insbesondere auf den **Regenwurm**, wird ebenfalls eingegangen. Des Weiteren beschäftigt sich die Broschüre mit den Themenbereichen **Humus**, **Bodenpflege** und **Humusaufbau**. Auch auf das aktuelle Thema **„Land Grabbing“** wird eingegangen. Darüber hinaus wird erläutert, wie Blumenerde selbst hergestellt werden kann und auf welche Kriterien man beim Kauf von Blumenerde achten sollte. Ebenso beschäftigt sich die Broschüre damit, welche Relevanz das **Klima** auf unsere Böden hat. Die Garten- und Bewirtschaftungspraxis im Schulgarten wird den Schülerinnen und Schülern mithilfe von praktischen Versuchen wie dem Bau eines Hochbeets nähergebracht.

Jedes Thema besteht aus einem „**Thementeil**“ und einem „**Versuchsteil**“. Im Thementeil finden sich **Hintergrundinformationen**, sogenannte „Aha!“-Fragen, die im Unterricht eingebaut werden können, weiterführende Informationen und gegebenenfalls Hinweise darauf, dass das Thema an anderer Stelle vertiefend behandelt wird. Am Ende jedes Thementeils sind Fragen und Anregungen, wie das Thema im Unterricht (auch fächerübergreifend) bearbeitet werden kann, zu finden. Im Versuchsteil gibt es pro Thema bis zu vier **praktische Anleitungen**, die im Unterricht umgesetzt werden können. Die Anleitungen inkludieren organisatorische Hinweise und Angaben zu den fachlichen Zielen, die mit dem Versuch verfolgt werden. Der Versuchsablauf wird Schritt für Schritt erklärt. Zu manchen Versuchen gibt es zusätzliche **Arbeitsblätter** für die Schülerinnen und Schüler. Als besonderen Service befinden sich im Anhang der Broschüre ein **umfangreiches Glossar** (die Begriffe des Glossars sind im Text mit eine * gekennzeichnet) und **detaillierte Listen mit den für die Versuche erforderlichen Utensilien**.

Die Broschüre „Boden[wissen]“ gibt einen umfassenden Überblick über das komplexe und breit gefächerte Themenfeld Boden und soll die Lehrkräfte zum interdisziplinären Lernen mit ihren Schülerinnen und Schülern anregen.

Wir wünschen Ihnen viel Spaß und Freude bei der praktischen Umsetzung im Unterricht!

Bente Knoll für das Team der Autorinnen und Autoren

Was ist **Boden**?

Mit dem Begriff **Boden** wird die belebte äußere Schicht unserer Erdkruste bezeichnet. Er ist ein wichtiger Teil unserer Umwelt und die Grundlage für das Leben auf der Erde. Der Boden als Verwitterungsschicht der äußeren Erdkruste ist oft nur wenige Zentimeter dick und dennoch ein hochkomplexes, lebendiges System. Der Boden bildet die Lebensgrundlage für die meisten Pflanzen, Tiere und auch für den Menschen. Er besteht aus mineralischen Bestandteilen (Ton, Schluff und Sand), Pflanzenwurzeln, totem organischen Material, Bodenlebewesen*, Bodenluft und Bodenwasser.

Wie entstehen Böden?

Böden entwickeln sich sehr langsam. Das Ausgangsmaterial der Bodenbildung war das Gestein an der Erdoberfläche, das sich dann erst im Laufe der Zeit durch Verwitterung* und Humusbildung zum Boden, wie es ihn heute gibt, entwickelte. Der Prozess, bis sich ein Boden bildet, wie wir ihn heute vorfinden, nimmt etwa 10.000 Jahre in Anspruch. In dieser Zeit kann er mehrere Meter wachsen oder nur ein paar Zentimeter. Dies ist abhängig vom Gesteinstyp, vom Relief, vom Klima und auch vom Menschen.

Durch Verwitterung* entstehen Felsspalten. In diesen sammeln sich durch Wind und Wasser herangetragene Bodenteilchen. Auch Pionierpflanzen* siedeln sich an. Minerale, welche den Pflanzen als Nährstoffe dienen, werden freigesetzt. Auf dem verwitterten Gestein sammeln sich Pflanzenreste an. Durch die Arbeit von Pflanzenwurzeln, Bodentieren und Mikroorganismen zerfällt das Gestein, es bildet sich eine Humusschicht und immer mehr Pflanzen siedeln sich an. Mit der Zeit bilden sich die Bodenhorizonte*. Je nach Ausgangsgestein und Einflüssen entstehen unterschiedliche Bodentypen*, wie beispielsweise Braunerde.



Tipp

Erstellen Sie gemeinsam mit den Schülerinnen und Schülern zu folgenden Fragen eine Mindmap zum Thema Boden. Was verstehen die SchülerInnen unter „Boden“? Welche Bilder/Themen haben sie zu „Boden“ im Kopf?



Aha!

Bilden sich Böden sowohl von oben als auch von unten?

Ja, Böden bilden sich sowohl von oben als auch von unten. Die Bodenbildung erfolgt von oben durch Zersetzung und Verrottung von Pflanzenresten und von unten durch die Verwitterung* des Ausgangsgesteins.

Welche Spezialisten können direkt auf Gestein wachsen?

Flechten* sind besondere Lebewesen, da sie eine Mischform aus Pilzen (keine Pflanzen!) und Algen (kleinste Form von Pflanzen) oder aus Pilzen und Cyanobakterien (keine Pflanzen!) darstellen. Cyanobakterien und Algen können Fotosynthese betreiben und damit ihre Energie aus Sonnenlicht gewinnen. Den Flechten* genügen Mineralien aus herangewehtem Staub und Nährstoffe, die der Regen mit sich bringt, um ihren Lebensbedarf zu decken. Deshalb können sie auf allen möglichen Untergründen, wie Felsen, Mauern, Boden, Holz usw., leben. Sie brauchen solche Sonderstandorte, da sie sehr langsam wachsen und ansonsten von anderen Pflanzen überwuchert werden würden.

Auch einige **Moosarten** wachsen auf Steinen. Sie nehmen ihre Nährstoffe, genau wie die Flechten*, aus der Luft auf.



Hinweis

Informationen zu Bodentieren finden Sie auch unter Thema 3 „*Leben in der Unterwelt – Bodenorganismen beobachten, erforschen, bestimmen*“ und Thema 4 „*Der Regenwurm*“. Vertiefendes zu den Bodeneigenschaften finden Sie unter Thema 5 „*Bodenarten*“.

Was ist Boden?



Tipp

Der Apfel als „Erde“

Mit dieser einfachen Demonstration geben Sie den Schülerinnen und Schülern eine Vorstellung davon, wie groß der Anteil des (fruchtbaren) Bodens am Gesamtvolumen der Erde ist.

Schneiden Sie einen Apfel in zwei Hälften. Zeigen Sie Ihren Schülerinnen und Schülern den Apfel und stellen Sie einen Vergleich zwischen dem Apfel und der Erde her: „Stellt euch vor, dass dieser Apfel die Erde ist. Das Kerngehäuse entspricht dem glühenden, festen Eisenkern. Der Eisenkern ist von einer Schicht aus geschmolzenem Eisen umgeben. Der Rest des Fruchtfleisches ist der Erdmantel, der aus heißem, biegsamem Gestein besteht. Die Apfelschale ist die Erdkruste aus festem Gestein. Und was ist jetzt mit der fruchtbaren Erde? Die etwa 30 cm dicke fruchtbare Erdschicht können wir auf dem Apfel gar nicht mehr wahrnehmen. Ihr könnt euch vorstellen, dass diese Erdschicht so dünn wie ein Lufthauch auf der Apfelschale ist.“



Aha!

Wieso haben Böden unterschiedliche Farben?

Unterschiedliche organische Substanzen verleihen dem Boden – abhängig von Gehalt und Zersetzungsgrad – schwarze, braunschwarze und graue Farbtöne. Oxidierte Eisenverbindungen geben dem Boden „rostige“ Farben, wie Braun, Rot, Orange. Oxidierte Manganverbindungen färben den Boden schwarzbraun und braunschwarz. Oxidative* Böden sind gut belüftet und haben ein ausgewogenes Nährstoffverhältnis. Reduzierte Eisen-Verbindungen verursachen grünliche, gelbliche, bläuliche und graue bis schwarze Farbtöne. Reduzierende Böden entstehen durch sauerstoffarmes Wasser oder überreiche Versorgung mit Nährstoffen, manchmal nimmt man sogar Schwefelgeruch wahr.

Wie „dick“ ist der Boden in Österreich durchschnittlich?

Der Boden in Österreich ist durchschnittlich weniger als einen Meter dick.



Weiterführende Informationen

Informationen, Anregungen für die Schule, um über Bodenschutz zu diskutieren, und vieles mehr finden Sie unter <http://www.bodenwelten.de/>.

Eine Sammlung von Filmen zum Thema Boden finden Sie unter http://www.bodeninfo.net/index.php?article_id=114.



Möglichkeiten, das Thema auch fächerübergreifend zu vertiefen

Als Vertiefung können Sie mit den Schülerinnen und Schülern folgende Fragen bearbeiten:

- Welche Rolle spielt der Boden in unserem Leben?
- Wäre ein Leben ohne Boden möglich?
- Wie können Böden gewonnen werden?
- Welche Stellen auf dem Schulhof/am Schulgebäude oder in der Umgebung weisen Verwitterung* auf?
- Gibt es an den Verwitterungsstellen Flechten*, Moose oder höhere Pflanzen und Humusbildung?
- Was sind Bodenkrümel? Wie kann die Bildung von Bodenkrümeln gefördert werden?

Kein Dreck! Diskutieren Sie mit den Schülerinnen und Schülern im Englischunterricht über das Thema „soil“ und dessen Bedeutung.

Boden ist nicht gleich Boden

Die SchülerInnen machen sich mit dem Boden vertraut. Mithilfe der „Spatenprobe“ entnehmen sie Bodenproben von unterschiedlichen Standorten auf dem Schulgelände und vergleichen diese miteinander. Die SchülerInnen erfahren, wie unterschiedlich Böden sein können, und lernen, wie sie anhand optischer Merkmale Rückschlüsse auf Bodencharakteristika ziehen können.

Unterrichtsfächer: Geografie und Wirtschaftskunde, Biologie und Umweltkunde

Benötigte Materialien: Spaten, Lineal oder Maßband, Digitalkamera oder Smartphone

Erforderliche Räumlichkeiten/Ausstattung der Räume: Schulgarten bzw. Schulfreiraum

Ideal für: Kleingruppen

Zeitbedarf: ca. eine Unterrichtseinheit



Ziele

- Kennenlernen der Methode „Spatenprobe“
 - Erforschen der unterschiedlichen Böden im Schulgarten und in der Schulumgebung
 - Optische Bestimmung von Bodenstruktur und -aktivität
2. Um den Bodenziegel mit dem Spaten gut herauslösen zu können, wird auf einer Längsseite bis zur vollen Länge des Spatenblattes ein kleines Loch gegraben.
 3. Dann werden die schmalen Seiten des Probestücks keilförmig mit Spatenstichen freigelegt.
 4. Der Erdziegel kann nun rückseitig abgestochen und die Probe vorsichtig ausgehoben werden.
 5. Besprechen Sie mit den Schülerinnen und Schülern folgenden Fragen:
 - Welche Farbe hat der Boden?
 - Sind Bodenlebewesen* zu sehen? Sind Regenwurmgänge erkennbar?
 - Ist der Boden durchwurzelt? Welche Form haben vorsichtig freigelegte Wurzeln? Sind sie gerade, verkrümmt oder verzweigt?
 - Hat der Boden eine Kruste?
 - Sind die Bruchkanten im Oberboden* eher rund oder kantig?
 - Ist der Boden trocken oder feucht?
 - Welche Struktur weist der Boden auf? Wie ist das Verhältnis von Steinen, Tieren und Wurzeln etc. in den Bodenziegeln?
 6. An jedem Standort führen mehrere SchülerInnen Protokoll und machen Fotos.
 7. Die SchülerInnen versuchen, anhand der optischen Merkmale der Bodenprobe bzw. des Erdziegels Rückschlüsse auf die Charakteristika des Bodens zu ziehen, und vergleichen die Bodenproben miteinander.
 - Sind Unterschiede zwischen den Bodenproben erkennbar?
 - Was könnten die Gründe dafür sein?

Vorbereitung

Suchen Sie im Vorfeld auf dem Schulgelände und/oder in der Schulumgebung mindestens drei unterschiedliche Standorte aus, an denen die Spatenprobe durchgeführt werden kann.

Geeignet sind beispielsweise Rasenflächen, Ackerböden mit Kulturpflanzen, nicht bewachsene Böden (z. B. Trampelpfade) und Stellen, an denen runde Bodenkrümel und Regenwurmlöcher an der Bodenoberfläche erkennbar sind.

Arbeitsschritte im Unterricht

1. Wählen Sie an jedem Standort hinsichtlich Bewuchs und Oberfläche eine repräsentative Stelle aus, an der die Bodenprobe entnommen wird. Die Bodenprobe, auch Bodenziegel genannt, sollte die Form eines keilförmig abgeflachten Würfels mit den Maßen 30 x 30 x 30 cm aufweisen. Mithilfe des Maßbandes oder Lineals kann die Größe besser ermittelt werden.



Tipp

Achten Sie bei bewachsenen Oberflächen, wie beispielsweise einer Wiesenfläche, darauf, dass es sich um eine gut bewachsene und damit auch durchwuzelte Stelle handelt, an der die Bodenprobe entnommen wird. Bei krautigem Bewuchs und/oder Gräsern heben Sie möglichst auch die Pflanzen mit dem Bodenziegel aus, um auch das Wurzelwachstum betrachten zu können.

Wie Erde entsteht

Die Natur kennt keine Abfälle. Mit diesem Versuch lernen die Schülerinnen und Schüler organische Abfälle als wertvolle Rohstoffe und grundlegende Prinzipien der Kreislaufwirtschaft kennen. Pflanzliche Reste liefern die Nahrung für Bodenorganismen, die einen wertvollen Beitrag für lebendige, nährstoffreiche Böden leisten.

Unterrichtsfächer: Biologie und Umweltkunde, Geografie und Wirtschaftskunde

Benötigte Materialien: Holzkiste, Küchenabfälle von frischem Obst und Gemüse, Ernterückstände, Rasenschnitt, Grünschnitt aus dem Garten, Wildkräuter („Unkraut“), etwas reifer Kompost*, kleine Schaufel

Erforderliche Räumlichkeiten/Ausstattung der Räume: Schulgarten bzw. Schulfreiraum

Ideal für: Kleingruppen

Zeitbedarf: ca. eine Unterrichtseinheit



Ziele

- Kennenlernen geeigneter organischer Abfälle zum Kompostieren
 - Optische Bestimmung des Reifegrades eines Kompostes*
 - Erforschen der Grundzüge der Kreislaufwirtschaft
3. Zwischen den dünnen Schichten mit unterschiedlichen pflanzlichen Abfällen wird zur „Beimpfung“ immer wieder etwas reifer Kompost* eingefügt.
 4. Ist die Holzkiste fertig befüllt, verbleibt sie für vier bis fünf Wochen an diesem Ort.
 5. Nach etwa vier Wochen wird von den Schülerinnen und Schülern die Befüllung der Holzkiste untersucht.
 6. Besprechen Sie mit den Schülerinnen und Schülern die Beobachtungen entlang folgender Fragen:
 - Welche Beobachtungen können gemacht werden?
 - Wie ist es zu dieser „Vererdung“ gekommen?
 - Sind Bodenlebewesen* zu erkennen?
 - Welche Bodentiere könnten an der Zersetzung der pflanzlichen Reste beteiligt gewesen sein?
 - Sind die Pflanzenreste schon zur Gänze vererdet?
 - Wie lange braucht es noch, bis ein fertiger Kompost* entsteht?
 - Welcher Kompost* hat mehr Nährstoffe: ein junger, frischer oder ein alter, ausgereifter Kompost*?
 - Wozu kann ein ausgereifter Kompost* dann verwendet werden?
 - Was gehört alles zur natürlichen Kreislaufwirtschaft?
 - Wie läuft die Kreislaufwirtschaft ab?

Vorbereitung

Erkunden Sie im Vorfeld einen geeigneten Standort auf dem Schulgelände, an dem die Holzkiste für etwa vier bis fünf Wochen aufgestellt werden kann. Der Standort sollte halbschattig und windgeschützt sein. Feuchtwarme Bedingungen fördern die Bodenorganismen in ihren Aktivitäten. Die SchülerInnen werden aufgefordert, geeignetes organisches Material von daheim – aus Küche oder Garten – mitzubringen. Um zu vermeiden, dass die pflanzlichen Materialien insgesamt zu nass-feucht sind, sollten Rasenschnitt und „Unkräuter“ vorher auf einer Fläche ausgebreitet und in der Sonne angetrocknet werden.

Arbeitsschritte im Unterricht

1. Wählen Sie einen geeigneten Ort auf dem Schulgelände als Standort für die Holzkiste in halbschattiger, geschützter Lage aus.
2. In der Holzkiste werden die verschiedenen Küchenabfälle, Ernterückstände, Grünschnitt u. v. m. lagenweise in dünnen Schichten eingebracht.



Tipp

Zitrusfrüchte und Bananenschalen sollten nicht verwendet werden, da sie oft mit Pflanzenschutzmitteln behandelt werden.

Der **Boden** und seine **Funktionen**

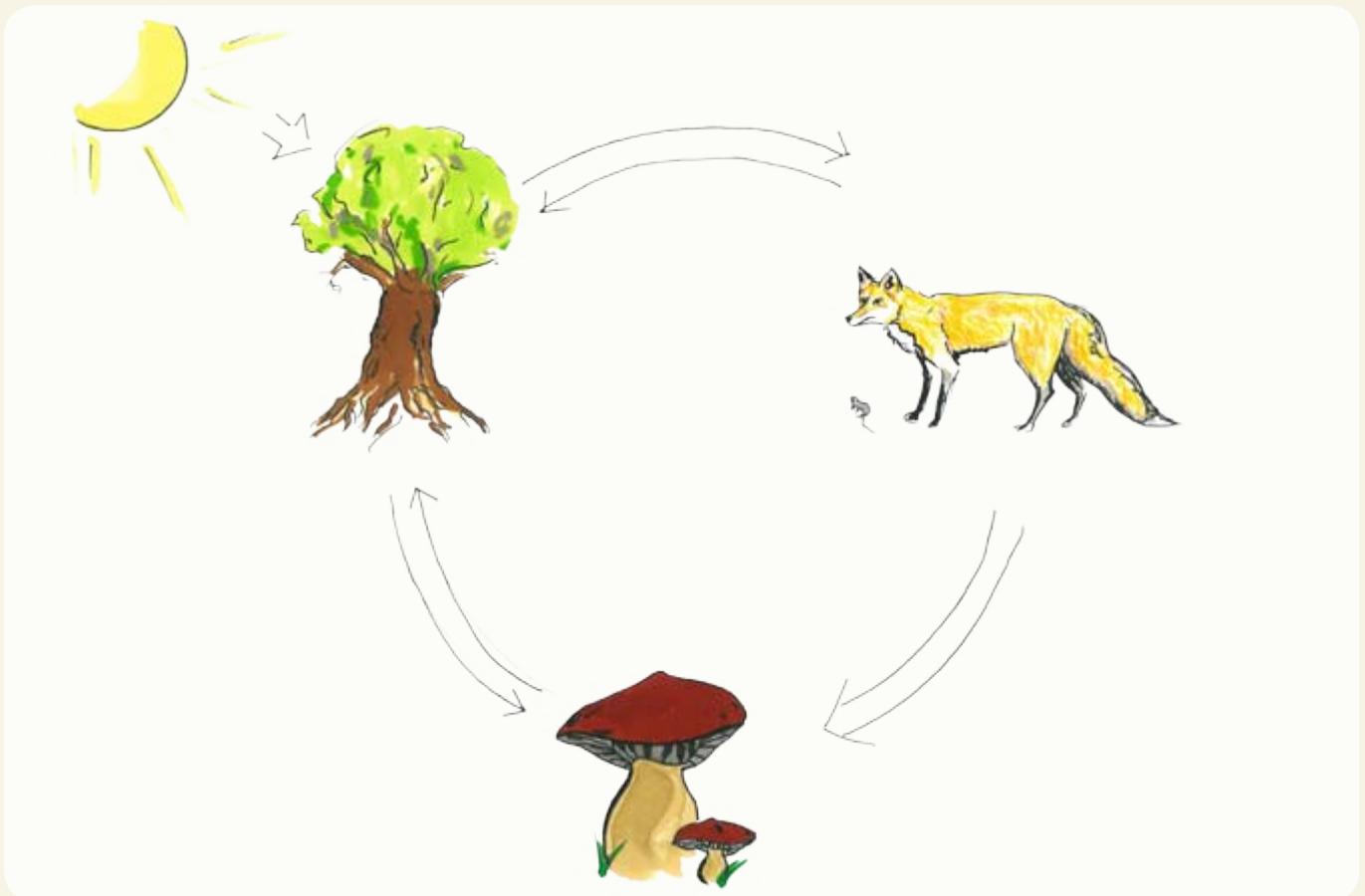
Der Boden ist eine der wichtigsten Lebensgrundlagen für Menschen, Tiere und Pflanzen. Ohne Boden könnte das Leben auf der Erde, so wie wir es kennen, nicht existieren. Der Boden hat verschiedenste Funktionen, wie beispielsweise eine Lebensraum- und Standortfunktionen, Regelungsfunktionen im Energie-, Wasser- und Stoffhaushalt, eine Filter-, eine Produktions- und eine Nutzungsfunktion für die Versorgung der Gesellschaft und eine Träger-, eine Lagerstätten-, eine Informations- und eine Kulturfunktionen.

Lebensraumfunktion

Der Boden ist Lebensraum und Ökosystem. Im und auf dem Boden lebt eine Vielzahl von Tieren, Pflanzen, Organismen und natürlich auch der Mensch. Verschiedene Bodentypen* bieten auf der einen Seite die Grundlage für die Entstehung unterschiedlicher Lebensräume, auf der anderen Seite ist der Boden selbst ein Lebensraum. Verschiedenste Bodenorganismen können organische Schadstoffe abbauen oder den Boden lockern. Aber vor allem

bilden sie in ihrer Gesamtheit einen essenziellen Teil des Bodens, der uns als Lebensgrundlage zur Verfügung steht.

Der Boden speichert Nährstoffe, wie Phosphor oder Stickstoff, oder wandelt diese in andere Nährstoffe um, welche Pflanzen, Tiere und Bodenorganismen zum Leben benötigen. Der Mensch wiederum ernährt sich von Pflanzen und Tieren. Folglich ist der Boden die Grundlage für die Ernährung des Menschen.



Nährstoffkreislauf auf der Erde

Der Boden und seine Funktionen

Regelungsfunktion im Naturhaushalt

Der Boden spielt eine wesentliche Rolle im Wasserkreislauf. Bei Niederschlag speichert er das Wasser, sodass weniger Wasser in die sogenannten Oberflächengewässer (Seen, Flüsse, Meere) zugeführt wird und die Hochwassergefahr, vor allem nach heftigen Regenfällen, reduziert wird. Ein Teil des Wassers sickert in den Boden und wird zu Grundwasser (Grundwasserneubildung). Ein anderer Teil wird an Pflanzen abgegeben und gelangt durch Verdunstung in die Atmosphäre.

Filter- und Pufferfunktion

Böden können Schadstoffe mechanisch zurückhalten (filtrieren) oder chemisch binden (puffern). Je nach Bodeneigenschaften kann der Boden unterschiedlich viele Schadstoffe filtern und puffern. Der Rückhalt der Schadstoffe schützt einerseits die Qualität des Grundwassers. Andererseits ist die Pufferkapazität begrenzt und es können nicht unendlich viele Schadstoffe eingelagert oder gebunden werden. Dann können im Boden gespeicherte Schadstoffe, wenn sie zum Beispiel in die Nahrung gelangen, negative Auswirkungen auf die Gesundheit des Menschen haben. Im Boden ist auch Kohlenstoff (CO_2) gebunden. Der gebundene Kohlenstoff hilft, den vom Menschen mitverursachten Treibhauseffekt* zu begrenzen. Besonders Moore* speichern große Mengen CO_2 .



Hinweis

Mehr Informationen zu diesem Thema erhalten Sie unter Thema 8 „Böden und Klimarelevanz“.

Archivfunktion

An Böden lassen sich auch die früheren Nutzungen und die Klimaentwicklung eines Ortes ablesen.

- **Kulturgeschichte:** Böden vergessen selbst Nutzungen, die über 1.000 Jahre zurückliegen, nicht. So zeichnet sich beispielsweise im niederösterreichischen Weinviertel der Verlauf der Römerstraße „Via Claudia Augusta“ trotz heutiger landwirtschaftlicher Nutzung in den Luftaufnahmen noch deutlich ab. Auch Spuren alter Siedlungen bieten einem aufmerksamen Auge viele Informationen über die Vergangenheit.

- **Naturgeschichte:** Böden sind Zeugen der Klimaentwicklung. So entstanden die roten Laterit-Böden unter tropischen Klimabedingungen. Dass sie in unseren Breiten vorkommen, lässt auf die tropischen Bedingungen schließen, die hier vor ca. 15 Millionen Jahren herrschten.

Auch über Lebewesen aus längst vergangenen Zeiten können Böden Auskunft geben. **Fossilien***, also die als Abdrücke, Versteinerungen o. Ä. erhaltenen Überreste von „vorzeitlichen“ Tieren und Pflanzen, können unter besonderen Bedingungen mehrere Tausend Jahre (sogar Millionen von Jahren) konserviert werden. Wenn Lebewesen unter besonderen Bedingungen starben, sind sie bis heute in Gesteinen erhalten: Wenn sie schnell und luftdicht von Schlamm oder Sand begraben wurden und nicht von Aasfressern oder durch Verwesung zerstört wurden, konnten sie sich in der Sand- bzw. Schlammsschicht verfestigen und im Laufe von Jahrtausenden unter großem Druck zu Sedimentgestein werden. Durch die Zersetzung der organischen Masse wird ein Gehäuse oder Skelett porös und saugt Minerallösungen aus dem Gestein auf. Dadurch findet eine Umwandlung des Organismusrestes in ein Mineral statt. So entstehen auch Bernstein, Kohle, Torf*, Erdgas und Erdöl. Sie alle sind Abbauprodukte toter Pflanzen und Tiere.



Der **Boden** und seine **Funktionen**

Nutzungsfunktion für den Menschen

Der Boden bietet dem Menschen die Grundlage zur Nahrungsgewinnung – direkt durch den Anbau von Gemüse, Obst, Getreide etc. und indirekt durch den Anbau von Futtermitteln zur Fleisch- und Milchproduktion. Die landwirtschaftliche Nutzung der Böden hat sich in den letzten Jahrzehnten durch die Industrialisierung der Landwirtschaft und durch die steigenden Bevölkerungszahlen stark intensiviert. Die Folgen sind überlastete Böden, die durch Nährstoffentzug und durch den Eintrag von Dünge- und Schädlingsbekämpfungsmitteln geschädigt sind. Besonders chemische Mittel stören die Bodenorganismen, die für einen gesunden, ertragreichen Boden vonnöten sind.

Der Mensch nutzt den Boden zur Rohstoffgewinnung. Fast alles, was wir in die Hand nehmen können, stammt direkt oder indirekt aus dem Boden. Das Holz für unsere Möbel ist im Waldboden gewachsen, der Kunststoff unseres Kugelschreibers wurde aus Erdöl gewonnen, der Stoff unserer Kleidung stammt von einem Schaf, das auf einer Wiese geweidet hat, oder von einer Baumwollpflanze, die auf Böden in Asien gewachsen ist, und so weiter. Außerdem ist der Boden der Standort von Häusern, Fabriken, Hotels, Freizeiteinrichtungen, Verkehrswegen, Straßen etc.



Der Boden und seine Funktionen



Tipp

Gehen Sie mit den Schülerinnen und Schülern das Gelände ab und diskutieren Sie die Kartierungen* vor Ort.

Geben Sie den Schülerinnen und Schülern die Hausaufgabe, eine Kartierung* in ihrem Wohnumfeld durchzuführen. Die Ergebnisse der Kartierungen* werden in der nächsten Unterrichtseinheit mit den Ergebnissen der Kartierung* des Schulgeländes verglichen.

Folgende Fragen können besprochen werden:

- Gibt es Funktionen, die nur auf dem Schulgelände vorkommen, zu Hause aber nicht?
- Welche Funktionen kommen in beiden Geländen vor?
- Beanspruchen die Funktionen im Schulgelände verhältnismäßig mehr oder weniger Platz als zu Hause?



Weiterführende Informationen

Interessantes zur Luftbildarchäologie finden Sie unter <http://www.archaeopro.de/archaeopro/LBA-1x.htm>.

Ein Beispiel einer Kartierung* der Schulumgebung als Anregung für eine eigene Kartierung* der Schulumgebung finden Sie unter http://www2.klett.de/sixcms/media.php/82/25313_012_013.pdf.

Einen grafisch sehr einfach dargestellten Kreislauf der Erde finden Sie unter <http://www.kindernetz.de/infonetz/tiereundnatur/elementerde/Erdkreislauf/-/id=131118/nid=131118/did=131084/a49rek/index.html>.

Spielerisch aufbereitete Informationen zum Thema Boden gibt es vom Schweizer Bundesamt für Umwelt. Im Bereich „Unterricht“ finden Sie Arbeitsblätter mit und ohne Lösung. Unter <http://bodenreise.ch/leporello/> können Sie ein Leporello bestellen, das ein sehr anschaulich gemaltes Bodenprofil zeigt und auch einige Übungen beinhaltet. Das Leporello steht auch als Download zur Verfügung.



Möglichkeiten, das Thema auch fächerübergreifend zu vertiefen

Lassen Sie die SchülerInnen Alternativen zu Asphalt- und Betonflächen im Schulfreiraum bzw. im Schulumfeld überlegen.

- Welche Bodenfunktionen spiegeln sich vorrangig im Schulfreiraum wider?
- Ist der Boden im Schulumfeld mit Natursteinen versehen oder mit Asphalt bzw. Beton versiegelt, mit Mulch bedeckt, mit Pflanzen bewachsen oder offen und/oder erosionsgefährdet?

Als Vertiefung können Sie mit den Schülerinnen und Schülern folgende Fragen bearbeiten:

- Welche Bodenfunktionen nutzt ihr in der Schule oder auch daheim? In der Freizeit?
- Welche Bodenfunktionen sind für die Landwirtschaft und damit für die Lebensmittelproduktion besonders wichtig?
- Welche Bodenfunktionen gibt es auch in einer Pflanzenkläranlage?
- Welche Böden werden abgebaut und warum?
- Welche Rolle spielt der Wasserkreislauf für den Menschen? Wie nutzt der Mensch das Grundwasser?
- Wäre es für den Menschen und für Tiere möglich, auf der Erde zu leben, wenn es keinen Boden gäbe?

Kartierung*

Die SchülerInnen dokumentieren die Flächen im Schulgarten und in der Schulumgebung. Sie diskutieren über die unterschiedlichen Funktionen, die der Boden in diesen Bereichen erfüllt, und darüber, welche Nutzungen hier stattfinden.

Unterrichtsfächer: Geografie und Wirtschaftskunde, Biologie und Umweltkunde, Geschichte und Sozialkunde, Politische Bildung

Benötigte Materialien: Klemmbretter, Stifte, vorgefertigte Karten des Schulgeländes

Erforderliche Räumlichkeiten/Ausstattung der Räume: Schulgarten bzw. Schulumfeld

Ideal für: Kleingruppen bzw. Zweiergruppen

Zeitbedarf: ca. zwei Unterrichtseinheiten



Ziele

- Verknüpfung des Themas Boden mit dem eigenen Schulfreiraum
- Dokumentation der unterschiedlichen Funktionen, die ein Boden erfüllen kann
- Kennenlernen von Kartierungsmethoden, wie diese in den Natur- und Planungswissenschaften häufig angewandt werden
- Welche Flächen erfüllen mehrere Funktionen auf einmal?
- Stimmen alle mit den eingetragenen Funktionen überein?
- Sind noch weitere Funktionen vorhanden?
- Warum wird Flächen eine bestimmte Widmung* zugeteilt?
- Gab es Unterschiede zwischen der „realen“ Nutzung und den Widmungen*?
- Welche Widmungen* würdet ihr den unterschiedlichen Flächen geben? Warum?

Vorbereitung

Bereiten Sie eine Karte des Schulgeländes vor. Sichten Sie das Schulgelände und überlegen Sie sich, welche Funktionen hier stattfinden (Spielfläche, Weg, Sitzbereich, Parkplatz, Fahrradabstellplatz, Trampelpfad etc.). Überlegen Sie sich mögliche Schraffuren oder Farbeinteilungen für die unterschiedlichen Funktionen bzw. Nutzungen und erstellen Sie ein Kartierungsbeispiel zur Veranschaulichung der Aufgabenstellung.

Ist das Schulgelände groß, unterteilen Sie es in kleinere Bereiche und machen Sie sich mit der Maßstabsrechnung vertraut.

Arbeitsschritte im Unterricht

1. Erklären Sie den Schülerinnen und Schülern anhand eines Kartierungsbeispiels die Aufgabe. Alle SchülerInnen/die Gruppen von Schülerinnen und Schüler erhalten eine Karte des Schulgeländes.
2. Die SchülerInnen überlegen sich, welche Funktionen die Flächen erfüllen, und schraffieren bzw. kolorieren diese Bereiche auf der Karte.
3. Die Aufnahmen werden nebeneinandergelegt. In der Gruppe wird besprochen, welche unterschiedlichen Funktionen der Boden auf dem Schulgelände erfüllt. Folgende Fragestellungen können besprochen werden:
 - Was sind die häufigsten Funktionen?
 - Welche Funktionen brauchen am meisten Platz?



Tipp

Klären Sie mit den Schülerinnen und Schülern ab, ob jede Kleingruppe die gesamte Fläche aufnehmen soll oder nur bestimmte Teilbereiche. Einigen Sie sich mit den Schülerinnen und Schülern auf bestimmte Farben. Als Alternative oder Ergänzung zum Kartierungsbeispiel können Sie einen Teilbereich des Geländes gemeinsam mit den Schülerinnen und Schülern aufnehmen.



Flächenwidmungsplan* und Bebauungsplan*

Die SchülerInnen lernen die Planungsinstrumente Flächenwidmungsplan* und Bebauungsplan* kennen und erfahren, welche Aufgaben diese erfüllen. Anhand eines konkreten Übungsbeispiels mit direktem Bezug zur Schulumgebung wird den Schülerinnen und Schülern die Bedeutung der Widmungen* nähergebracht.

Unterrichtsfächer: Geografie und Wirtschaftskunde, Geschichte und Sozialkunde, Politische Bildung

Benötigte Materialien: Ausschnitt aus dem Flächenwidmungs- und Bebauungsplan* der Gemeinde, des Bezirks oder des Stadtteils, Ausschnitt aus dem Flächenwidmungsplan* des Schulgeländes mit Umgebung

Erforderliche Räumlichkeiten/Ausstattung der Räume: Schulumfeld

Ideal für: Kleingruppen

Zeitbedarf: ca. zwei Unterrichtseinheiten



Ziele

- Verknüpfen des eigenen Schulfreiraums mit „abstrakten“ Planungsinstrumenten
 - Kennenlernen der Planungsinstrumente Flächenwidmungsplan* (Funktionen, Widmungen*) und Bebauungsplan* (Funktionen, Inhalte)
3. Reality-Check: Besprechen Sie die Vorstellungen und Überlegungen der SchülerInnen, erklären Sie unklare Begriffe und vergleichen Sie diese mit den „realen“ Bedeutungen der Widmungen*.
 - Wie viel Fläche ist noch zur weiteren Bebauung vorgesehen? Kennen die SchülerInnen diese Orte? Was könnte/sollte mit den noch nicht bebauten Orten passieren?
 - Vergleiche die Bedeutung der Widmung* mit der „realen“ Nutzung. Stimmen die Nutzungen überein? Gibt es Unterschiede oder gar Widersprüche?
 - Diskutieren Sie mit den Schülerinnen und Schülern Folgendes am Beispiel von konkreten Flächen, die alle persönlich kennen: Was passiert auf der – beispielsweise als Bauland, Mischgebiet, Gewerbegebiet – gewidmeten Fläche? Könnte bzw. sollte die Fläche anders gewidmet sein? Was sind jeweils die Vor- und Nachteile bzw. Auswirkungen?

Vorbereitung

Führen Sie die SchülerInnen in die Thematik der Flächenwidmung und die Instrumente der Raumplanung ein. Bereiten Sie Ausschnitte des Flächenwidmungs- und Bebauungsplanes* des Schulgeländes und der Gemeinde, des Bezirks oder des Stadtteils vor und machen Sie sich mit den Widmungen* vertraut, welche auf diesen Ausschnitten zu sehen sind.

Arbeitsschritte im Unterricht

1. Die Schülerinnen und Schüler studieren die Ausschnitte des Flächenwidmungs- und Bebauungsplans* der Gemeinde/des Bezirks/des Stadtteils und des Schulgeländes.
2. Begehen Sie mit den Schülerinnen und Schülern das Schulgelände und die Umgebung, auf das bzw. die sich der Flächenwidmungs- und Bebauungsplan* bezieht. Die SchülerInnen schreiben auf, was sie sich unter den Widmungen* vorstellen und welche Funktionen diese Bereiche erfüllen sollten.
 - Welche Widmung* kommt flächenmäßig am häufigsten vor? Wie wird der Boden in den verschiedenen Widmungen* genutzt?
 - Ist der Boden versiegelt oder offen? Welche Materialien werden zur Bodenversiegelung verwendet?



Tipp

Falls der Versuch 2.1 „Kartierung*“ gemacht wurde, kann zusätzlich die Kartierung* mit der Widmung* des Schulgeländes und den Vorstellungen hinsichtlich der Bedeutung der Widmungen* der SchülerInnen verglichen werden. Geben Sie den Schülerinnen und Schülern als Hausaufgabe, einen Ausschnitt des Flächenwidmungs- und Bebauungsplanes* ihrer Wohnumgebung zu beschreiben.

Leben in der Unterwelt – Bodenorganismen beobachten, erforschen und bestimmen

Der Begriff **Bodenlebewesen*** oder Edaphon* bezeichnet die Gesamtheit aller Bodenorganismen. Es wird zwischen pflanzlichen Bodenorganismen (Bodenflora) und tierischen Bodenorganismen (Bodenfauna) unterschieden. Bodenorganismen beeinflussen die Bodenbildung, indem sie Pflanzenreste, Kothäufchen und tote Tiere zu wertvollem Humus und Nährstoffen umbauen. Durch das Graben von Gängen wird der Boden durchmischt, gelockert und durchlüftet. Erst durch Bodenlebewesen* werden Nährstoffe im Boden freigesetzt und für Pflanzen verfügbar gemacht. Gute Lebensbedingungen für Bodenlebewesen* sind wesentliche Voraussetzungen für einen gesunden Boden.

Bodenfauna

Von den Bodenlebewesen* sind etwa 40 Prozent Bakterien, 35 bis 40 Prozent Pilze und Algen. Der Anteil der Bodentiere bzw. Bodenfauna liegt bei etwa 20 bis 25 Prozent. Anhand der Körperdurchmesser werden die Bodentiere in Mikro-, Meso- und Makrofauna eingeteilt.

Mikrofauna: Körperdurchmesser < 0,2 mm

Dazu gehören Einzeller und kleine Fadenwürmer. Hinsichtlich ihrer Anzahl sind sie die größte Vertretergruppe der Bodentiere. Sie siedeln sich vorwiegend in wassergefüllten Bodenporen* und Wasserfilmen von Bodenpartikeln* an.

Mesofauna: Körperdurchmesser 0,2 bis 2 mm

Dazu gehören Rädertiere, Fadenwürmer, Strudelwürmer, Milben, Springschwänze. Diese leben meist in luftgefüllten Bodenporen*.

Makrofauna: Körperdurchmesser 2 bis 20 mm

Dazu gehören Enchyträen*, Regenwürmer, Schnecken, Spinnen, Asseln, Tausendfüßer, Insekten und Insektenlarven verschiedener Ordnungen. Diese Bodentiere sind in der Lage, selbst Hohlräume zu graben. Daher sind sie maßgeblich an der Lockerung des Bodens beteiligt.

Der Boden hat für viele Tiere im Winter eine wichtige Bedeutung: Amphibien und Reptilien, aber auch Hummeln und Feldgrillen überwintern teilweise in Erdlöchern. Heuschrecken und andere Insekten legen ihre Eier im Boden ab.

Strukturprägende Funktion der Bodentiere

Bodentiere, insbesondere die Makrofauna, sind für die Umlagerung, Durchmischung und Lockerung des Bodens verantwortlich. Diese Vorgänge, auch „Bioturbation“* genannt, sorgen für eine gute

Durchlüftung des Bodens und ermöglichen, dass der Boden mehr Wasser speichern kann.

Streuabbau durch Bodentiere

Als Primärzersetzer*, welche die abgestorbenen organische Substanzen zerkleinern und teilweise vorverdauen, beschleunigen und fördern Bodentiere den mikrobiellen Abbau.

Bodentiere als Indikatoren*

Je nach Bodenart, Entwicklungstyp, Bodeneigenschaften und Standortbedingungen sind die Zusammensetzung der Arten an Bodenorganismen und deren Anzahl unterschiedlich. Bodentiere sind Zeigerorganismen für bestimmte Bodeneigenschaften. Aus der Zusammensetzung der Bodentierarten und deren Häufigkeit lassen sich Rückschlüsse auf die Bodenqualität ziehen.

- **Enchyträen*** sind Zeigerorganismen für Böden, die nicht mit Umweltchemikalien und Pflanzenschutzmitteln belastet sind.
- **Tausendfüßer-Arten** sind Zeigerorganismen für humusreiche, ausreichend mit Kalk und Kalium versorgte Böden, die durch Bodennutzung wenig gestört sind. Das Fehlen von Tausendfüßer-Arten weist auf einen Mangel an Phosphat oder einen hohen Stickstoffgehalt im Boden hin.
- **Springschwänze** weisen auf eine gute Nährhumusversorgung hin. Fehlen Springschwänze oder kommen sie nur in geringer Anzahl vor, weist dies auf eine Belastung des Bodens mit Herbiziden* hin.
- **Raubmilben** lassen auf eine vielfältige Lebensgemeinschaft von Bodentieren (Springschwänzen, Fadenwürmern, Milben etc.) schließen, von denen sie sich ernähren.

Leben in der Unterwelt – Bodenorganismen beobachten, erforschen und bestimmen

- **Hornmilben** sind Zeigerorganismen für einen lockeren, humus- und mineralreichen, fruchtbaren Boden.
- **Asseln und Schnakenlarven** bevorzugen feuchte bis nasse Böden.
- **Mückenlarven** sind Zeigerorganismen für saure* Böden.
- **Schnecken und Regenwürmer** sind Zeigerorganismen für kalkreiche, basische* Böden.
- **Pseudoskorpione** sind Indikatoren* für Böden mit einem hohen Anteil an Vegetationsrückständen.

Insgesamt betrachtet ist eine vielfältige und artenreiche Lebensgemeinschaft von Bodenorganismen ein Indikator* für humusreiche und fruchtbare Böden.

Bodentiere und ihre Ernährungsweisen

Über Stoffkreisläufe und Nahrungsnetze stehen alle Organismen eines Lebensraumes in einem unmittelbaren Lebenszusammenhang. Grundsätzlich werden zwei Ernährungstypen unterschieden: die autotrophen Organismen und die heterotrophen Organismen.

Autotrophe Organismen, wie Pflanzen, Algen, Flechten* und Cyanobakterien, gewinnen ihre Energie aus dem Sonnenlicht, z. B. mithilfe von Chlorophyll.

Heterotrophe Organismen, wie der Mensch, alle tierischen Organismen, Pilze, die meisten Bakterienarten, nicht grüne Pflanzen und Mikroorganismen, sind auf die Zufuhr organischer, d. h. pflanzlicher und tierischer Substanz angewiesen.

Bodentiere zählen zu den heterotrophen Organismen und können wie folgt gegliedert werden:

- Zoophage Organismen sind „Fleischfresser“ und ernähren sich von lebender tierischer Substanz.
- Phytophage Organismen ernähren sich von lebender pflanzlicher Substanz.
- Mycophage Organismen ernähren sich von Pilzen.
- Saprophage Organismen ernähren sich von abgestorbener organischer Substanz pflanzlichen oder tierischen Ursprungs.
- Nekrophage Organismen ernähren sich von abgestorbenen tierischen Bestandteilen.
- Koprophage Organismen ernähren sich von Kot.



Aha!

Wusstest du schon, dass ...

... eine Handvoll Erde mehr Lebewesen enthält als Menschen auf der Erde leben?

... unter einem Hektar Fläche 15 Tonnen Bodenlebewesen* leben? Das entspricht dem Gewicht von 20 Kühen.

... in den oberen Bodenschichten – das sind etwa 30 cm eines fruchtbaren Bodens – pro Quadratmeter eine Billion Bakterien lebt? Würde man sie aneinanderreihen, würde diese Kette 25-mal um die Erde reichen.

... 95 Prozent aller Insekten ein Entwicklungsstadium im Boden durchleben und dies lebensnotwendig für sie ist? So legt rund die Hälfte der ca. 670 Wildbienenarten in Österreich ihre Bruthöhle im Boden an.

... der Anteil der Bodenlebewesen* am organischen Gesamtgehalt eines Bodens etwa fünf bis sieben Prozent beträgt?



Möglichkeiten, das Thema auch fächerübergreifend zu vertiefen

Als Vertiefung können Sie mit den Schülerinnen und Schülern folgende Fragen bearbeiten:

- Warum ist eine hohe Artenvielfalt positiv für den Boden?
- Was sind die Folgen, wenn im Boden nur mehr wenige Arten leben?
- Welche typischen Vertreter der Pflanzen finden wir im Boden?

Mikroskopieren

SchülerInnen erforschen Bodentiere unter dem Binokular, erkunden die Bewegungsabläufe und ziehen Rückschlüsse auf die Lebensweisen von Bodentieren.

Unterrichtsfächer: Biologie und Umweltkunde

Benötigte Materialien: verschiedene frische Bodenproben, Petrischalen (entsprechend der Anzahl der Bodenproben), Holzstäbchen, Teelöffel, Binokular oder Lupen/Becherlupen, Arbeitsblatt „Bestimmungsschlüssel“, Arbeitsblatt „Bodenlebewesen“

Erforderliche Räumlichkeiten/Ausstattung der Räume: Labor, Tische, Steckdosen (für Binokular), Wasseranschluss

Ideal für: Kleingruppen

Zeitbedarf: ca. zwei Unterrichtseinheiten



Ziele

- SchülerInnen erforschen das Bodenleben im Detail, erfahren und verstehen so das Ökosystem Boden durch aktives, methodengeleitetes Erleben
- SchülerInnen erleben die Vielfalt der Bodenlebewesen*, lernen wesentliche Tierarten und Tiergruppen und deren Merkmale kennen
- Arbeiten mit einem Binokular
- Kennenlernen von Bodentieren und Bodenorganismen hinsichtlich Morphologie, Größe, Lebensweise, Besonderheiten

Vorbereitung

Entnehmen Sie dem Schulgarten oder dem Wald (bei einem Spaziergang) unterschiedliche Bodenproben und besorgen Sie frischen Kompost*.

Es sollte unter den Bodenproben auf jeden Fall Waldboden oder frischer Kompost* sein, um ausreichend Bodentiere finden zu können.

Arbeitsschritte im Unterricht

1. Zeigen Sie den Schülerinnen und Schülern anhand eines Beispiels, wie sie prinzipiell Bodentiere mithilfe des Bestimmungsschlüssels bestimmen können.
2. Die SchülerInnen geben einen Teelöffel der Bodenprobe in eine Petrischale und untersuchen diese unter dem Binokular bzw. dem Mikroskop. Mithilfe des Holzstäbchens werden die Bodenkümmel vorsichtig getrennt, um die Bodentiere freizulegen.
3. Anhand des Bestimmungsschlüssels können nun die SchülerInnen die Bodentiere aus der Bodenprobe bestimmen.
4. Die SchülerInnen dokumentieren, welche Bodentiere sie in welcher Bodenprobe gefunden haben. Anhand des Arbeitsblattes „Bodenlebewesen“ ziehen die SchülerInnen Rückschlüsse auf die Eigenschaften des Bodens.
5. Die SchülerInnen arbeiten und forschen zu folgenden Fragen:
 - Welche Rückschlüsse können anhand der gefundenen Bodentiere auf die Bodenqualität und die Standortbedingungen gezogen werden?
 - Wie sind die Lebensweisen der gefundenen Bodentiere, wie ernähren sie sich?
 - Welche Ernährungstypen unter den Bodentieren gibt es? An welchen Merkmalen (z. B. Mundwerkzeugen) ist dies erkennbar?
6. In der Großgruppe präsentieren die SchülerInnen, welche Bodentiere sie gefunden haben, und diskutieren ihre Rückschlüsse und Überlegungen, die sie aufgrund der gefundenen Bodentiere gezogen haben.
 - Gibt es Unterschiede zwischen den Bodenarten hinsichtlich der Vielfältigkeit des Bodenlebens?
 - Welche Gründe könnte es für diese Unterschiede geben?



Tipp

Verwenden die SchülerInnen bei diesem Versuch ein Binokular, zeigen Sie den Schülerinnen und Schülern, wie es bedient wird.



Tipp

Die Beleuchtung des Binokulars erzeugt Hitze, die den Bodentieren bei längeren Untersuchungen schadet. Bieten Sie den Tieren eine „Erholungsphase“ und schonen Sie sie, indem Sie sie anfeuchten oder auswechseln.

Arbeitsblatt „**Bodenlebewesen***“

Trage in die Tabelle die **Bezeichnung der Bodenproben**, die **unterschiedlichen Bodentiere** und die **Anzahl der Organismen**, die du in der entsprechenden Bodenprobe gefunden hast, ein.

Bodenprobe	Bodentierart	Anzahl
1		
2		
3		

Arbeitsblatt „Bestimmungsschlüssel“

Bodenlebewesen*	Bestimmungsmerkmale	Bodeneigenschaften
Tausendfüßer	<ul style="list-style-type: none"> • Körperlänge: 5 bis 30 cm (von der Art abhängig) • Zwei- bis dreistellige Anzahl an Beinpaaren • Antennenpaar am Kopfende • Länglicher, wurmartiger Körperbau • Stark pigmentiert (dunkelbraun) 	<ul style="list-style-type: none"> • Humusreich • Ausreichend Kalk und Kalium vorhanden • Wenig Bodennutzung • Fehlen/geringes Vorkommen (Hinweis auf Phosphatmangel)
Weberknecht	<ul style="list-style-type: none"> • Körperlänge: 1 bis 22 mm • Schwarz, mit oder ohne Fleckenzeichnung • 4 Beinpaare, langbeinig • Lebt am Boden, in der Streuschicht, auf Totholz • Versteckte Lebensweise 	<ul style="list-style-type: none"> • Humusreich • Tonhaltig • Wenig Bodennutzung • Kalkhaltig
Springschwänze	<ul style="list-style-type: none"> • Körperlänge: 0,2 bis 10 mm • Lang gestreckter, walzenförmiger Körperbau • Farbe: Grau oder Braun • Stark behaart 	<ul style="list-style-type: none"> • Viel Nährhumus vorhanden • Fehlen/geringes Vorkommen (Hinweis auf Einsatz von Herbiziden*)
Afterskorpione	<ul style="list-style-type: none"> • Körperlänge: 2 bis 7 mm • Scherenfinger • Skorpionartiger Körperbau 	<ul style="list-style-type: none"> • Wenig Bodennutzung • Hoher Anteil an Vegetationsrückständen (tote organische Substanzen wie Laub, abgestorbene Wurzeln etc.)
Raubmilben	<ul style="list-style-type: none"> • Körperlänge: 0,3 mm • Kompakter ovaler Körperbau • 4 Beinpaare 	Raubmilben kommen nur dort vor, wo es auch Nahrung für sie gibt! Hinweis auf eine vielfältige Lebensgemeinschaft mit Beutetieren (Springschwänzen, Fadenwürmern, Enchyträen* und Milben)
Enchyträen*	<ul style="list-style-type: none"> • Körperlänge: 5 bis 30 mm • Lang gestreckter Körper mit rundem Querschnitt • Gleichmäßige Körpersegmente • Kaum pigmentiert (weiß bis farblos) 	Fehlen/geringes Vorkommen ist ein Hinweis auf Belastungen des Bodens mit Umweltchemikalien und/oder Herbiziden* und Pestiziden*.
Asseln	<ul style="list-style-type: none"> • Körpergröße: 2 bis 20 mm • 7 Beinpaare • Körper ist vom Rücken zum Bauch abgeplattet 	<ul style="list-style-type: none"> • Hohe Feuchtigkeit
Hornmilben	<ul style="list-style-type: none"> • Körpergröße: kleiner als 1 mm • Gepanzerter Körper • Körper hat kugelartige Form • 4 Beinpaare 	<ul style="list-style-type: none"> • Fruchtbarer Boden • Humus- und mineralreich • Lockere Bodenstruktur

Der Regenwurm

Der Regenwurm gehört zu den bekanntesten Bodenlebewesen* und ist auf der ganzen Erde verbreitet. Weltweit gibt es ca. 3.000 Regenwurmart (Lumbriciden). In nahezu allen feuchten Ländern kommen sie überaus zahlreich vor. Bei intakten, landwirtschaftlich genutzten Böden setzen Regenwürmer das Zweihundertfache ihres Körpergewichtes im Jahr an Boden um und produzieren so wertvollen Regenwurmhumus.

Bedeutung für den Menschen

Regenwürmer sind maßgeblich an der Bodenbildung und Aufbereitung organischer Substanzen im Boden beteiligt. Während der Verdauung vermischen Regenwürmer Tonteilchen mit Humusteilchen zu einer fruchtbaren Mischung. Die Erde enthält, nachdem sie den Regenwurm (durch dessen Verdauungstrakt) passiert hat, ein Mehrfaches an Nährstoffen, wie Kalk, Magnesium und Stickstoff. Durch die Aktivitäten des Regenwurms werden die Nährstoffe auch für Pflanzen verfügbar gemacht. Außerdem bauen Regenwürmer, indem sie graben, riesige Gänge, die einerseits der Sauerstoffversorgung im Boden dienen und andererseits zahlreichen Bodenlebewesen* als Lebensraum zur Verfügung stehen. Somit sorgen Regenwürmer für Bodenfruchtbarkeit, sichern die landwirtschaftliche Produktion und folglich auch die Ernährung des Menschen.

Vorkommen

Je nachdem welcher Teil des Bodens besiedelt wird, lassen sich drei Gruppen von Regenwürmern unterscheiden.

- **Oberflächenwürmer** sind meist klein, haben eine dunkle Farbe und leben in nährstoffreichen Böden mit viel organischem Material. Ein Vertreter ist der Kompostwurm *Eisenia fetida*.
- **Oberbodenwürmer** leben in circa 20 cm Tiefe und kommen am häufigsten vor. Sie setzen viel Boden um und graben flache horizontale Gangsysteme.
- **Unterbodenwürmer** leben in dauerhaften Wohnröhren, die bis zu drei Meter tief sind, und suchen nur zur Nahrungssuche die oberen Bodenschichten auf.

Aufbau und Fortpflanzung

Regenwürmer gehören zur Gruppe der Ringelwürmer. Kennzeichnend ist, dass ihr Körper aus vielen, fast gleichartigen Segmenten aufgebaut ist. Regenwürmer sind Zwitter und produzieren sowohl Samen- als auch Eizellen. Die Samenzel-

len werden bei der Paarung ausgetauscht und in Samentaschen gespeichert. Danach geben beide Regenwürmer ihre Eizellen nach außen ab und befruchten sie. Die Eier werden dann in einen Kokon aus einem schleimigen Sekret gehüllt und in die Erde gelegt. Hier wachsen die jungen Regenwürmer heran, bis sie aus ihren Kokons schlüpfen.

Fortbewegung

Regenwürmer bewegen sich mithilfe eines Hautmuskelschlauchs, der aus Längs- und Ringmuskulatur besteht, und mithilfe von Borsten kriechend vorwärts. Die Borsten dienen der Verankerung, die Fortbewegung wird durch Muskelkontraktionen, die sich wellenförmig durch den Wurm fortsetzen, herbeigeführt. Bei Anspannung der Längsmuskulatur und gleichzeitiger Entspannung der Ringmuskulatur verdickt sich ein Teil des Regenwurms und wird somit verkürzt. Ist umgekehrt die Ringmuskulatur angespannt und die Längsmuskulatur entspannt, wird der Regenwurm länger.

Nahrung

Der Regenwurm ist ein Allesfresser. Er ernährt sich von Abfallprodukten der Natur und frisst sich durch das Erdreich. Die aufgenommene Nahrung wird vom Schlund in den Muskelmagen transportiert und dort mithilfe von Staubkörnern und starken Muskeln zerrieben. Drüsen sondern einen Verdauungssaft ab, der beim Zersetzen der Nahrung unterstützt. Vom Magen aus gelangt die Nahrung in den Darm, wo sie verdaut wird. Abfallstoffe verlassen den Körper über Ausscheidungsorgane, von denen sich je zwei an jedem Segment befinden. Erde und Sand durchlaufen den Wurm unverdaut.

Atmung

Regenwürmer sind nicht mit Atmungsorganen, wie Kiemen oder Lungen, ausgestattet, sondern nehmen Sauerstoff aus der Luft über ihre Haut auf. Diese Form der Atmung nennt sich Hautatmung (Perspiration). Zudem können sie Sauerstoff in gelöster Form aus dem Wasser aufnehmen und in

Der Regenwurm

sauerstoffreichem, kühlem Wasser einige Tage bis Wochen überleben.

Sinneswahrnehmungen

- **Geruch:** Regenwürmer können Gerüche erkennen. Meistens nehmen sie diese jedoch erst bei direktem Kontakt mit dem Geruchsträger wahr.
- **Hell-Dunkel-Wahrnehmung:** Regenwürmer sind mittels Lichtsinneszellen in der Haut zur Hell-Dunkel-Wahrnehmung fähig und reagieren auf unterschiedliche Lichtspektren verschieden stark. Rotlicht nehmen sie nicht wahr, wohingegen sie auf UV-Licht besonders empfindlich reagieren und sich in ihre Wohnröhre verkriechen. Regenwürmer haben, wie viele andere Bodentiere, keine Augen.
- **Gehör:** Regenwürmer besitzen keinen Gehörsinn.
- **Tasten:** Regenwürmer haben einen stark ausgeprägten „Tastsinn“ und reagieren auf Berührungsreize entsprechend empfindlich.



Aha!

Wusstest du schon, dass ...

... Regenwürmer im Labor älter als zehn Jahre werden können? Unter normalen Freilandbedingungen erreichen sie nur ein Durchschnittsalter von zwei Jahren.

... europäische Regenwürmer zur Verbesserung der Bodenqualität z. B. nach Neuseeland exportiert werden?

... noch immer nicht geklärt ist, wieso Regenwürmer bei Regen an die Erdoberfläche kommen? Eine verbreitete Annahme ist, dass Regenwürmer bei Regen in ihren Wohnröhren ertrinken, das stimmt aber nicht. Die Regenwürmer können in sauerstoffreichem Wasser einige Tage bis Wochen überleben.

Wie glaubst du, schafft es der Regenwurm, in seiner Wohnröhre senkrecht aufzusteigen?

Der Regenwurm schafft es, senkrecht in seiner Wohnröhre aufzusteigen, weil sich an seinem Körper Borsten befinden, mit denen er sich an den „Seitenwänden“ seiner Wohnröhre verankern kann.

Welche Körperlänge, glaubst du, erreicht der australische Riesenregenwurm (*Megascolides australis*)?

Er erreicht eine Körperlänge von bis zu drei Metern und hat über 1.000 Segmente. Er kann 500 g schwer und bis zu 2,5 cm dick werden.



Aha!

Warum heißt der Regenwurm „Regenwurm“ und nicht „Bodenwurm“?

Der Name „Regenwurm“ kommt vermutlich daher, dass Regenwürmer besonders nach starken Niederschlägen sehr oft in größerer Zahl auf der Bodenoberfläche, auf Wegen und Straßen feststellbar sind.

Wie viele Regenwürmer leben in einem Kubikmeter gesunder Erde?

Es leben bis zu 500 Regenwürmer pro Kubikmeter Erde.



Weiterführende Informationen

Filmtipp: „Regenwürmer“

Westdeutscher Rundfunk Köln, Sendung mit der Maus: <http://www.wdrmaus.de/sachgeschichten/sachgeschichten/regenwuerrmer.php5> (ca. sieben Minuten)



Möglichkeiten, das Thema auch fächerübergreifend zu vertiefen

Als Vertiefung können Sie mit den Schülerinnen und Schülern folgende Fragen bearbeiten:

- Welchen Gefahren sind Regenwürmer ausgesetzt? Was schadet Regenwürmern?
- Welche Bedeutung haben Regenwürmer für die Landwirtschaft?

Der Regenwurm und seine Sinne

Mittels mehrerer kleiner Versuche erforschen die SchülerInnen die Sinneswahrnehmungen des Regenwurms. Zudem erforschen sie den Bewegungsablauf des Regenwurms und ergründen das Verhältnis des Regenwurms zu Wasser.

Unterrichtsfächer: Biologie und Umweltkunde

Benötigte Materialien:

Teilversuch „Lichteinfluss hell/dunkel“: durchsichtige Kunststoffröhre, durchsichtiger Klebeband, Schere, Karton, Lichtquelle (z. B. Taschenlampe, Spot), Regenwurm

Teilversuch „Einfluss von Flüssigkeit“: Kunststoffschale mit 20 cm Durchmesser, Wasser, Regenwurm

Teilversuch Geruchstest „Können Regenwürmer riechen und schmecken?“: Gläser, Wasser, Teelöffel, Wattestäbchen, Essig, Senf, Honig, Regenwurm

Teilversuch „Wie kriecht der Regenwurm?“: Plexiglasscheibe mit einer Größe von ca. 20 x 40 cm, Regenwurm

Erforderliche Räumlichkeiten/Ausstattung: Wasseranschluss

Ideal für: Kleingruppen

Zeitbedarf: ca. eine Unterrichtseinheit



Ziele

- Erforschung der Sinneswahrnehmung von Kompostwürmern durch Beobachtung
- Kennenlernen unterschiedlicher Versuche/Methoden zur Erforschung der Sinneswahrnehmung von Kompostwürmern

3. Die SchülerInnen beobachten und dokumentieren die Reaktion des Regenwurms. Folgende Aspekte werden beobachtet:

- Handelt es sich beim unverdeckten Teil um das Hinter- oder das Vorderende des Regenwurms?
- Wie verhält sich der Regenwurm bei Licht?



Tipp

Damit die Reaktion des Regenwurms auf Licht gut erkennbar ist, sollte er vorher im Dunkeln sein.

4. Nach ca. fünf Minuten wird die Kartonhülle auf die andere Hälfte des Kunststoffrohrs geschoben, sodass nun das andere Ende des Regenwurms von der Kartonhülle verdeckt ist.

5. Die SchülerInnen dokumentieren ihre Beobachtungen.

- Handelt es sich beim unverdeckten Teil um das Hinter- oder das Vorderende des Regenwurms?
- Wie verhält sich der Regenwurm?
- Konntest du unterschiedliche Reaktionen von Vorder- und Hinterende des Regenwurms auf das Licht beobachten?

Vorbereitung

Wenn Sie die Regenwürmer besorgen, bedenken Sie, dass Regenwürmer Lebewesen sind und entsprechend ihrer Bedürfnisse gepflegt werden müssen.

Arbeitsschritte im Unterricht



Tipp

Die Teilversuche können in beliebiger Reihenfolge als Stationenbetrieb durchgeführt werden.

Teilversuch „Lichteinfluss hell/dunkel“

1. Die SchülerInnen basteln aus Karton eine Hülse, die genau über das Kunststoffrohr passt und dieses zur Hälfte bedeckt. Das Kunststoffrohr wird in die Hülse geschoben.
2. Der Regenwurm wird vorsichtig in die Kunststoffröhre gegeben und über die Lichtquelle gehalten.



Der Regenwurm und seine Sinne

Teilversuch „Einfluss von Flüssigkeit“

1. Die Kunststoffschale wird ca. 2 cm hoch mit Wasser befüllt.
2. Der Regenwurm wird in das Wasser gelegt und sein Verhalten wird beobachtet und dokumentiert.
 - Wie reagiert der Regenwurm auf das Wasser?



Tipp

Das Wasser sollte kühl und frisch aus der Leitung sein. Der Regenwurm soll im Wasser schwimmen können.

Teilversuch „Geruchstest: Können Regenwürmer riechen und schmecken?“

1. Die SchülerInnen stellen die Versuchslösungen her. Hierfür wird je ein Teelöffel Honig bzw. Senf bzw. Essig mit je vier Teelöffel Wasser im Glas vermischt.
2. Der Regenwurm wird auf den Teller gelegt.



Tipp

Der Löffel muss nach der Zubereitung einer Lösung gründlich abgewaschen werden, damit sich die Geschmäcker nicht vermischen.

3. Das Wattestäbchen wird in eine der Lösungen getaucht und vorsichtig an das Vorderende des Regenwurms und die Körperseite gehalten. Dann wird die Reaktion des Regenwurms beobachtet. Das Gleiche wird mit den anderen Lösungen wiederholt.
4. Die SchülerInnen dokumentieren, was sie beobachten.
 - Wie reagiert der Regenwurm auf die Lösungen?
 - Sind Unterschiede zu erkennen? Welche?



Tipp

Achten Sie darauf, dass die SchülerInnen den Regenwurm nicht direkt mit dem Wattestäbchen berühren, sondern das Stäbchen nur in seine Nähe halten! Für jede Lösung muss ein eigenes Wattestäbchen verwendet werden.



Weiterführende Informationen

Umfangreiche Informationen zum Regenwurm wurden in dieser Schweizer Regenwurmbroschüre zusammengetragen: <http://www.regenwurm.ch/de/download.html>

Teilversuch „Wie kriecht der Regenwurm?“

1. Der Regenwurm wird vorsichtig auf die Plexiglasscheibe gelegt.
2. Die SchülerInnen beobachten, wie sich die Körperform des Regenwurms verändert, wenn er sich vorwärtsbewegt. Anhand dieser Beobachtungen versuchen die SchülerInnen, den Bewegungsablauf des Regenwurms zu erklären.
3. Die SchülerInnen dokumentieren, was sie beobachten.
 - Wie verändert sich der Körperform des Regenwurms, wenn er sich bewegt?



Tipp

Bedenken Sie, dass Regenwürmer Lebewesen sind und die Versuche Stress für die Tiere bedeuten. Es ist ratsam, für jeden Versuch einen anderen Regenwurm zu verwenden.

Reflexion zu den Teilversuchen

Besprechen Sie mit den Schülerinnen und Schülern deren Beobachtungen und die daraus abgeleiteten Annahmen.

- Was habt ihr beobachtet?
- Was schließt ihr aus den Beobachtungen? Wie lässt sich das Verhalten erklären?



Regenwurmwanderglas

Das Regenwurmwanderglas ermöglicht den Schülerinnen und Schülern die Erforschung des Regenwurms in Bezug auf seine Lebensgewohnheiten und seine Bedeutung für die Bodenentwicklung.

Unterrichtsfächer: Biologie und Umweltkunde, Werken

Benötigte Materialien: Einmachglas, heller Sand, Komposterde, Regenwurmnahrung (frische, grüne Blätter, Grashalme, Salatblätter und Kaffeesatz), Sprühflasche mit Wasser, ca. fünf Regenwürmer, Karton (in den das Glas gestellt werden kann), Tuch zum Abdecken

Erforderliche Räumlichkeiten/Ausstattung: sonnenabgewandter und kühler Ort im Klassenzimmer zur Unterbringung des Regenwurmwanderglases

Ideal für: die ganze Klasse

Zeitbedarf: kurze Sequenzen über einen längeren Zeitraum hinweg



Ziele

- Beobachtung der Aktivität der Regenwürmer über einen längeren Zeitraum hinweg
- Verantwortung übernehmen
- Beobachten lernen



Tipp

Damit die Regenwürmer im Glas genug Sauerstoff bekommen, sollte das Glas nicht luftdicht verschlossen, sondern nur mit einem Tuch abgedeckt werden. Regenwürmer mögen es gerne kühl. Stellen Sie das Regenwurmwanderglas deshalb an einen kühlen Ort.

Vorbereitung

Bitte Sie SchülerInnen, die Kompost* zu Hause haben, Regenwürmer in einem Behältnis mit Luftlöchern und Erde mitzubringen.

Arbeitsschritte im Unterricht

1. Erde und Sand werden abwechselnd in etwa 3 bis 5 cm starken Schichten in das Einmachglas gefüllt, bis dieses fast voll ist. Anschließend wird der Inhalt, also die Erde- und Sandschichten, mit der Sprühflasche gut befeuchtet.
2. Nun werden die Regenwürmer in das Glas gelegt und die Oberfläche mit einer Blätter-Rasenschnitt-Kaffeesatz-Mischung bedeckt.
3. Das Glas wird mit dem Tuch abgedeckt und in einen Karton gestellt oder es wird mit einem Karton umschlossen und mit dem Tuch abgedeckt.



Tipp

Die SchülerInnen können ein Regenwurm-Tagebuch für die Dokumentation der Veränderungen anlegen.

4. Die Regenwürmer sollten regelmäßig gepflegt werden: Alle zwei bis drei Tage wird der Boden im Glas mit der Sprühflasche befeuchtet und gegebenenfalls wird Regenwurmfutter dazugegeben.



Tipp

Damit die Regenwürmer nicht vergessen werden, sollten sich zwei Regenwurm-PflegerInnen melden.

5. Immer wenn das Regenwurmwanderglas zur Befeuchtung hervorgeholt wird, beobachten und dokumentieren die SchülerInnen die Veränderungen, die stattgefunden haben.
6. Besprechen Sie mit den Schülerinnen und Schülern regelmäßig deren Beobachtungen.
 - Sind euch Veränderungen aufgefallen? Welche Veränderungen sind das genau? Wie sehen Farbe, Feinheit und Zusammensetzung der Erde aus?
 - Wie hat sich die Schichtung der Erde verändert?

Bodenarten und Bodentypen*

Sandig, lehmig oder schluffig? Die Zusammensetzung von Böden wird anhand der Korngrößenzusammensetzung der mineralischen Bodensubstanz und der damit zusammenhängenden fühlbaren Eigenschaften definiert.

Je nach Korngrößenzusammensetzung können Böden unterschiedlich viel Wasser speichern, haben einen anderen Nährstoffgehalt, lassen sich schwer oder leicht bearbeiten und sind unterschiedlich von Pflanzen durchwurzelt. Die Bodenart ist nicht zu verwechseln mit dem Bodentyp*! Bodentypen* weisen charakteristische Bodenschichten auf.

Bodenarten

Bei den Bodenarten wird grob zwischen Sand-, Lehm-, Schluff- und Tonböden unterschieden. Zudem gibt es Zwischenstufen, bei denen der Hauptbestandteil des Bodens namensgebend ist. Beispielsweise „sandiger Ton“ oder „lehmiger Sand“.

Tonböden sind schwere, feuchte bis nasse Böden mit durchwegs feiner Körnung* (< 0,002 mm). Sie können viel Wasser aufnehmen. Sickerwasser wird nur langsam abgegeben, wodurch bei Regen oft Staunässe entsteht. Wasser und Nährstoffe können von Pflanzen nur schwer aufgenommen werden, die Durchwurzelbarkeit und die Durchlüftung sind gering.

Lehmböden enthalten alle drei Kornfraktionen, also Sand, Schluff und Ton. Abgesehen von einem relativ ausgeglichenen Korngrößengemenge bestimmt die dominierende Kornfraktion seine überwiegenen Merkmale (z. B. sandige Lehmböden). Die Wasserführung nach oben und das Wasserhaltevermögen sind gut ausgeprägt. Lehmböden weisen einen hohen Nährstoffgehalt auf. Nachteilig sind vor allem bei schweren Lehmböden die schlechte Durchlüftung und die schwere Bearbeitbarkeit in der Landwirtschaft. Zudem erfolgt die Erwärmung der Lehmböden im Frühjahr eher langsam. „Leichtere“ und damit besser durchlüftete Lehmböden eignen sich sehr gut als Agrar- und Gartenböden. Die mehligten Bodenpartikel* in Lehmböden sind Schluffanteile (0,002 bis 0,063 mm) und bleiben in den Fingerrillen haften.

Sandböden haben einen einseitigen Anteil an grober Körnung* (0,063 bis 2 mm). Sie sind leicht zu bearbeiten, aber meist nährstoffarm. Der Boden ist aufgrund der groben Körnung* gut durchlüftet, leicht zu durchwurzeln und erwärmt sich schnell. Er kann zwar viel Wasser aufnehmen, dieses aber nur schlecht speichern.

Bodenaufbau und Bodentypen*

Bei Böden ist eine horizontale Schichtung erkennbar. Diese Schichtungen werden „Horizonte“ genannt. Die Abfolge der Horizonte wird als „Bodenprofil“ bezeichnet. Charakteristische Horizonte bestimmen den Bodentyp*. Jede Schicht besteht aus unterschiedlichen Materialien und ist Lebensraum für unterschiedliche Bodentiere. In jeder Schicht finden unterschiedliche Prozesse der Bodenbildung statt.

Der **L-Horizont** (Streuauflage) ist noch gar kein richtiger Boden und besteht aus nicht zersetzten organischen Materialien wie Blättern.

Im **O-Horizont** (Rotteschicht) leben Bodentiere wie Milben, Asseln, Würmer und Insekten, die die Streuauflage zerkleinern. Dieser Horizont ist eine Abbauschicht.

Der **A-Horizont** (Humusschicht) ist Lebensraum für die meisten Bodentiere. Zudem erhält er den größten Anteil an organischen Stoffen des gesamten Bodens. Bakterien, Pilze, Algen und Regenwürmer verarbeiten verrottete Pflanzenreste in Humus. Durch die Aktivität der Bodentiere entstehen neue Bodenbestandteile, dementsprechend ist der A-Horizont eine Aufbauschicht. Stoffe aus dem A-Horizont verlagern sich im Laufe der Zeit in den darunterliegenden B-Horizont.

Der **B-Horizont** (Verwitterungshorizont) besteht aus dem verwittertem Ausgangsgestein und hat dementsprechend Mineralien gespeichert, die den Pflanzen als Nährstoffe zur Verfügung stehen. Er ist dichter und fester als die oberen Horizonte. Abhängig vom A-Horizont entstehen unterschiedliche B-Horizonte.

Der **C-Horizont** (Ausgangsgestein) besteht aus dem Ausgangsgestein, das beispielsweise aus Granit oder Kies sein kann, und ist ein Mineral-speicher, aus dem bei fortlaufender Verwitterung* die Mineralien freigesetzt werden. Das Gestein ist trotz der bereits eingesetzten chemischen und physikalischen Verwitterung* erhalten.

Bodentypen*

Zu Bodentypen* werden Böden mit einer typischen Abfolge von Bodenhorizonten* zusammengefasst. Diese Böden haben damit auch einen ähnlichen Ursprung und Entwicklungszustand. Um einen Bodentyp zu bestimmen, ist es also notwendig, die Horizonte zu beobachten. Die Klassifikation von Bodentypen* erfolgt über unterschiedliche Klassifizierungssysteme. Bodentypen* werden oft nach ihren auffälligen Eigenschaften wie der Farbe (z. B. Braunerde oder Schwarzerde) benannt, haben aber auch fremdsprachliche Bezeichnungen (z. B. Gley oder Rendzina). Manchmal werden auch Kunstnamen, wie Pelosol, zur Nomenklatur herangezogen.

Bedeutung von Bodentypen*

Von entscheidender Bedeutung für das Bodenleben, die Bodenaktivität und die Fruchtbarkeit sind neben der Bodenart vor allem Faktoren, die vom Bodentyp* abhängen. Wasser-, Luft-, Wärme- und Nährstoffhaushalt werden sehr wesentlich vom Bodentyp* beeinflusst. Auch die Frage der Tiefgründigkeit eines Bodens ist unmittelbar vom Bodentyp* abhängig. Rendzina-Böden auf Karbonatgestein sind sehr flachgründige, skelettreiche Böden, die nur über eine geringe Wasserspeicherfähigkeit verfügen. Demgegenüber sind Schwarzerdeböden (Tschernosem-Böden) ausgesprochen tiefgründige Böden mit einer guten Belüftung und einer ausgezeichneten Wasserspeicherfähigkeit.



Aha!

Nicht immer sind alle Bodenhorizonte* in jedem Boden vertreten. Beispielsweise gibt es Böden, bei denen der B-Horizont fehlt. Man spricht von A-C-Böden.

Die einzelnen Bodenhorizonte* sind unterschiedlich stark ausgeprägt. Manche Horizonte sind dicker und andere wiederum sind sehr dünn. Die Abfolge der Bodenhorizonte* zeigt den Entwicklungsverlauf des Bodens.

Dunkle Schwarzerdeböden sind die fruchtbarsten Böden Österreichs. Man findet sie vor allem im Weinviertel. Sie sind für den Ackerbau hervorragend geeignet.



Weiterführende Informationen

Auf der Website <http://www.bodenkarte.at/> (Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft) finden Sie unter „Galerie“ Fotos von verschiedenen Böden, wodurch der unterschiedliche Aufbau von Böden sehr deutlich wird.



Möglichkeiten, das Thema auch fächerübergreifend zu vertiefen

Als Vertiefung können Sie mit den Schülerinnen und Schülern folgende Fragen bearbeiten:

- Was ist der Unterschied zwischen Bodenart und Bodentyp*?
- Welche Böden eignen sich sehr gut für den Anbau von Pflanzen? Welche weniger?
- Welche Bodenarten können leicht verdichtet werden?
- Ist ein feuchter oder ein trockener Boden durch Befahren eines Fahrzeuges eher gefährdet, verdichtet zu werden, und warum?
- Welche Bodenarten bestehen nur aus zwei Horizonten?
- Wird durch das Fehlen von Bodenhorizonten* die Fruchtbarkeit des Bodens beeinträchtigt?

Bodenuntersuchung

Die SchülerInnen lernen anhand der Fingerrollprobe unterschiedliche Bodenarten und deren Zusammensetzung kennen. Zu welcher Bodenart gehört der Boden im Schulgarten, im Hausgarten oder am Acker? Wie kann man die verschiedenen Bodenarten voneinander unterscheiden?

Unterrichtsfächer: Biologie und Umweltkunde, Chemie, Physik

Benötigte Materialien: Spaten (oder Handschaufel), verschiedene Bodenarten, Behälter für Bodenproben, Spritzflasche (mit Wasser gefüllt)

Erforderliche Räumlichkeiten/Ausstattung: Schulgarten

Ideal für: Kleingruppen

Zeitbedarf: ca. eine Unterrichtseinheit



Ziele

- Verknüpfen vielfältiger Aspekte unterschiedlicher Wissenschaftsdisziplinen, was das Aufdecken von Zusammenhängen und Wechselwirkungen mit anderen Systemen ermöglicht
- Bestimmen von Bodenarten mittels der Methode „Fingerrollprobe“

Vorbereitung

Sie können die unterschiedlichen Bodenproben, die für diesen Versuch erforderlich sind, auch mit den Schülerinnen und Schülern gemeinsam aus dem Schulgarten oder bei einem Wandertag sammeln oder von den Schülerinnen und Schülern von zu Hause mitbringen lassen. Die Bodenproben werden in verschiedene Behälter gegeben. Die Behälter werden anschließend beschriftet. Lassen Sie die SchülerInnen protokollieren, wo auf dem Gelände bzw. Wanderweg die Bodenproben entnommen wurden.



Tipp

Die Bodenproben sollten möglichst frisch sein. Sie sollten weder zu trocken noch zu nass, sondern bodenfeucht sein.

Arbeitsschritte im Unterricht

1. Bestimmen Sie exemplarisch eine Bodenprobe, um den Schülerinnen und Schülern das Verfahren beizubringen.
2. Rollprobe: Für die Fingerrollprobe wird versucht, den leicht angefeuchteten Boden zwischen den Handflächen zu einer Wurst (bleistiftdick) zu rollen.
 - Bleistiftdicke Wurst ist nicht formbar: Ist keine Wurst formbar, handelt es sich um einen sandigen Boden. Feine, in den Handrillen verbleibende Bodenbestandteile deuten auf toniges Material und damit auf lehmigen Sand hin. Ist kein Ton in den Handlinien sichtbar, ist es ein Sandboden.
 - Bleistiftdicke Wurst ist formbar: Ein beim Quetschen und Reiben zwischen Daumen und Zeigefinger in Ohrnähe auftretendes Knirschen deutet auf sandigen Lehm hin. Ist kein Knirschen wahrnehmbar und die Gleitfläche beim Quetschen der Bodenprobe stumpf, handelt es sich um Lehm, ist die Gleitfläche glänzend, handelt es sich um Ton.
 - Lehmiger Ton knirscht bei der Prüfung zwischen den Zähnen, reiner Ton verfügt über eine butterartige Konsistenz.
3. Die SchülerInnen bestimmen die Bodenproben und dokumentieren die Ergebnisse.
4. In der Großgruppe besprechen Sie die Ergebnisse mit den Schülerinnen und Schülern.
 - Wie gut kann der Boden Wasser speichern oder aufnehmen?
 - Können Pflanzen diesen Boden leicht oder schwer durchwurzeln?
 - Verschlämmt dieser Boden leicht?
 - Ist dieser Boden leicht zu verdichten?
 - Wie gut ist der Boden durchlüftet?
 - Welcher Boden eignet sich am besten, um Nutzpflanzen anzubauen? Warum?

Bodenhorizonte*

Die SchülerInnen lernen den Aufbau und die Schichtung bzw. die Horizonte des Bodens und deren Bedeutung und Funktionen kennen. Zudem lernen sie, wie Boden entsteht, und erhalten mithilfe eines speziellen Bodenproben-Bohrers Einblick in den Boden und dessen Aufbau.

Unterrichtsfächer: Geografie und Wirtschaftskunde, Biologie und Umweltkunde, Chemie

Benötigte Materialien: Bodenproben-Bohrer oder Spaten

Erforderliche Räumlichkeiten/Ausstattung: Schulfreiraum

Ideal für: Kleingruppen

Zeitbedarf: ca. zwei Unterrichtseinheiten



Ziele

- Kennenlernen des Bodenaufbaus und der unterschiedlichen Bodenhorizonte* und deren Bedeutung bzw. Funktionen
- Wenn ihr eine weitere Bodenprobe an einem anderen Standort entnehmen könntet, welche Unterschiede könnten erkennbar sein? Um welchen Bodentyp könnte es sich handeln?

Vorbereitung

Sichten Sie im Schulumfeld eine geeignete Stelle, um eine Bodenprobe zu entnehmen. Die Bodenschichtung sollte gut erkennbar sein. Entnehmen Sie mithilfe des Bodenproben-Bohrers eine Probe und machen Sie sich mit der Schichtung des Bodens vertraut.

Arbeitsschritte im Unterricht

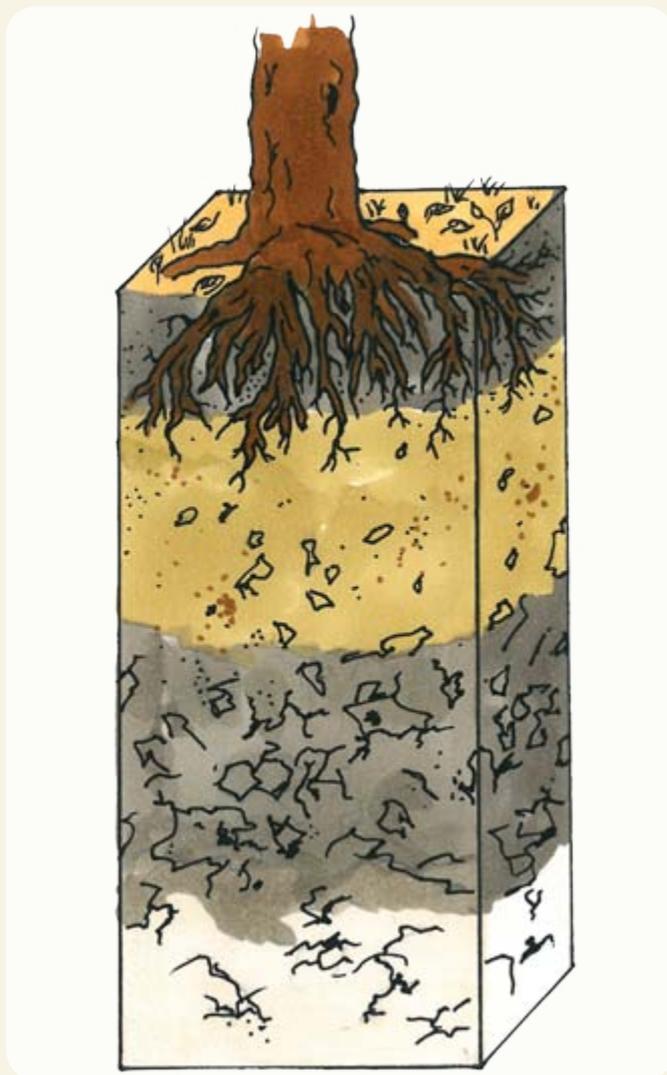
1. Gehen Sie mit den Schülerinnen und Schülern in den Schulfreiraum und entnehmen Sie mithilfe des Bodenproben-Bohrers eine Bodenprobe.



Tipp

Alternativ kann auch mit dem Spaten ein Loch gegraben werden. Dieses Vorgehen benötigt jedoch mehr Zeit.

2. Die SchülerInnen versuchen nun, die einzelnen Schichten bzw. Bodenhorizonte zu benennen.
3. Diskutieren Sie mit den Schülerinnen und Schülern die Bodenhorizonte.
 - Welche Schichten bzw. Horizonte könnt ihr erkennen? Benennt diese!
 - Welche Farben haben die Schichten? Was sagt das über die Bodeneigenschaften aus?
 - Wie dick sind die einzelnen Schichten?
 - Welche Schicht ist am umfangreichsten und was sind ihre Eigenschaften?



Schematische Darstellung der Bodenhorizonte

Was ist Humus?

Der **Humus** ist der abgestorbene organische Anteil in der obersten Bodenschicht. Er befindet sich unter der Streuschicht, sofern diese vorhanden ist. Humus entsteht durch den Abbau von organischen Stoffen, wie Pflanzenresten oder Resten von tierischen Lebewesen. Die Humusschicht des Bodens stellt den wichtigsten Lebensraum für Pflanzen und Bodentiere dar.

Humusbildung

Zu Beginn werden organische Reste (Pflanzenteile, Reste von tierischen Lebewesen) von größeren Bodentieren durchmischt und zerkleinert. Anschließend werden sie von Bakterien und Pilzen abgebaut. Energieliefernde Bestandteile, der sogenannte Nährhumus, wird von den Zersettern* zur Energiefreisetzung oder zum Aufbau körpereigener Stoffe verwendet. Andere Teile werden zu Wasser, Kohlenstoffdioxid und Mineralsalzen abgebaut. Schwer zersetzbare Stoffe, wie Zellulose* oder Lignin*, werden von Mikroorganismen durch chemische Umsetzungen zu Dauerhumus (Humusstoffen) umgewandelt. Zudem verbinden die Mikroorganismen, zu denen Bakterien und Pilzen gehören, die Bodenteilchen zu Krümeln. Dieser Prozess wird „Lebendverbauung*“ genannt. Durch die Krümelbildung wird der Boden locker und bekommt viele Poren*. Dadurch kann der Boden Wasser aufnehmen und speichern, ohne sich aufzulösen.

Unterschiedliche Humusarten

Als **Rohhumus** wird eine nur unvollständig zersetzte, meist nasse Streuschicht bezeichnet, in der die Pflanzenreste noch gut erkennbar sind. Rohhumus bildet sich auf sauren bzw. nährstoffarmen Böden. Dies sind oft Sandböden oder Böden unter Fichtenwäldern. Die Nadeln und kleinen Äste sind beim Rohhumus nur gering zersetzt. Das liegt daran, dass sich in sauren Böden mit einem pH-Wert zwischen 3 und 4 nur wenige Bodenlebewesen* befinden. Die Zersetzungsleistung wird vor allem von Pilzen erledigt, welche die Streu jedoch nur langsam und unvollständig zersetzen. Bei der Bildung von Rohhumus entstehen vor allem Huminsäuren*, die den Boden zusätzlich sauer machen. Daher ist Rohhumus für die land- und forstwirtschaftliche Bodennutzung die ungünstigste Humusform.

Als **Mull** wird eine Auflage aus leicht zersetzbaren Pflanzen- und Tierresten, wie Laub oder Gras, bezeichnet, die von den Bodenlebewesen* sehr schnell in nährstoffreiche Huminstoffe* umgesetzt wird.

Als **Moder**-Schicht wird eine Streuauflage bezeichnet, die zwischen Mull und Rohhumus einzuordnen ist. Sie unterscheidet sich vom Rohhumus vor allem in Hinblick auf ihren hohen Gehalt an Kotteilchen, die von zahlreichen verschiedenen Wurmartenterrühren. Der Moder bildet sich vorzugsweise auf Laubwaldböden. Er hat einen etwas modrigen Geruch, der von Strahlenpilzen hervorgerufen wird. Die Bodenlebewesen* arbeiten den Mull tief in den Mineralboden ein. Es bilden sich sowohl Huminsäuren*, die den Boden sauer machen, als auch Huminstoffe*, welche nährstoffreich sind und von den Pflanzen leicht aufgenommen werden können.

Humus in Österreich und in den Tropen

Humusbildung und -abbau hängen von vielen verschiedenen Faktoren ab, wie Klima, Geologie, Pflanzendecke, biologischer Aktivität und Flächennutzung. In Österreich und ähnlichen Klimazonen verfügt der Boden meist über weitaus dickere Humusschichten als in den Tropen. Ein guter, fruchtbarer Ackerboden trägt eine 30 bis 40 cm dicke Humusschicht, während in tropischen Regenwäldern nur wenige Zentimeter vorzufinden sind. Da es in Österreich ein Jahreszeitenklima gibt, in dem besonders im Winter die Temperaturen deutlich niedriger und die Niederschlagsraten höher sind, ist die Bodenaktivität hierzulande viel geringer. In den Tropen, wo besonders durch die höheren Temperaturen auch eine höhere Bodenaktivität durch Tiere und Pilze vorliegt, wird der Humus deutlich schneller abgebaut.



Achtung

Nur ein gesunder, belebter Boden, in dem die natürlichen Kreisläufe funktionieren, weist eine gute Krümelstruktur bzw. Lebendverbauung* auf!

Was sind Stadtböden?

Böden in der Stadt von heute

Durch das schnelle Wachstum unserer Städte verschwinden immer mehr fruchtbare Böden unter Asphalt und Beton. Die natürlichen Funktionen und Aufgaben des Bodens werden in der Stadt durch die intensive Nutzung beeinträchtigt.

Funktionen des Stadtbodens

Unter dem Begriff „Stadtböden“ werden die Böden städtisch-industrieller Räume zusammengefasst. Stadtböden sind wie die Böden auf Äckern, Wiesen und Wäldern Teil der Bodendecke, welche die äußerste, dünne und empfindliche Haut unserer Erde darstellt. Der Boden erfüllt in Städten viele unterschiedliche Funktionen. Nicht alle sind auf den ersten Blick erkennbar. Große Flächen werden für die Wohnraumbeschaffung und für Industriestandorte verbaut. Auch unsere Mobilität, unser Unterwegssein im öffentlichen Raum, beansprucht viel Fläche. So wird der Boden für die Straßen und Wege für das Autofahren und Parken, das Radfahren und Zufußgehen sowie für U-Bahn- und Straßenbahntrassen verbraucht. Tunnel, Parkhäuser und Parkgaragen bei Wohnhäusern sind zwar oft auf den ersten Blick nicht sichtbar, aber auch sie beanspruchen Fläche. Der Stadtboden ist stark vom Menschen beeinflusst. Durch die intensive Nutzung unterscheiden sich Stadtböden erheblich von den Böden des Umlandes. Stark verändert sind Böden, die durch Häuser, Straßen oder Industriestandorte verbaut wurden. In Stadtgärten oder Parks weist der Boden hingegen oft einen ähnlichen Aufbau wie ein naturbelassener Boden im Umland auf. Er verfügt oftmals über eine Humusschicht an der Oberfläche.

Ver- und Entsorgung im Boden

Der Boden wird in Städten für zahlreiche Ver- und Entsorgungsleitungen genutzt, die unser tägliches Leben komfortabler gestalten. Strom- und Wasserleitungen, aber auch Telefon- und Internetleitungen werden in Städten überwiegend im Boden verlegt. Leitungsrohre für Fernwärme, welche von Gebäuden zu Heizzwecken verwendet wird, verlaufen ebenfalls unterirdisch. Auch Entsorgungsleistungen werden in die Tiefe verlegt. Das bekannteste Beispiel hierfür ist die Entledigung von menschlichen Fäkalien über das öffentliche Kanalnetz.

Bodenverdichtung und Bodenversiegelung

Durch das rasante Wachstum der Städte verschwinden mehr und mehr fruchtbare Böden für immer unter Asphalt und Beton. Der Boden in Städten wird verdichtet und versiegelt.

Bodenverdichtung ist in Städten oftmals notwendig, um einen tragfähigen Untergrund für Gebäude zu erhalten und um fachgerechtes Bauen zu ermöglichen. Wird der Boden verdichtet, werden weniger Sauerstoff und Wasser in den Boden geleitet. Die Bedingungen für die Bodenlebewesen* und die Wurzeln der Pflanzen verschlechtern sich, weil der Luftaustausch fehlt. Bodenverdichtung verringert zudem die Speicherefähigkeit von Wasser im Boden und begünstigt somit Hochwasserereignisse. Dadurch wird der Eintrag von Regenwasser ins Grundwasser reduziert. In weiterer Folge kommt es zu einer Absenkung des Grundwasserspiegels. Darüber hinaus kann es bei starkem Niederschlag zu einem verstärkten Oberflächenabfluss kommen, wodurch Erosionen des Bodens begünstigt werden.

Bodenversiegelung, auch Flächenversiegelung genannt, bedeutet das Bedecken des natürlichen Bodens durch Bauwerke, die vom Menschen errichtet wurden. Durch die Bodenversiegelung kann kein Niederschlag mehr in den Boden eindringen. Die normalerweise im Boden ablaufenden Prozesse geraten aus dem Gleichgewicht. Zur Bodenversiegelung tragen auch Bauwerke bei, die sich unter der Erdoberfläche befinden, wie das Kanalnetz, U-Bahn-Tunnel, Fundamente, Strom- und Wasserleitungen und Parkgaragen.

Urbaner Bodenschutz

Um die Bodenverdichtung und -versiegelung einzudämmen, gibt es in Österreich Raumordnungs-gesetze und Flächenwidmungspläne, die vorschreiben, welche Flächen wie bebaut werden dürfen. Eine konkrete Möglichkeit des urbanen Bodenschutzes ist es, Gebäude im Altbestand (wieder) vermehrt zu nutzen, statt an der Stelle neu zu bauen. Im privaten Bereich kann die Verwendung von Rasengittersteinen eine Alternative zu Asphalt oder Beton darstellen.

Was ist Humus?



Aha!

Humus hat eine extrem hohe Wasserspeicherfähigkeit. Die gespeicherte Wassermenge kann 20-mal so hoch sein wie die Humusmenge. Durch eine Steigerung des Humusanteiles im Boden kann die Wasserspeicherfähigkeit von 50 auf 80 l/m² angehoben werden. (Es wird hier in der Regel von einem 30 cm starken humosen Oberboden ausgegangen.) So kann auf einem Quadratmeter Boden so viel Wasser gespeichert werden, wie in 107 Flaschen Cola passt!

Terra preta

„Terra preta“ („schwarze Erde“) ist ein im Amazonasbecken anzutreffender anthropogener (durch den Menschen beeinflusster, verursachter) Boden. „Terra preta“ entsteht durch den langjährigen Eintrag von Biomasse, Küchenabfällen, Asche, menschlichen Fäkalien und Verkohlungsrückständen. Das bedeutet, dass dieser Boden über einen langen Zeitraum hinweg intensiv vom Menschen genutzt wurde. Ein Teil dieser organischen Substanzen wird von Mikroorganismen und Bodentieren abgebaut, anschließend stabilisiert und in die Tiefe verlagert. Der wichtigste Bestandteil für die Entwicklung von „Terra preta“ ist Pflanzenkohle, welche durch ihren langsamen Abbau wesentlich zur Stabilisierung beiträgt. „Terra preta“ ist in der Lage, große Mengen an Nährstoffen zu speichern, was sich positiv auf die Bodenfruchtbarkeit auswirkt. Die Erde bietet daher optimale Voraussetzungen für eine intensive landwirtschaftliche Nutzung.



Weiterführende Informationen

Das Bayerische Landesamt für Umwelt stellt sehr umfangreiche Materialien zum Thema „Humus und Bodenleben“ zur Verfügung. Auch Bodenentstehung, -verwitterung, -gefährdung und andere Bodenthemen werden anschaulich behandelt. Grafiken und Videomaterial sind ebenfalls zu finden:

<http://www.lfu.bayern.de/boden/erdausstellung/humus/index.htm>



Weiterführende Informationen

Filmtipp: „Bodenentstehung“ (kurze Erklärung, wie aus Steinen Böden werden), <https://www.youtube.com/watch?v=mY6hpkxJi-k> (ca. zwei Minuten)

Filmtipp: „Der Boden entsteht“

Vom rohen Felsen bis zum fertigen Boden führt dieses kurze Video und zeigt die einzelnen Stadien der Bodenbildung anhand der Alpen, <https://www.youtube.com/watch?v=oCsZH2aQfUo> (ca. sieben Minuten)

Filmtipp: „Humus“

Trailer zum Dokumentarfilm. Chemische Düngemittel, Pestizide* und Fungizide trocknen unsere Ackerböden aus. Unsere Böden können aber auch als gewaltige Kohlenstoffspeicher dienen, wenn wir die Nutzung des Bodens ändern, <https://www.youtube.com/watch?v=xvzRk1NGJu0> (ca. zehn Minuten)



Möglichkeiten, das Thema auch fächerübergreifend zu vertiefen

Als Vertiefung können Sie mit den Schülerinnen und Schülern folgende Fragen bearbeiten:

- Wie lange dauert es, bis aus Grünschnitt und Gartenabfällen auf dem Komposthaufen wertvoller Humus wird?
- Welche Böden haben einen hohen bzw. niedrigen Humusgehalt?
- Wie kann die Abtragung von Humus verhindert werden?
- Welche Maßnahmen sind notwendig, um den Humusaufbau zu fördern?
- Wie hängt der Nährstoffgehalt mit dem Ertrag zusammen? Bringen mehr Nährstoffe immer mehr Ertrag?

Bodenlabor – Aufschlammprobe

Die SchülerInnen lernen die Methode „Aufschlammprobe“ zur Einschätzung des Humusgehaltes und der damit verbundenen Bodenfruchtbarkeit kennen und wenden diese an.

Unterrichtsfächer: Geografie und Wirtschaftskunde, Biologie und Umweltkunde, Chemie, Physik

Benötigte Materialien: Petrischalen (abhängig von der Anzahl der Bodenproben), Bodenproben, Teelöffel, Wasser, Stoppuhr (oder Smartphone)

Erforderliche Räumlichkeiten/Ausstattung: Labor, Wasseranschluss

Ideal für: Kleingruppen

Zeitbedarf: ca. eine Unterrichtseinheit



Ziele

- Kennenlernen der Ausgangsstoffe für die Humusbildung, von Huminstoffen* und deren positiven Wirkungen auf das Bodengefüge
- Kennenlernen der Lebendverbauung* des Bodens, d. h. der Ton-Humus-Komplex als Grundlage der für das Bodenleben so wichtigen Krümelstruktur
- Praktische Anwendung der Methode „Aufschlammprobe“ zur Einschätzung der Bodenqualität, des Humusgehaltes und der Bodenfruchtbarkeit

Vorbereitung

Sammeln Sie verschiedene Bodenproben, sodass die SchülerInnen Vergleiche anstellen können. Lassen Sie die Proben bis zur Unterrichtseinheit gut durchtrocknen.

Arbeitsschritte im Unterricht

1. Die SchülerInnen füllen die Petrischalen zu zwei Drittel mit Wasser an.
2. Von jeder Bodenprobe wird ein Drittel Teelöffel in eine andere Petrischale gegeben.
3. Die SchülerInnen beobachten, wie sich die Bodenproben verhalten. Nach fünf Minuten Wartezeit werden die Petrischalen vorsichtig geschwenkt.

5. Die SchülerInnen stellen ihre Ergebnisse vor. Besprechen und diskutieren Sie die Ergebnisse mit den Schülerinnen und Schülern.
 - Welche Verschlammungsbilder habt ihr beobachtet?
 - Lösen sich die Bodenkrümel auf oder haften sie zusammen? Welche Stoffe und Organismen sind dafür zuständig, dass Bodenkrümel zusammenhalten?
 - Ist der Boden eher „gesund“ oder „krank“? Warum?
 - Was kennzeichnet einen fruchtbaren, humusreichen Boden aus? Warum?
 - Was passiert bei Böden mit schnell zerfallenden Bodenkrümel in der Natur?



Tipp

Damit die SchülerInnen nicht vergessen, welche Bodenprobe sie in welche Petrischale gegeben haben, sollten die Schalen beschriftet werden.

4. Die SchülerInnen notieren, was sie sehen, und stellen Vergleiche zwischen den Bodenproben an.
 - Zerfallen die Krümel? Wenn ja, wie stark?
 - Sind die Krümel unterschiedlich groß?
 - Trübt sich das Wasser oder bleibt es klar?

Bodenlabor – Glühverlust

Die SchülerInnen lernen die Methode „Glühverlust“ zur Bestimmung des Humusgehaltes des bewachsenen Bodens aus dem Schulfreiraum, aus dem Garten daheim oder von anderen ausgewählten Standorten und die damit verbundene Bodenfruchtbarkeit kennen. Die SchülerInnen lernen, die Methode anzuwenden.

Unterrichtsfächer: Geografie und Wirtschaftskunde, Biologie und Umweltkunde, Chemie, Physik

Benötigte Materialien: Bunsenbrenner, getrocknete Bodenproben (pro Kleingruppe werden 50 g je Bodenprobe benötigt), Waagen, Porzellantiegel, Schutzbrillen, rotes Lackmuspapier, Taschenrechner, Löffel, Glasstab

Erforderliche Räumlichkeiten/Ausstattung: Labor, Wasseranschluss

Ideal für: Kleingruppen zu je drei SchülerInnen

Zeitbedarf: ca. zwei bis drei Unterrichtseinheiten



Ziele

- Kennenlernen der Ausgangsstoffe für die Humusbildung
- Bestimmung der Bodenqualität, des Humusgehaltes und der Bodenfruchtbarkeit von ausgewählten Bodenproben mittels der Methode „Glühverlust“
- Bestimmung des Humusgehaltes anhand optischer Merkmale (Farbe)
- Erlernen des Umgangs mit einem Bunsenbrenner

Vorbereitung

Sammeln Sie Bodenproben von unterschiedlichen Standorten und trocknen Sie diese.



Tipp

Durch die starke Erhitzung verbrennen nicht nur die organischen Substanzen, auch das im Boden gebundene Wasser entweicht. Deshalb sollten die Bodenproben getrocknet werden, um Messfehler möglichst klein zu halten.



Tipp

Ermutigen Sie alle SchülerInnen, den Umgang mit dem Bunsenbrenner zu üben.



Tipp

Falls Sie einen Geruch wie nach verbrannten Haaren wahrnehmen, deutet dies auf Stickstoff hin.

Arbeitsschritte im Unterricht

1. Wiegen Sie den leeren Porzellantiegel und notieren Sie sein Gewicht.
2. Mit dem Löffel werden etwa 50 g der Bodenprobe in den Tiegel gefüllt, wiegen Sie den Tiegel mit Bodenprobe und notieren Sie das Gesamtgewicht (Einwaage).



Definition

Einwaage = Porzellantiegel + Bodenprobe



Tipp

Färbt sich das Lackmuspapier blau, ist dies ein Hinweis darauf, dass Ammoniak entweicht.

4. Ein Stück Lackmuspapier wird angefeuchtet und in die Dämpfe gehalten. Die Reaktion wird notiert.
5. Erhitzen Sie die Bodenprobe unter wiederholtem Rühren weiter, bis sie sich rötlich oder weißlich-grau verfärbt.

Bodenlabor – Glühverlust

6. Die Bodenprobe ca. 20 Minuten abkühlen lassen.



Tipp

Während der Wartezeit können Sie beispielsweise mit den Schülerinnen und Schülern das bisher Gesehene besprechen.

7. Diskutieren Sie mit den Schülerinnen und Schülern folgende Fragen:

- Ist euch etwas aufgefallen, während ihr den Tiegel erhitzt habt? Wie hat es gerochen? Worauf könnte dies hinweisen?
- Welche Farbe hat das Lackmuspapier bekommen, als ihr es über die Dämpfe gehalten habt? Worauf könnte das hinweisen?

8. Die SchülerInnen notieren die Ergebnisse und gewonnenen Daten.



Definition

Auswaage = Porzellantiegel + Bodenprobe nach dem Glühen

9. Anschließend wird der Porzellantiegel mit der erkalteten Bodenprobe gewogen und das Ergebnis als „Auswaage“ notiert.

10. Ermitteln Sie nun den Humusgehalt in Prozent. Dazu benötigen Sie die Differenz zwischen dem Tiegelgewicht mit der Bodenprobe vor und nach dem Glühen (Einwaage - Auswaage) und das Gewicht der Bodenprobe vor dem Glühen (Einwaage - Tiegelgewicht). Der Glühverlust in Prozent entspricht dem Humusanteil im Boden, der unter starker Erhitzung vollständig verbrennt.



Definition

Glühverlust in % = $(\text{Einwaage} - \text{Auswaage}) \times 100 / (\text{Einwaage} - \text{Tiegelgewicht})$

11. Lassen Sie die SchülerInnen ihre Ergebnisse miteinander vergleichen.

- Welche Farbe hat das Lackmuspapier bekommen? Was könnte das bedeuten?
- Was bedeutet es, wenn der Boden einen hohen Humusgehalt aufweist? Was bedeutet es, wenn der Boden einen niedrigen Humusgehalt aufweist?
- Wie hängen der Humusgehalt und das Leben im Boden zusammen?
- Kennt ihr Böden, die nur eine dünne bis gar keine Humusschicht haben?

Glühverlust in Prozent	Bezeichnung des Bodens nach seinem Humusgehalt
0	humusfrei
< 1	sehr humusarm
1 bis 2	schwach humushaltig
2 bis 4	humos
4 bis 8	humusreich
8 bis 30	sehr humusreich
> 30	organisch (Moorboden)



Gefahren für den Boden

In Österreich sind 25 Prozent der Böden gefährdet. Täglich gehen große Flächen durch Erosion verloren, werden versiegelt oder durch Schadstoffeinträge in ihrer Funktion nachhaltig beeinträchtigt. Die intensive (Über-)Nutzung verursacht zahlreiche Schädigungen der natürlichen Bodenfunktionen und eine nachhaltige Erschöpfung des natürlichen Bodenpotenzials (Bodendegradation*). Überbaute und versiegelte Böden sind dauerhaft und unwiederbringlich gestört und können nicht mehr in ihre ursprüngliche „Lebendigkeit“ zurückgeführt werden.

Versiegelung

Ein Boden gilt dann als versiegelt, wenn er mit festem Material (z. B. Straßen oder Gebäuden) wasserundurchlässig abgedeckt ist. Flächen können einen unterschiedlichen Versiegelungsgrad aufweisen. Ein asphaltierter Parkplatz ist zu 100 Prozent versiegelt, ein gepflasterter Bodenbelag mit breiten Fugen zu ca. 80 Prozent. Nicht zu vergessen sind unterirdische Versiegelungen, wie Tunnel, Leitungen oder Tiefgaragen.

Die Bodenversiegelung hat vielfältige Folgen:

- Verlust des Lebensraums für Tiere und Pflanzen
- Verlust der Bodenfruchtbarkeit
- Verlust der Produktionsfunktion
- Verlust der Bodenfunktionen wie Filter- oder Pufferwirkung
- Unterbrechung des Luftaustausches
- erhöhtes Hochwasserrisiko durch die Reduktion* bzw. den Verlust der Versickerungsfähigkeit, den damit einhergehenden Oberflächenabfluss und die erhöhte Belastung der Kanalisation
- geringere Verdunstung und Abnahme der Luftfeuchtigkeit
- stärkere Erwärmung

Pflanzen auch ein geringeres Wurzelgeflecht, das für den Zusammenhalt des Bodens wesentlich ist.

Wassererosion wird durch Niederschlag und Wasserabfluss verursacht. Das abgetragene, meist nährstoffreichere, teilweise auch schadstoffbelastete Bodenmaterial wird großteils in Flüssen zu Seen und Meeren transportiert und dort abgelagert. Folgen davon sind die Eutrophierung* (Nährstoffanreicherung) dieser Ökosysteme und deren Belastung mit Schadstoffen. Zudem bedeutet dies den Verlust von Oberboden* und Nährstoffen am Erosionsort. Teilweise sind Verschlammungen* des Oberbodens* ohne wesentlichen Bodenverlust und die Überdeckung von Böden an Hängen oder in Tälern die Folgen der Erosion.

Winderosion ist besonders in trockenen Gebieten und bei Böden mit fehlender oder nur gering entwickelter Vegetationsdecke* verbreitet, z. B. bei abgeernteten Äckern. Durch den Wind werden Teile des Oberbodens* abgetragen. Es können sich Dünen bilden oder das erodierte Material lagert sich gleichmäßig auf anderen Böden ab. Das Roden von Hecken oder Bäumen fördert die Winderosion.

Verunreinigung

Der Boden wird durch menschliche Aktivitäten verunreinigt. Die von Verkehr, Industrie und Haushalten verursachten Abgase lagern sich unter anderem auf der Erdoberfläche ab (Deposition) und gelangen so auch in die Böden. In der konventionellen Landwirtschaft* werden synthetische Dünger* und/oder synthetische Pestizide* und Herbizide* eingesetzt, welche in den Boden gelangen, diesen belasten und die natürlichen Kreisläufe und Funktionen stören. Obwohl Böden über eine Pufferfunktion verfügen, ist das Aufnahmepotenzial für Schadstoffe nicht unendlich.

Wenn der Boden keine weiteren Schadstoffe mehr binden kann, gibt er sie wieder ab. Die Schadstoffe gelangen in das Grundwasser und über Pflanzen



Hinweis

Mehr über die Funktionen von Boden erfahren Sie unter Thema 2 „Der Boden und seine Funktionen“.

Erosion

Als „Erosion“ bezeichnet man den Verlust und/oder die Verlagerung und Abtragung von Bodenmaterial durch Wasser und Wind. Dementsprechend wird zwischen Winderosion und Wassererosion differenziert. Besonders gefährdet sind Böden mit geringer oder ohne Vegetationsdecke* sowie Böden in (steilerer) Hanglage. Zudem bedeuten weniger

Gefahren für den Boden

in die Nahrungskette des Menschen. Oft wird dies erst spät erkannt, weil dieser Prozess schleichend verläuft. Besonders nachteilig wirken sich Schwermetalle und verschiedene organische Schadstoffe, wie Dioxine*, auf die Umwelt und damit auch den Menschen aus. Die Auswirkungen sind je nach Schadstoff und Konzentration sehr unterschiedlich. Ihre Beseitigung ist allgemein jedoch ein sehr schwieriges und teures Unterfangen.

Verdichtung

Physikalische Einwirkungen auf den Boden in Form von physischer Belastung durch Druck, Absenkung und Deformation des Bodengefüges führen in der Regel zu einer Reduktion* des Porenvolumens des Bodens. Beeinträchtigungen der Lebensbedingungen für Bodenorganismen und Pflanzen sind die Folgen – bis hin zur völligen Zerstörung des Lebensraums Boden bei sehr starken, weitreichenden Verdichtungen.

Ursachen für Verdichtungen sind mechanische Belastungen durch land- und forstwirtschaftliche Maschinen, Baufahrzeuge, Überflutungen und Überschwemmungen oder der Abbau von organischen Oberböden.



Aha!

Fakten zum Flächenverbrauch*

2,2 m² gehen in Österreich pro Sekunde durch Verbauung für immer verloren.

Täglich wird in Österreich ein Bauernhof mit einer Fläche von rund 200.000 m² (20 ha) verbaut. Also umgerechnet 28 Fußballfelder. Pro Jahr sind das 7.000 ha oder rd. 10.000 Fußballfelder. In 20 Jahren sind das 140.000 ha in Österreich, was der gesamten Ackerfläche des Burgenlands entspricht.

In den letzten 60 Jahren wurden rund 300.000 ha Böden versiegelt, was mehr als der gesamten Ackerfläche Oberösterreichs entspricht. 1950 standen in Österreich 2.400 m² Ackerfläche/Kopf zur Verfügung – heute nur mehr 1.600 m²/Kopf.

0,5 Prozent der Böden werden im Jahr in Österreich versiegelt. In 200 Jahren wäre damit die gesamte Ackerfläche Österreichs verbaut. In Deutschland werden nur 0,25 Prozent der Agrarflächen verbaut.



Aha!

Wie viel Prozent der Fläche in Österreich ist versiegelt?

Im Jahr 2012 waren 2,7 Prozent der Fläche Österreichs versiegelt. 17,6 Prozent des Dauersiedlungsraumes (das sind 37,3 Prozent der Landesfläche oder 31.288 km²) sind in Österreich „verbraucht“. Von den als Siedlungs- und Verkehrsraum verfügbaren Flächen sind bereits 56 Prozent versiegelt (2014).

Wie viel Quadratmeter Boden werden durchschnittlich in Österreich pro Tag/Monat/Jahr verbraucht?

Die Flächeninanspruchnahme lag in Österreich im Jahr 2014 bei 19,1 ha/Tag. Die jährliche Versiegelung in Österreich beträgt 50 bis 100 km². Das entspricht der Fläche von Salzburg oder Linz.

Wie viel Hektar Boden wird durchschnittlich benötigt, um die Produkte, die eine Person in Europa im Jahr konsumiert, zu produzieren?

1,3 Hektar Boden pro Person

Wie lange benötigt ein weggewaschener bzw. erodierter Boden, um sich um 10 cm zu erneuern?

Dieser Prozess dauert 2.000 Jahre.



Tipp

Damit die SchülerInnen ein Gefühl dafür bekommen, wie viel Boden nötig ist, um ihren Lebensstil zu ermöglichen, lassen Sie sie online ihren ökologischen Fußabdruck* ausrechnen.

<http://www.mein-fussabdruck.at/>

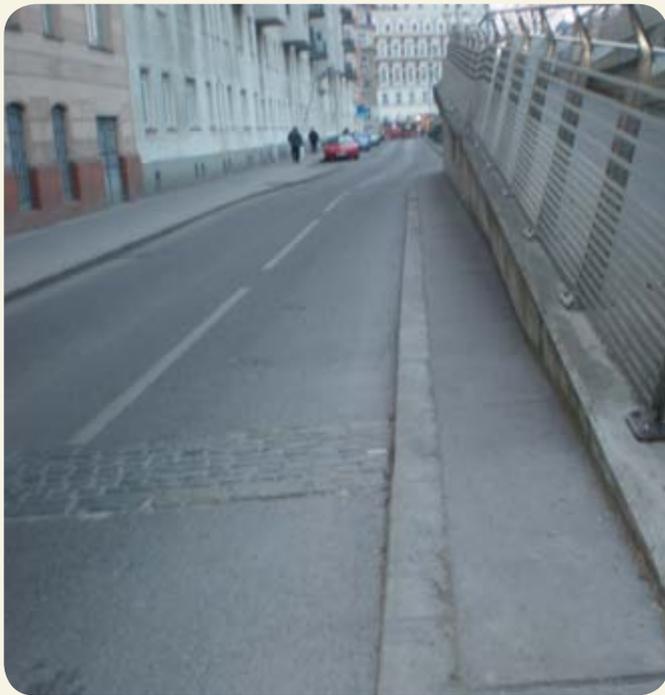
<http://www.footprintnetwork.org/de/>



Tipp

Um den Schülerinnen und Schülern eine konkrete Vorstellung davon zu vermitteln, wie viel Fläche täglich verbraucht wird, lassen Sie sie die Turnhalle vermessen und daraus errechnen, wie vielen turnhallengroßen Flächen die tägliche Flächeninanspruchnahme entspricht.

Gefahren für den Boden



Versiegelung des Bodens



Weiterführende Informationen

Auf 52 Seiten widmet sich die Oberösterreichische Akademie für Umwelt und Natur dem „Blickpunkt Boden“ und stellt damit Materialien für einen fächerübergreifenden Unterricht zur Verfügung. Das Kapitel „Bodengefährdung und Bodenschutz“ behandelt die Themen Bodenerosion, -verdichtung, -versiegelung und auch den Eintrag unerwünschter Stoffe. Enthalten sind auch viele Arbeitsblätter, die zur aktiven Auseinandersetzung mit den Themen animieren.

http://daten.schule.at/dl/Blickpunkt_Boden72dpi.pdf

Auf der Website des Umweltbundesamtes finden Sie eine Zusammenstellung von Lernmaterialien zum Thema Bodenschutz in Form von Postern und Broschüren (auch in verschiedenen europäischen Sprachen). Eine Liste mit Links zu Filmmaterialien rundet das Angebot ab.

http://www.umweltbundesamt.at/umweltsituation/boden/schule/material_boden/

Im Kapitel „Boden in Gefahr“ des „Bodenkompasses“ finden Sie Informationen zu Flächenverbrauch*, Bodenverlust, Zerstörung, Kontamination und Bodenverdichtung.

<http://www.bodenkompass.at/>



Weiterführende Informationen

Saurer Regen hat einen pH-Wert kleiner als 5,5 und ist somit saurer als normaler Regen. Saurer Regen schädigt die Umwelt und ist die Hauptursache des Waldsterbens. Verantwortlich für die Entstehung sind Abgase (Stickstoffmonoxid, Stickstoffdioxid, Schwefeldioxid), die bei der Verbrennung von fossilen Brennstoffen (Kohle, Heizöl) in die Luft gelangen.

http://daten.didaktikchemie.uni-bayreuth.de/umat/saurer_regen/saurer_regen.htm



Möglichkeiten, das Thema auch fächerübergreifend zu vertiefen

Als Vertiefung können Sie mit den Schülerinnen und Schülern folgende Fragen bearbeiten:

- Welche Formen der Bodenerosion gibt es?
- Wen betreffen die Folgen der Bodenerosion? Hat die Bodenerosion auch Auswirkungen auf den Menschen?
- Wie kann man schadstoffbelastete Böden erkennen?
- Wie geht man mit verunreinigten Böden um? Was kann man tun, um weitere Verunreinigungen zu vermeiden?
- Wie kann man der zunehmenden Bodenverdichtung und Bodenversiegelung entgegenwirken? Wie können die Schülerinnen und Schüler dazu beitragen, dass möglichst wenig Boden versiegelt und verdichtet wird?
- Welchen Gefahren sind Böden in Städten ausgesetzt? Welche Gefahren bestehen eher in ländlichen Räumen?

Bodenerosion

Anhand des Versuchsaufbaus wird ein Regenereignis auf jeweils bewachsenem, offenem und versiegeltem Boden nachgeahmt. Auf diese Weise wird die Erosionswirkung veranschaulicht. Zudem wird die unterschiedliche Wirkung von Regen auf den Boden hinsichtlich Versiegelungsgrad und Bodenvitalität hervorgehoben.

Unterrichtsfächer: Biologie und Umweltkunde, Geografie und Wirtschaftskunde, Geschichte und Sozialkunde, Politische Bildung, Chemie, Soziales Lernen, Ethik

Benötigte Materialien: drei 2-l-PET-Flaschen, Wasser, Schere, lose Erde, Rasenziegel, Stützen, drei flache Schalen (Fassungsvermögen mindestens 1 l), drei Messbecher (Fassungsvermögen mindestens 0,5 l), Etiketten, Stift

Erforderliche Räumlichkeiten/Ausstattung: Tische, Wasseranschluss

Ideal für: Kleingruppen

Zeitbedarf: ca. eine Unterrichtseinheit



Ziele

- Kennenlernen der Gefahren für den Boden mit Fokus auf Erosionswirkungen
 - Flasche gefüllt mit loser Erde = nicht bewachsener, ungeschützter Boden (z. B. abgeernteter Acker)
 - Flasche gefüllt mit Rasenziegel = bewachsener, geschützter Boden (z. B. Wiese)
4. Die SchülerInnen gießen den Inhalt je eines Messbechers auf je eine der Versuchsflächen (möglichst mit gleicher Geschwindigkeit und aus gleicher Höhe). Der Rest der SchülerInnen beobachtet den Vorgang.
 5. Diskutieren Sie mit den Schülerinnen und Schülern deren Beobachtungen.
 - Wo ist das Wasser am schnellsten bzw. langsamsten abgeflossen?
 - In welcher Flasche wurde mehr Erde ausgespült? Wieso ist das so?
 - Welche Bedeutung hat das für den Menschen hinsichtlich Naturgefahren (SchlammLawinen, Hochwasser)?
 - Was kann man tun, um den Boden vor Erosion zu schützen?
 - Welches Wasser ist trinkbar und warum?
 - Welcher Boden, glaubt ihr, ist der vitalste?

Vorbereitung

Stellen Sie die für den Erosionsversuch notwendigen Materialien, wie PET-Flaschen, Messbecher und flache Schalen, zusammen. Vorbereitend ist eine geeignete Aufständerung bzw. Halterung für die drei PET-Flaschen anzufertigen. Erde und Rasenziegel sind kurz vor dem Versuch frisch zu entnehmen.

Arbeitsschritte im Unterricht

1. Die PET-Flaschen werden bis nahe dem Flaschenhals längs halbiert.
2. In eine der PET-Flaschen wird lose Erde gefüllt und etwas angedrückt, in eine andere wird der Rasenziegel eingedrückt, die dritte Flasche bleibt leer.
3. Die Flaschen werden mithilfe der Stützen so positioniert, dass sie leicht geneigt sind und die Öffnung nach unten zeigt. Unter jede Flaschenöffnung wird eine Schale gestellt. Jeder Messbecher wird mit einem halben Liter Wasser befüllt. Die Flaschen bzw. die Schalen werden wie folgt beschriftet.
 - Leere Flasche = versiegelter Boden (z. B. Asphalt)



Böden und Klima

Böden und Klima befinden sich in einem dynamischen Gleichgewicht und beeinflussen sich gegenseitig. Das Klima ist maßgeblich für die Ausbildung des Bodens verantwortlich. Gesunde und intakte Böden wiederum haben einen Einfluss auf das Klima, indem sie Kohlenstoff und andere Treibhausgase* aus der Atmosphäre aufnehmen und binden. Böden als Kohlenstoffspeicher leisten somit einen Ausgleich zur Erderwärmung bzw. zum Treibhauseffekt*.

Der Mensch ist wesentlich an der Freisetzung von Kohlendioxid und anderen Treibhausgasen* aus Böden verantwortlich. Neben der Industrie und dem Verkehr wird auch durch die Landwirtschaft Kohlendioxid (CO₂) freigesetzt. Vor allem der vom Menschen verursachte Treibhauseffekt* (anthropogener Treibhauseffekt*) trägt wesentlich zum Klimawandel bei. Durch den motorisierten Individualverkehr (Pkw) werden große Mengen an Kohlendioxid freigesetzt. Durch den übermäßigen Verzehr von Fleisch und Fleischprodukten gelangt ebenfalls viel Kohlendioxid in die Atmosphäre. Zur Futtermittelproduktion für Rinder werden in den Tropen große Flächen an Regenwald abgeholzt, um Sojabohnen anzubauen. Durch die geringere Fläche an Regenwald wird weniger Kohlendioxid gebunden und der Treibhauseffekt* wird verstärkt. Zugleich wird von den Rindern Methan ausgeschieden, welches ebenfalls ein Treibhausgas* ist.

Die Produktion von Feldfrüchten und die damit einhergehende Bearbeitung des Bodens führen dazu, dass Kohlendioxid (CO₂) in die Atmosphäre freigesetzt wird. Reisanbau führt zur Freisetzung von Methan und die Verwendung von Stickstoffdüngern* verursacht die Emission* von Distickstoffmonoxid* (N₂O). Für die Schaffung von Weideland für die Fleischproduktion werden Wälder gerodet, was zur Folge hat, dass weniger Wälder für die Kohlenstoffaufnahme zur Verfügung stehen.

Moore sind CO₂-Depots. Durch das Trockenlegen von Mooren* und den Torfabbau werden riesige Mengen an Kohlenstoff freigesetzt.



Könnt ihr einen Vergleich anstellen? Welcher Landesfläche, glaubt ihr, entsprechen 310.000 Quadratkilometer?

310.000 Quadratkilometer entsprechen der Fläche von Polen.

In Europa wurden bereits 310.000 Quadratkilometer Moore* für den Torfabbau entwässert. Der österreichische Torfabbau ist mittlerweile fast zum Stillstand gekommen.

Die genannten menschlichen Aktivitäten führen dazu, dass mehr Kohlenstoff und Treibhausgase* aus den Böden in die Atmosphäre abgegeben werden, als durch natürliche Aktivitäten wieder im Boden gebunden werden können. Das ökologische Gleichgewicht wird dadurch gestört und es kommt zur Anreicherung von Treibhausgasen* in der Atmosphäre – die Erderwärmung bzw. der Treibhauseffekt* wird dadurch begünstigt.



Aha!

Wie viel Torf* wird jährlich in der EU abgebaut?

Obwohl der Torfabbau gravierende Umweltschäden und eine massive Artenbedrohung auslöst, werden in der EU pro Jahr noch immer 63 Millionen Kubikmeter Torf* gewonnen. Das sind mehr als zwei Millionen Lkw-Ladungen.

Wie viel Kilogramm Paradeiser können auf derselben Fläche angebaut werden, die man für die Produktion von einem Kilogramm Fleisch braucht?

Auf der Fläche, die für die Produktion von einem Kilogramm Fleisch erforderlich ist, können 200 Kilogramm Paradeiser angebaut werden.

Wusstest du schon, dass ...

... weltweit bereits 20 Prozent aller Moore* zerstört worden sind?

... Böden ein riesiger Kohlenstoffspeicher sind und mehr Kohlenstoff in sich gespeichert haben als die gesamte Atmosphäre und die gesamte Erdvegetation zusammen?

... es weltweit rund 3,5 Milliarden Hektar Weideland gibt?

Böden und Klima



Aha!

Was können wir tun, um die Freisetzung von Kohlendioxid und anderen Treibhausgasen* aus dem Boden durch unser Handeln (im Alltag) zu verringern?

Die Verwendung von torffreien Blumenerden und Kultursubstraten schont das Klima, indem klimaschädliche Gase, die bei der Trockenlegung von Moorböden und dem Torfabbau anfallen, vermieden werden und die Moorlandschaften als CO₂-Senken und Lebensraum erhalten bleiben. Wir können Lebensmittel aus biologischer Landwirtschaft kaufen. Bei der biologischen Landwirtschaft wird auf das Gleichgewicht des Bodens geachtet. Es werden keine chemisch-synthetischen Stickstoffdünger* verwendet und es wird auf schonendere Bodenbearbeitungsmaßnahmen als bei der konventionellen Landwirtschaft* geachtet. Der Boden bleibt vital und kann mehr Kohlenstoff speichern.

Bodenpflege im eigenen Garten: Durch die Verwendung von (kompostiertem) Dung* und Kompost* kann dem Boden wieder Kohlenstoff zugeführt werden. Durch Maßnahmen wie Gründüngung*, Förderung des Humusaufbaus und Erosionsschutz wird die Kohlenstoffbindung gefördert und es wird verhindert, dass Kohlendioxid und andere Treibhausgase* vermehrt in die Atmosphäre freigesetzt werden. Gründüngungen* schützen den Boden vor Erosion, bieten Schutz vor dem Austrocknen und vor Temperaturschwankungen. Das Bodenleben wird geschützt und die Bodenqualität und -struktur werden verbessert. Durch die sparsame Anwendung von Bodenbearbeitungsmaßnahmen und durch lebende Pflanzdecken oder Mulch wird der Humusaufbau gefördert und das Bodenleben genährt.



Tipp

Vergleichen Sie mit den Schülerinnen und Schülern den Bodenverbrauch im Rahmen der Fleischproduktion beispielsweise mit dem Bodenverbrauch durch Legehaltung oder den Anbau von Gemüse. Wie viel Land braucht jede Person von uns, um satt zu werden?



Weiterführende Informationen

Der **Fleischatlas** zeigt auf, dass sich die Fleischproduktion in Europa auf immer weniger Betriebe konzentriert und sich das ungebremst Höfesterben fortsetzt. Es werden somit die Probleme der zunehmenden Industrialisierung der Landwirtschaft sichtbar gemacht. http://www.bund.net/fileadmin/bundnet/publikationen/landwirtschaft/140108_bund_landwirtschaft_fleischatlas_2014.pdf

Phänomen Landimport

Für die Produktion von forstwirtschaftlichen und landwirtschaftlichen Gütern wird Boden benötigt. Fast 60 Prozent der Böden, die benötigt werden, um die europäische Nachfrage nach diesen Gütern zu decken, befinden sich außerhalb Europas. Dieses Phänomen nennt sich „Landimport“.

Studie „Europe's global land demand – A study on the actual land embodied in European imports and exports of agricultural and forestry products“ (2011): http://seri.at/wp-content/uploads/2011/10/Europe_Global_Land_Demand_Oct11.pdf



Möglichkeiten, das Thema auch fächerübergreifend zu vertiefen

Als Vertiefung können Sie mit den Schülerinnen und Schülern folgende Fragen bearbeiten:

- Haben der Landwirt oder die Landwirtin beim Pflügen Einfluss auf das Klima?
- Was können wir tun, um die Böden und damit das Klima zu schützen?
- Was sind die Folgen des Klimawandels für Mensch und Umwelt?
- Wie wirkt sich der Treibhauseffekt* auf den Boden in unterschiedlichen Klimazonen aus?
- Welche Auswirkungen hat der Klimawandel auf die Bodentemperatur?
- Welche Auswirkungen hat der Klimawandel auf die Lebewesen im Boden?
- Was sind Permafrostböden und welche Auswirkungen bringt der Klimawandel für diese Böden mit sich?

Ernährung und Klimaschutz

Anhand eines Gedankenspiels sollen die SchülerInnen globale Zusammenhänge zwischen Ernährung, Klimaschutz und Bodenverbrauch erkennen. Neben systemischem Denken soll auch ein Bewusstsein für gesellschaftliche und ökologische Probleme geschaffen werden und dafür, welche positiven oder negativen Auswirkungen ihr eigenes Handeln und ihr Lebensstil auf diese Probleme haben.

Unterrichtsfächer: Biologie und Umweltkunde, Geografie und Wirtschaftskunde, Geschichte und Sozialkunde, Politische Bildung, Chemie, Soziales Lernen, Ethik

Benötigte Materialien: Kreide

Erforderliche Räumlichkeiten/Ausstattung: Tafel

Ideal für: ganze Klasse im Plenum

Zeitbedarf: ca. eine Unterrichtseinheit



Ziele

- Vernetztes, systemisches Denken
- Erkennen globaler Zusammenhänge
- Erkennen von Auswirkungen des eigenen Handelns (Ursache-Wirkung-Zusammenhänge)
- Herleitung von Lösungsansätzen

Vorbereitung

Spielen Sie zur Vorbereitung die inhaltliche Einführung für die SchülerInnen und das Gedankenspiel selbst für sich durch und notieren Sie ihr Ergebnis.

Arbeitsschritte im Unterricht

1. Geben Sie den Schülerinnen und Schülern folgendes Gedankenspiel: Wisst ihr eigentlich, wie viel CO₂ und weitere klimaschädliche Treibhausgase für die Produktion eines Stücks Rindfleisch emittiert werden? Und wie viel Fläche dafür verbraucht wird? Für die Fleischproduktion wird Weideland benötigt, das oftmals durch die Rodung von Wäldern gewonnen wird. Ohne Bewuchs verringert sich die Kohlenstoff-Aufnahmefähigkeit dieser Flächen. Denken wir das Beispiel noch weiter – wie bzw. wo werden noch klimaschädliche Treibhausgase emittiert, bevor das Fleisch auf einem Teller landet? Wird zusätzlich zum Weideland noch mehr Boden verbraucht? Wisst ihr, wie viel Wasser für die Fleischproduktion aufgewendet werden muss und wie viel Getreide oder Soja für die Fleischproduktion notwendig ist?
2. Schreiben Sie die Antworten der SchülerInnen auf die Tafel. Visualisieren Sie die Zusammenhänge durch Linien und erstellen Sie so ein Netzwerk.

3. Wenn Sie das Gefühl haben, dass keine weiteren Begriffe (für den Moment) dazukommen, beschreiben Sie das Bild an der Tafel in Worten.
4. Diskutieren Sie mit den Schülerinnen und Schülern das Bild an der Tafel entlang folgender Fragen:
 - Hat meine Ernährung Auswirkungen auf den Flächenverbrauch? Wie viel Fleisch esse ich eigentlich pro Woche?
 - Welche Tierarten haben einen sehr hohen, welchen Tierarten haben einen geringeren Bodenverbrauch im Rahmen der Fleischproduktion?
 - Was kann ich tun, um den Flächenverbrauch zu verringern?
 - Welche Bereiche der Natur, außer dem Boden, werden von der Fleischproduktion noch beeinträchtigt?
 - Und wie hängen diese Bereiche im Kreislauf mit dem Boden zusammen?



Tipp

Geben Sie den Schülerinnen und Schülern die Hausaufgabe, das Gedankenspiel für ein anderes landwirtschaftliches Produkt zu wiederholen. Die Ergebnisse werden in der nächsten Unterrichtseinheit verglichen. Wenn ein landwirtschaftliches Produkt von mehreren Schülerinnen und Schülern bearbeitet wird, können die Ergebnisse zusammengeführt werden.

Bodenklima – Messen der Bodentemperatur

Die Schülerinnen und Schüler dokumentieren die Boden- und Lufttemperatur im Schulfreiraum über einen längeren Zeitraum hinweg und vergleichen die beiden Temperaturkurven miteinander.

Unterrichtsfächer: Biologie und Umweltkunde, Geografie und Wirtschaftskunde, Technisches Werken

Benötigte Materialien: zwei für den Außenbereich geeignete Thermometer bzw. Minimum-Maximum-Thermometer, Spaten, Holzkiste, Nagel, Hammer

Erforderliche Räumlichkeiten/Ausstattung: schattige Grünfläche im Schulhof, schattiger Ort an der Hausfassade

Ideal für: die ganze Klasse

Zeitbedarf: kurze Sequenzen über einen längeren Zeitraum (Schuljahr) hinweg



Ziele

- Beobachtung des Bodenklimas über einen längeren Zeitraum hinweg
- Beobachten und interpretieren lernen
- Verknüpfung des Themas Bodenklima mit dem eigenen Schulfreiraum
- Erkennen von Zusammenhängen zwischen Klima und Boden

und dann die Temperatur abgelesen. Das Ablesen beider Temperaturen soll in derselben Unterrichtseinheit erfolgen. Die Temperaturen werden von den Schülerinnen und Schülern notiert.

Vorbereitung

Erkunden Sie im Vorfeld einen geeigneten sonnenabgewandten Standort (Grünfläche) im Schulgarten und an der Hausfassade der Schule.

Arbeitsschritte im Unterricht

1. An einem schattigen Platz im Schulgarten wird ein Loch (mind. 50 cm tief, 30 x 30 cm breit) gegraben. Die ausgehobene Erde wird in die Holzkiste gefüllt. Achten Sie darauf, dass die Kiste entsprechende Griffe hat, um sie hochheben zu können.
2. In das ausgehobene Loch wird ein Außenthermometer gelegt und die mit Erde befüllte Holzkiste wird vorsichtig auf das in einem kleinen Hohlraum befindliche Thermometer in das Loch gestellt. Um eine geschlossene Erdabdeckung zu erreichen, ist gegebenenfalls der Zwischenraum zwischen dem Loch und den Seitenwänden der Kiste mit Erde aufzufüllen.
3. Ein weiteres Außenthermometer wird an der Hausfassade der Schule befestigt. Das Thermometer soll an einer sonnenabgewandten Stelle angebracht werden.
4. In der nächsten Unterrichtseinheit werden die Bodentemperatur und die Lufttemperatur abgelesen. Zum Ablesen der Bodentemperatur wird zuerst die Holzkiste herausgenommen
5. Bei der Verwendung eines Minimum-Maximum-Thermometers können neben der aktuellen Temperatur auch die seit dem letzten Messintervall aufgetretenen höchsten und niedrigsten Temperaturen erfasst werden.
6. Anschließend werden sowohl die Boden- als auch die Lufttemperatur in regelmäßigen Abständen abgelesen. Ein zweiwöchiger Zyklus ist empfehlenswert. Wichtig ist, dass die beiden Temperaturen immer zeitgleich abgelesen werden.
7. Am Ende des Schuljahres werden die beiden Temperaturkurven miteinander verglichen.
8. Besprechen Sie mit den Schülerinnen und Schülern die Beobachtungen entlang folgender Fragen:
 - Wie verlaufen die beiden Temperaturkurven?
 - Welche maximalen und minimalen Temperaturen konnten erhoben werden?
 - Warum schwanken die Temperaturen im Boden weniger als in der Luft?
 - Warum ist es wichtig, dass der Boden geringere Temperaturschwankungen aufweist als die Luft?

Kein Land in Sicht: **Land Grabbing***

Boden wird durch die steigenden Bedürfnisse und die Bodennutzung einer wachsenden Weltpopulation zur Mangelware. Der für die Nahrungsmittelproduktion verfügbare Boden schwindet. Somit stellen die Versorgung der Menschheit mit Nahrung und Konflikte rund um das Thema „Land Grabbing*“ zentrale Herausforderungen des 21. Jahrhunderts dar.

Die Weltbevölkerung wächst stetig an, und damit auch die Nachfrage nach Nahrung. Gleichzeitig geht jeden Tag durch Bebauung und Versiegelung, sowie durch Umweltverschmutzung, z. B. durch Abwässer und Industriemüll, wertvoller Ackerboden verloren. Fruchtbarer Boden, der sich als Ackerland eignet, ist damit eine zunehmend begrenzte Ressource. Die Brisanz des Konfliktes wird durch den hohen Fleischkonsum, der immense Flächen zur Futtermittelproduktion für die Fleischgewinnung erfordert, und den Anbau von Pflanzen für Biotreibstoffe* für Industrieländer erhöht. Dürren, Überschwemmungen und andere Wetterereignisse lassen die Lebensmittelpreise in die Höhe schießen und können so in Ländern des globalen Südens Hungersnöte auslösen.

Finanzstarke Investoren, wie Regierungen oder internationale Unternehmen, haben diesen Engpass erkannt und kaufen oder pachten großflächig Ackerland, um Profit aus den Flächen zu erzielen und die Macht über das Land für sich zu reservieren. Bei den Regierungsinvestoren handelt es sich z. B. um Länder mit großer Bevölkerung, wie China, deren Böden nicht mehr ausreichen, um sich selbst zu ernähren und den eigenen Energiebedarf zu decken. Unternehmen kaufen Flächen, weil sie darauf spekulieren, dass die Preise für Land durch das Bevölkerungswachstum und immer knapper werdende Ackerflächen ansteigen werden.

Jene Menschen, die Land verkaufen oder verpachten, erhoffen sich eine Modernisierung der Landwirtschaft, Produktivitätszuwachs und neue Arbeitsplätze. Leider werden diese Hoffnungen meist enttäuscht und es entstehen nur wenige Arbeitsplätze, da die riesigen Felder fast ausschließlich mit Maschinen bestellt werden. Die Produktivität wird nur kurzfristig gesteigert, da die Böden durch einseitige Monokulturen und Pestizid- und Herbizideinsätze ausgelaugt werden.

Meist sind es große Agrarkonzerne, die Nahrungsmittel oder Energiepflanzen für Biotreibstoffe* im

großen Maßstab für die Industriestaaten produzieren, die Land Grabbing* betreiben. Konkret bedeutet das für die Einheimischen, dass sie Armut und Hunger leiden, während auf ihren ehemaligen Ackerflächen die Feldfrüchte für die Menschen aus Industrieländern wachsen. Oftmals bleibt ihnen nicht einmal so viel Land, dass sie sich selbst ernähren können. Hinzu kommen gesundheitliche Beeinträchtigungen bis hin zu Krebserkrankungen durch die Pestizide* und Herbizide*, die es für die Bewirtschaftung der großflächigen Monokulturen braucht.

Oftmals werden Kleinbäuerinnen und Kleinbauern, die ihre Familien von kleinen landwirtschaftlichen Betrieben ernähren, zwangsenteignet. Die Regierung eines Landes oder ein Unternehmen vertreibt die Menschen von ihren Grundstücken und entzieht ihnen damit ihre Lebensgrundlage. Oder es werden Entschädigungen versprochen, die nie ausgezahlt werden. Das ist möglich, weil die Kleinbäuerinnen und Kleinbauern besonders in Ländern des globalen Südens in Afrika, Asien und Lateinamerika, aber auch in Südosteuropa oftmals keine Landurkunden besitzen und somit nicht rechtlich nachweisen können, dass sie einen Anspruch auf ihr Land haben. Oft werden auch die Rechte der Kleinbäuerinnen und Kleinbauern schlichtweg ignoriert. Zudem haben sie selten die finanziellen Mittel, um rechtlich gegen mächtige Konzerne vorzugehen. Die Geschäfte mit Land werden in vielen Fällen von korrupten Regierungen unter Ausschluss der Bevölkerung abgeschlossen.



Aha!

Was schätzt ihr: Wie weit würde man mit einem in Biotreibstoff* umgewandelten Sack Getreide von 50 Kilogramm im Tank kommen? 50, 150, 250 oder 450 Kilometer?

Man würde etwa 150 Kilometer, d. h. von Wien bis etwa knapp vor St. Valentin (Niederösterreich), weit kommen.



Aha!

Zwei Drittel der Landkäufe von ausländischen Unternehmen werden in Ländern mit gravierenden Unterernährungsraten getätigt.

Zwei Drittel der Ernte von nicht einheimischen Unternehmen werden exportiert.

In einem Sack Getreide von 50 Kilogramm steckt viel Energie. Davon könnte sich ein Mensch theoretisch 2,5 Monate lang ernähren. Eine andere Möglichkeit ist, aus dem Getreide Ethanol herzustellen. Ethanol kann man als Treibstoff für Autos verwenden.



Weiterführende Informationen

Filmtipp: „Sand – die neue Umweltzeitbombe“

Der Dokumentarfilm „Sand – die neue Umweltzeitbombe“ beschäftigt sich mit Sandabbau und den negativen Folgewirkungen und beleuchtet Zusammenhänge und Hintergründe der verheerenden Wertschöpfungskette von Sand:

<https://www.youtube.com/watch?v=SEWqs1wJuLc>
(ca. eine Stunde und 14 Minuten)

Wasserraub

Zugang zu Trinkwasser ist seit 2010 ein Menschenrecht. Das bedeutet jedoch nicht, dass alle Menschen Zugang zu (sauberm) Wasser haben, denn in vielen Regionen der Welt herrscht Wasserknappheit. Gerade in diesen Regionen werden die knappen Wasserreserven von Unternehmen, welche das nötige Geld und die Macht besitzen, ausgebeutet. Zum Wasserraub durch Privatisierung kommen noch Wasserraub durch Anbau von „Cash Crops“ und Wasserraub durch Verschmutzung. Mehr zum Thema unter:

<http://wasserraub.de/home/#c13>



Möglichkeiten, das Thema auch fächerübergreifend zu vertiefen

Als Vertiefung können Sie mit den Schülerinnen und Schülern folgende Fragen bearbeiten:

- Hat Land Grabbing* Auswirkungen auf unser Leben?
- Hat mein Lebensstil Auswirkungen auf Land Grabbing*? Was kann ich tun, um Land Grabbing* zu verhindern?
- Wer hat ein Recht auf die Nutzung der Böden? Und warum?
- Wie kann die Nutzung von Land gerecht verteilt werden?
- Was würdest du tun, wenn du von der Schule heimkommen würdest und plötzlich ein unüberwindbarer Zaun vor deiner Haustür stehen würde?

Rollenspiel

Die SchülerInnen vertiefen ihre Kenntnisse über die Problematiken rund um das Thema Land Grabbing* durch einen Dokumentarfilm und nehmen das neue Wissen mit in ein Rollenspiel.

Unterrichtsfächer: Biologie und Umweltkunde, Geografie und Wirtschaftskunde, Geschichte und Sozialkunde, Politische Bildung, Soziales Lernen, Ethik

Benötigte Materialien: Arbeitsblatt „Rollenspiel – Land Grabbing“, 1-Cent-Stücke, Zeitungen

Erforderliche Räumlichkeiten/Ausstattung: Computer und Internetanschluss, Beamer

Ideal für: Kleingruppen

Zeitbedarf: ca. drei Unterrichtseinheiten



Ziele

- Die SchülerInnen erlangen einen Einblick, wie sich die Problematik des Land Grabbing* in verschiedenen Teilen der Welt auswirkt, und lernen die Hintergründe kennen.
- In einem Rollenspiel bekommen die SchülerInnen ein Gespür für die Komplexität von Verhandlungen und Fairness im Kontext der Land-Grabbing-Thematik.

Vorbereitung

Organisieren Sie einen Raum, der über Computer (mit Internet) und Beamer verfügt und ausreichend Raum für die Arbeit in Kleingruppen zur Verfügung stellt.

Arbeitsschritte im Unterricht

1. Geben Sie den Schülerinnen und Schülern die Aufgabe, auf die verschiedenen Argumente der Personen in dem Film zu achten. Sie können sich auch Notizen machen.
2. Schauen Sie sich den Dokumentarfilm über Land Grabbing* mit den Schülerinnen und Schülern an. Klären Sie vor Beginn des Rollenspieles inhaltliche Fragen.
3. Teilen Sie die Klasse in Kleingruppen zu je sechs Personen ein. Jede Gruppe wird in „Land Grabber“ sowie in Kleinbäuerinnen und Kleinbauern unterteilt. Die „Land Grabber“ erhalten je zwei 1-Cent-Stücke und die Kleinbäuerinnen und Kleinbauern je eine Zeitungsseite, auf der sie stehen und die ihr Land repräsentiert.
4. Die Rollen: „Land Grabber“ sind VertreterInnen großer Konzerne oder Regierungen aus Europa. Die Kleinbäuerinnen und Kleinbauern betreiben einen kleinen landwirtschaftlichen Familienbetrieb, mit dessen Ertrag sie gerade so über die Runden kommen. Ziel der „Land Grabber“ ist es, die Kleinbäuerinnen und Kleinbauern mithilfe von Argumenten und Geld (1-Cent-Stücken) davon zu überzeugen, ihnen das Land (Zeitung) zum Anbau von Ölpalmen zu verkaufen. Die Kleinbäuerinnen und Kleinbauern sind arm und brauchen das Geld, aber sie sind ebenso auf ihre Anbauflächen angewiesen.
5. Die SchülerInnen haben 20 Minuten Zeit, um sich auf das Rollenspiel vorzubereiten. Es ist ihnen freigestellt, wie sie die Rollen individualisieren und welche Argumente und Methoden sie angewenden, um ihr jeweiliges Ziel zu erreichen.
6. Nun können die Verhandlungen innerhalb der Kleingruppen beginnen. Geben Sie den Schülerinnen und Schülern 15 bis 20 Minuten Zeit. Die Schülerinnen und Schüler sollen sich an den realen Argumenten aus dem Dokumentarfilm orientieren. Die Zeitungen dürfen geteilt und zerrissen werden. Erinnern Sie die SchülerInnen fünf Minuten vor Schluss daran, dass sie zum Ende der Verhandlungen kommen müssen.
7. Vergleichen Sie mit den Schülerinnen und Schülern in einer abschließenden Gruppendiskussion, wie die Verhandlungen ausgegangen sind.
 - Haben die Kleinbäuerinnen und Kleinbauern ihr Land behalten? Oder teilweise behalten?
 - Wie viel Geld mussten die „Land Grabber“ dafür bieten?
 - Gab es nicht monetäre Lösungen?
 - Sind alle zufrieden mit dem Ergebnis der Verhandlungen?

Rollenspiel

- Wie würde es jetzt wohl weitergehen, wenn das verkaufte Land mit Palmenplantagen bepflanzt werden würde?
- Wer profitiert von Land Grabbing*?
- Wieso können sich die Kleinbäuerinnen und Kleinbauern nicht wehren?
- Im Video wurde der Begriff „moderner Kolonialismus“ verwendet. Was hat das zu bedeuten? Ist der Vergleich von Land Grabbing* und Kolonialismus zulässig? Wieso bzw. wieso nicht?



Weiterführende Informationen

Afrika/Asien: Land Grabbing, Bodenrausch:
<https://www.youtube.com/watch?v=fTW0ZYcl9no>
 (ca. sechseinhalb Minuten)

Filmtipp: „Landraub“

Der österreichische Dokumentarfilm „Landraub“ (91 Minuten) beschäftigt sich mit dem Aufkauf von Landflächen und den Auswirkungen auf die Menschen, denen dieses Land genommen wird. Für Vorführungen in der Schule wenden Sie sich an j.andlinger@filmladen.at.
<http://www.landraub.com/>
<http://www.filmladen.at/film/landraub/>

Beitrag über den Dokumentarfilm „Landraub“ im Kulturjournal des NDR: <https://www.youtube.com/watch?v=qxO5Tyb1KPA> (ca. sechs Minuten)

Die Rosa-Luxemburg-Stiftung, Gesellschaftsanalyse und Politische Bildung e.V. hat verschiedene Artikel zum Thema Land Grabbing* zusammengestellt. Die Grafik „Fokus Landnahme – verschärfter Kampf um Ressourcen“ stellt die Zusammenhänge von Land Grabbing* und Hunger dar.

<http://www.wemgehoertdiewelt.de/tag/landgrab/>
<http://www.who-owns-the-world.org/wp-content/uploads/2011/02/landnahme.jpg>



Tipp

Erinnern Sie die SchülerInnen daran, dass die Kleinbäuerinnen und Kleinbauern in der Realität nur in seltenen Fällen in die Verhandlungen miteinbezogen werden.



Tipp

Folgendes können Sie den Schülerinnen und Schülern als Erfolgsbeispiel vermitteln:

„Freilich musste mancher Investor auch wieder den Rückzug antreten, dies besonders spektakulär in Madagaskar. Um Mais und Ölpalmen für den Export anzubauen, wollte der südkoreanische Konzern Daewoo Logistics 1,3 Millionen Hektar pachten – ein Gebiet, fast halb so groß wie Belgien. Doch der Bürgermeister von Antananarivo, Andry Rajoelina, nutzte die Empörung seiner Landsleute, als er im März 2009 den madagassischen Präsidenten Marc Ravalomanana stürzte und die Verhandlungen stoppt.“ (Erfolgsbeispiel)

http://fdcl-berlin.de/fileadmin/fdcl/Publikationen/PeakSoil_Titel_IHV_Einleitung.pdf
<http://www.fian.at/home/arbeitsbereiche/zugang-zu-ressourcen/landgrabbing/>

Land Grabbing*: Erfahrungsberichte

Die SchülerInnen erhalten einen Einblick in die Konflikthematik „Land Grabbing*“ über eine persönliche Erfahrungsebene.

Unterrichtsfächer: Biologie und Umweltkunde, Geografie und Wirtschaftskunde, Geschichte und Sozialkunde, Politische Bildung, Soziales Lernen, Ethik

Benötigte Materialien: Arbeitsblatt „Land Grabbing* – Erfahrungsberichte“

Erforderliche Räumlichkeiten/Ausstattung: Klassenraum

Ideal für: Kleingruppen

Zeitbedarf: ca. eine Unterrichtseinheit



Ziele

- Die Erfahrungsberichte zweier von Land Grabbing* Betroffener helfen den Schülerinnen und Schülern, den Konflikt nachzuvollziehen.
- Die Diskussion regt die SchülerInnen dazu an, sich Gedanken über Besitzverhältnisse im Kontext von Bodennutzung und über eine faire Verteilung zu machen.

Vorbereitung

Lesen Sie sich die Texte durch und bereiten Sie sich darauf vor, die Diskussion zu leiten.

Arbeitsschritte im Unterricht

1. Geben Sie den Schülerinnen und Schülern Zeit, um die Texte auf dem Arbeitsblatt gründlich zu lesen.
2. Brainstorming-Phase: Lassen Sie den Schülerinnen und Schülern den Raum zu freiem Gedankenaustausch und zum Sammeln von Argumenten. Kalkulieren Sie dafür zehn Minuten ein.
3. Führen Sie eine Diskussion in der Klasse und bieten Sie Input, wenn den Schülerinnen und Schülern Hintergrundwissen, z. B. in rechtlichen Bereichen oder globalen, politischen Zusammenhängen, fehlt.



Tip

Führen Sie diesen Versuch in einem Sesselkreis bzw. Sitzkreis durch. So fallen der Gedankenaustausch unter den Schülerinnen und Schülern und die Diskussion leichter.

Jede Schülerin und jeder Schüler soll nach der Brainstorming-Phase mindestens ein eigenes Argument oder einen Gedanken zu der Thematik erarbeiten.

Lies dir die Erfahrungsberichte von Bauer Ojwato aus Äthiopien und dem Einheimischen Don Juan Rodriguez aus Nordargentinien sorgfältig durch. Diskutiere mit deinen Mitschülerinnen und Mitschülern über die Erfahrungsberichte.

Warum wird mein Land abgesperrt?

Vor einem verschlossenen Eisengatter am Weg zwischen Ballivián und Cuchui berichtet der Argentinier Don Juan Rodriguez, was Landraub für sein Volk bedeutet:

„In San José lebten wir mit unseren Eltern. Die Leute jener Generation wurden 100 und mehr Jahre alt. Dieses Gatter, vor dem wir stehen, gab es nicht. Wir kannten die Leute nicht, die man ‚Ingenieure‘ nennt und ihre ethnische Herkunft auch nicht, denn wir waren alle Ureinwohner. Als ich jung war, konnten wir wandern, jagen, sammeln und die Dinge essen, die man als Ureinwohner zu essen pflegt. Überall war Wald. Wir sprachen früher von den Herren des Waldes. Doch dann kam jemand von woanders her, der meinte er sei der Herr. Er kam und vertrieb uns, die wir von hier stammen. Er hatte sich vorbereitet, um uns zu verjagen wie Tiere. Dieses Ding hier (Don Juan zeigt auf das Gatter), das man ‚Schloss‘ nennt, das kennen wir nicht. Ich kann nicht mit ihm reden. Die Regierung begann eines Tages mit dem Verkauf des Waldes, das Staatsland wurde ganz verkauft. Überall gab es unsere Gemeinden, mehr als 1.500 Ureinwohner wohnten hier. Zäune sind für uns eine Falle, wie ein Pferch, man kommt nicht rein, aber auch nicht raus. Ich bin nicht einverstanden mit dem, was die Regierung macht. Die Regierung schaut nicht auf die indigene Seite. Doch unser Leben ist der Wald. Er ist das einzige Leben, das wir haben. Aber jetzt, mit all den Abholzungen, wo sollen wir hin? Was sollen wir tun? Und was wird morgen sein? Wenn ich woanders hingehe, was wird aus meinen Kindern? Warum wird mein Land abgesperrt? Das kann doch nicht sein!“

(Übersetzung und Bearbeitung: Volker von Bremen, Brot für die Welt)

Davon ist bislang nichts passiert!

Der Bauer Ojwato steht auf seinem knapp einen Hektar großen Feld in Äthiopien.

Ojwato macht es wütend, dass auf seinem Feld angebaute Lebensmittel exportiert werden, während er und seine Familie auf Hilfslieferungen angewiesen sind.

„Als die Ausländer mit ihren großen Maschinen kamen, haben wir sie willkommen geheißen. Sie haben uns versprochen, dass sie uns Strom, Wasser und Krankenhäuser bringen. Davon ist bislang nicht passiert. Sie haben nur ein paar von uns schlechtbezahlte Arbeit gegeben“, sagt der Bauer.

(Philipp Hedemann aus Addis Abeba, DER STANDARD, Printausgabe, 27. 7. 2011)

Blumenerden ohne Torf*! Einkaufen oder ganz einfach selbst herstellen

Die SchülerInnen erlangen einen Einblick in die Ausgangsstoffe von gekauften Kultursubstraten und lernen Möglichkeiten zum Selbstmischen von Blumenerde kennen. Dies ist eingebettet in den Kontext der Verwendung biogener* Reststoffe und geschlossener Stoffkreisläufe. Torf* aus Hochmooren* wird aus Gründen des Moorschutzes nicht verwendet. Als Düngemittel kommen nur organische Dünger zum Einsatz.

89 Prozent der im österreichischen Handel erhältlichen Substrate und Bodenverbesserer sind torfhaltig, man findet lediglich elf Prozent ohne Torf-Zusätze (Stand 2010). Nach wie vor sind die hohe Wasserspeicherfähigkeit und ein ausreichend hoher Luftgehalt bei voller Wassersättigung die wesentlichen Argumente für die Verwendung von Torf* als Kultursubstrat. Zahlreiche Versuchsreihen in der jüngsten Vergangenheit haben aber gezeigt, dass es gänzlich torffreie Substrate gibt, die den konventionellen torfbasierten Produkten ebenbürtig sind.

Der Torf* und das Klima

Der Torfabbau für die Herstellung von Blumenerden bzw. Kultursubstraten spielt eine entscheidende Rolle in der Entwicklung unseres Klimas: Torfmoore sind sehr alte Ökosysteme. Sie entstanden in den vergangenen Jahrtausenden seit der letzten Eiszeit und wachsen nur etwa 1 mm im Jahr. Sie gehören zu den am meisten bedrohten Lebensräumen der Erde; circa drei Viertel der im Hochmoor* wachsenden Pflanzenarten stehen auf der „Roten Liste*“. Gerade vor dem Hintergrund des Klimawandels stellen Moore* wesentliche und effiziente CO₂-Senken dar. Moore* sind die größten Speicher für Kohlenstoff (C) pro Flächeneinheit. Sie können bis zu 700 Tonnen pro Hektar binden.

Das größte Problem beim Abbau von Torf* ist, abgesehen von der eigentlichen Zerstörung des Lebensraumes, die Freisetzung von Kohlendioxid (CO₂) und Lachgas (N₂O). Lachgas ist im Vergleich zu Kohlendioxid 300-fach klimaschädlicher. Der vormals über viele Jahrtausende gebundene Kohlenstoff wird beim Abbau schnell mobilisiert. Treibhausgase* sind die Folge. Obwohl Mooregebiete lediglich drei Prozent der Erdoberfläche abdecken, hat der klimakühlende Treibhausgasspeicher eine essenzielle Bedeutung bei der Eindämmung der Folgen des menschlich bedingten Klimawandels.

Der Transport

Österreich ist kein Torfproduktionsland, sondern ein reines Torfeinfuhrland, allerdings mit entsprechend klimaschädlichen Auswirkungen durch den Torfimport. Doch auch durch die Verwendung von Torfersatzprodukten*, wie Kokosfasern oder Copeat (Kokosmark), entstehen Emissionen* aufgrund langer Transportwege. Während Holzfasern, Rinden- und Grünkomposte regional aus biogenen* Reststoffen gewonnen werden, kommen Kokosmaterialien vornehmlich aus Sri Lanka und Indien. Mineralische Zuschlagstoffe*, wie Perlite, kommen aus Griechenland, Vermiculite (Al-Fe-Mg-Schichtsilikate) werden aus Südafrika und den USA bezogen.

Die Vorteile von Komposten* und deren Beimischung als Komponenten von Kultursubstraten bzw. Blumenerden liegen im hohen Krankheitsunterdrückungspotenzial aufgrund ihrer mikrobiologischen Pufferfunktion. Sie können mehr verfügbares Wasser in der Struktur speichern und müssen daher auch weniger häufig gegossen werden als torfhaltige Blumenerden.

Am positivsten für den Umweltschutz wirken jene Erden, die aus biogenen* Reststoffen bestehen, welche regional anfallen. Besonders die Verwendung von Rindenkompost und die Verwertung biogener* Reststoffe und organischer Abfälle sparen Energie und schonen endliche Ressourcen und das Klima. Im Schulgarten lässt sich Blumenerde auch sehr einfach selbst herstellen. Mit verschiedenen Zuschlagstoffen* können auch spezielle Erden für besonders trockenheitsliebende oder feuchtigkeitsliebende Pflanzengesellschaften selbst abgemischt werden.

Blumenerden ohne Torf*! Einkaufen oder ganz einfach selbst herstellen

THEMA
10

Ausgangsstoffe:

Qualitätskompost (55%) gemäß Kompostverordnung für den Anwendungsbereich Hobbygartenbau, Torf (39%), Holzfasern (5%), Ton (1%), mit Mineraldünger gem. DMVO 2004 stabilisiert.



Weiterführende Informationen

Filmtipp: „Wie ich meine Blumenerde selber mische“

Damit Pflanzen in Töpfen oder am Balkon mit Nährstoffen versorgt werden, ist die Mischung der Blumenerde sehr wichtig. Dieses Video zeigt, wie das geht: https://www.youtube.com/watch?v=ZuTUxsfAD_w (ca. vier Minuten)

Eine einfache Rezeptur für eine torffreie Blumenerde, die für Balkonkästen und Kübel geeignet ist, wird erklärt.

http://region-hannover.bund.net/themen_und_projekte/naturgarten/torffreie_erden/rezept_torffreie_erde/



Tipp

Beim Kauf von Blumenerde sollte darauf geachtet werden, dass diese torffrei ist. Die Aufschrift „Bio-Blumenerde“ bedeutet nicht, dass die Erde torffrei ist. Ein Gütesiegel, welches nachhaltige Blumenerden kennzeichnet, ist das „Österreichische Umweltzeichen“.



Möglichkeiten, das Thema auch fächerübergreifend zu vertiefen

Als Vertiefung können Sie mit den Schülerinnen und Schülern folgende Fragen bearbeiten:

- Aus welchen Ausgangsstoffen setzen sich Blumenerden zusammen?
- Warum sollten wir beim Kauf von Blumenerde darauf achten, dass diese torffrei ist?
- Welche Alternativen gibt es zur torfhaltigen Blumenerde?
- Kokosfasern und Reisspelzen: Was kann noch alles in Blumenerden enthalten sein?
- Wie können Blumenerden mehr Wasser aufnehmen und speichern?
- Wie werden Blumenerden durchlässiger?
- Was ist der Unterschied zwischen Torf* und Moor?



Aha!

Bioerden garantieren keine Torffreiheit. Die Vorsilbe „Bio-“ im Bereich von Blumenerden ist nicht wie im Lebensmittelbereich durch gesetzliche Regelungen gedeckt. Daher soll immer die Liste der Inhaltsstoffe auf Torffreiheit hin überprüft werden.

Hast du Folgendes gewusst?

- Moore speichern 700 Tonnen Kohlenstoff pro Hektar – das ist circa viermal so viel, wie der Wald speichern kann.
- Die gesamten Transport-Emissionen* der Torfimporte Österreichs für ein Jahr entsprechen der CO₂-Speicherkapazität von vier Hektar Wald – das sind im Jahr etwa 40 Tonnen CO₂.
- Mooregebiete machen bloß drei Prozent der Erdoberfläche aus. Sie sind als klimakühlende Treibhausgasspeicher im Kampf gegen den Klimawandel aber von großer Bedeutung.
- Beim Abbau von Torf* kommt es zur Freisetzung von Kohlendioxid (CO₂) und Lachgas (N₂O). Lachgas ist im Vergleich zu Kohlendioxid sogar 300-fach klimaschädlicher.
- Torfmoore wachsen nur etwa 1 mm im Jahr.
- Viele Blumenerden haben Torfanteile von 90 Prozent und mehr.

Blumenerde selbst herstellen

Die SchülerInnen mischen selbst eine torffreie Blumenerde und lernen, wofür die einzelnen Komponenten gebraucht werden, wie sie diese selbst herstellen bzw. wo sie diese besorgen können. Die SchülerInnen stellen Blumenerden in verschiedenen Mischungsverhältnissen für unterschiedlichste Pflanzengesellschaften her: von einer eher sandigen, durchlässigen und wenig humosen Blumenerde über eine „Standard-Blumenerde“, welche für eine Vielzahl von Gartenpflanzen geeignet ist, bis hin zu einer sehr nährstoffreichen, wasserspeichernden Erdmischung.

Unterrichtsfächer: Geografie und Wirtschaftskunde, Biologie und Umweltkunde, Geschichte und Sozialkunde, Politische Bildung, Ethik, Chemie, Bildnerische Erziehung, Berufsorientierung, Soziales Lernen, Technisches Werken

Benötigte Materialien: Sand, Kompost*, Gartenerde (genaue Mengenangaben abhängig von gewünschter Menge), Urgesteinsmehl, evtl. Kokosfasern oder Holzfasern, Zuschlagstoffe* wie z. B. Bentonit („Tonmehl“) oder Perlit zur Wasserspeicherung, Lavasand und/oder feiner Ziegelsplitt als Drainage*, Regenwurmhumus, organische Düngemittel etc., Handschuhe, Messbecher, größere Behälter wie z. B. Mörtelwannen zum Mischen der Komponenten

Ideal für: Kleingruppen

Zeitbedarf: ca. eine Unterrichtseinheit



Ziele

- Blumenerden selbst herstellen
- Die SchülerInnen lernen Alternativen zu herkömmlichen Torf-Blumenerden im Handel kennen
- Die SchülerInnen lernen die Eigenschaften von Torfersatzprodukten* und Zuschlagstoffen* kennen
- Entwicklung eines Verständnisses für die Wechselwirkungen zwischen Bodenbestandteilen und Ansprüchen von Pflanzen
- Darstellung negativer Einflüsse menschlicher Lebenstätigkeit und Schädigungen der Umwelt (Konsum, eigenes Verhalten, Klimarelevanz) und mögliche Handlungskonsequenzen, exemplarisch festgemacht am Beispiel Kultursubstrate/Blumenerde

Vorbereitung

Stellen Sie die Komponenten zur Herstellung der Blumenerden zusammen. Es werden vor allem Gartenerde, gesiebter Kompost* und Sand benötigt. Ein Erdgemisch dieser drei Bestandteile im gleichen Mengenverhältnis, d. h. zu je einem Drittel abgemischt, eignet sich für die meisten Pflanzen bzw. Kulturen.

Für spezielle Erdmischungen und zum Experimentieren sind weitere Zuschlagstoffe* und Bodenhilfsstoffe* bereitzustellen: Holzfasern, Kokosfasern, Urgesteinsmehl, Bentonit („Tonmehl“), Perlit, Lavasand, Regenwurmhumus etc.



Rezept „Standard-Blumenerde“ – geeignet für die meisten Pflanzenarten:

1/3 Sand als Drainage*

1/3 Gartenerde als Grundlage

1/3 gesiebter Kompost* als Nährstofflieferant

Arbeitsschritte im Unterricht

1. Jede Kleingruppe mischt zunächst aus den drei Hauptkomponenten zu je gleichen Teilen die „Standard-Blumenerde“: 1/3 Gartenerde, 1/3 Feinkompost (gesiebter Kompost*) und 1/3 Sand.
2. Zur Herstellung von Spezialerden für besonders trockenheitsliebende Pflanzengesellschaften überlegen die SchülerInnen, welche Mischkomponenten und Zuschlagstoffe* der Standard-

Blumenerde selbst herstellen

Blumenerde beigemischt werden sollten, um eine eher durchlässige Blumenerde zu erhalten. Ebenso diskutieren die SchülerInnen, welche Mischkomponenten helfen könnten, Wasser zu speichern und so die Blumenerde auf eher feuchtigkeitsliebende Pflanzenarten abzustimmen.

3. Auf Basis der Standard-Blumenerde werden von jeder Kleingruppe eine Spezial-Blumenerde für trockenheitsliebende und eine Spezial-Blumenerde für feuchtigkeitsliebende Pflanzengesellschaften abgemischt. Die Mengenverhältnisse der Ausgangsstoffe werden dokumentiert.
4. Im Anschluss werden die unterschiedlichen Spezialerden, deren Zusammensetzung und die von den einzelnen Kleingruppen gewählten Ausgangsstoffe miteinander verglichen und diskutiert.
5. Vergleich und Diskussion der Ergebnisse
 - Wie sehen die verschiedenen gemischten Erden aus? Wie riechen sie und wie fühlen sie sich an?
 - Wie könnte die Zusammensetzung der Blumenerde für trockenheitsliebende oder feuchtigkeitsliebende Pflanzengesellschaften aussehen?
 - Welche Komponenten sollten erhöht, welche verringert werden?
 - Welche Zusätze speichern Wasser oder Nährstoffe?
 - Welche Pflanzen eignen sich für welche Blumenerde?
 - In welchem Verhältnis steht der Mehraufwand im Dienste des Umweltschutzes zum Kauf konventioneller Blumenerde?
 - Welche weiteren Faktoren außer der Erde beeinflussen das Pflanzenwachstum?



Tipp

Die selbst hergestellte Blumenerde kann im Schulgarten z. B. zum Anbau verschiedenster Kräuter verwendet werden:

- Spezial-Blumenerde für trockenheitsliebende Kräuter, welche magere Bodenverhältnisse bevorzugen, z. B. Rosmarin, Lavendel, Salbei, Thymian, Ysop, Majoran, Oregano
- Standard-Blumenerde für Kräuter, die einen durchlässigen, humosen Boden mögen, z. B. Estragon, Bohnenkraut, Dill, Borretsch, Schnittlauch
- Spezial-Blumenerde für frische, nährstoffreiche Böden und Kräuter wie z. B. Melisse, verschiedene Minzen, Petersilie



Tipp

Der Versuch 10.1 „Blumenerde selbst herstellen“ eignet sich sehr gut in Kombination mit dem Bau einer Kräuterspirale. Die selbst produzierten Erdmischungen können dann „fließend“ von der untersten nährstoffreich-frischen bis zur obersten mediterranen, trocken-mageren Bodenschicht verlaufend eingebracht werden.



Hinweis

Wie Kompost* auch im Schulgarten selbst hergestellt werden kann, zeigt der Versuch 1.2 „Wie Erde entsteht“.

Bodenpflege und Humusaufbau

Im direkten schulischen Umfeld lassen sich auf sehr anschauliche Art und Weise die Zusammenhänge zwischen gärtnerischer und landwirtschaftlicher Praxis, Bodenpflege und Möglichkeiten zum Humusaufbau veranschaulichen. Pflanzbeete, kleine Schulgartenbereiche mit Nutzpflanzen, Hügel- und Hochbeete sind sehr gut geeignet, um bodenbelebende Bewirtschaftungsweisen für SchülerInnen während des laufenden Schulbetriebes sichtbar zu machen und Bezüge zur landwirtschaftlichen Lebensmittelproduktion heute, aber auch zu den Anfängen und der historischen Entwicklung der Landwirtschaft herstellen zu können.

Vor ca. 12.000 Jahren begannen die Menschen im Gebiet des „fruchtbaren Halbmondes“, Pflanzen anzubauen. Der fruchtbare Halbmond beschreibt einen weiten Bogen, der sich vom Persischen Golf über den Norden von Syrien, den Libanon, Israel, Palästina und Jordanien erstreckt. Damit war der Grundstein der Landwirtschaft gelegt. Als Erstes wurden Getreide (Gerste, Einkorn, Emmer) und Hülsenfrüchte angebaut. Später wurden die ersten Ziegen und Rinder domestiziert. Die Landwirtschaft wurde 5500 v. Chr. vom Balkan entlang der Donau nach Mitteleuropa gebracht. Es kamen im Laufe der Zeit neue Entwicklungen, wie der Pflugbau, hinzu. Die Verbreitung der Landwirtschaft führte zu einer erhöhten Nahrungsproduktion. Als Konsequenz nahm die Bevölkerungszahl um mindestens das Hundertfache zu. Vor der Erfindung der Landwirtschaft lebten vier bis acht Millionen Menschen auf der Erde, im Jahr 1760 – vor Beginn der industriellen Revolution – etwa 800 Millionen.

Dreifelderwirtschaft

Etwa 1100 n. Chr. setzte sich die Dreifelderwirtschaft durch, bei der die Felder im Dreijahresrhythmus (Wintergetreide – Sommergetreide – Brache/Grünland) bewirtschaftet wurden. In den Dörfern wurde die Dorfflur in drei Großfelder aufgeteilt, an denen alle Bäuerinnen und Bauern des Dorfes gleichmäßig beteiligt waren.

Zwischen dem 16. und dem 18. Jahrhundert erfolgte eine zunehmende Intensivierung der Landwirtschaft. Im 19. Jahrhundert, zeitgleich mit den Entwicklungen der modernen Chemie, wurde das erste Mal synthetischer Dünger in der Landwirtschaft eingesetzt. Mit der weiteren Technisierung und der industriellen Revolution fand ein Umbruch in der Landwirtschaft statt. Heutzutage ist die Landwirtschaft globalisiert und ein internationaler Agrarmarkt hat die ursprüngliche Selbstversorgungskultur weitgehend ersetzt.

Seit den Ursprüngen der Landwirtschaft haben die Menschen zahlreiche Methoden entwickelt, um Produkte haltbar zu machen, Erträge zu steigern und neue Nahrungsmittel zu schaffen. Dazu gehören Zucht, verschiedene Anbaumethoden, Gärung, Räuchern, Einlegen und unzählige weitere.

Damals wie heute eignen sich vor allem lehmige Böden am besten für eine landwirtschaftliche, aber auch gartenbauliche Nutzung. Lehmige Böden mit ihren nahezu gleichen Anteilen an sandigen, schluffigen und tonigen Bestandteilen weisen durch ihr ausgewogenes Verhältnis von Grob- und Feinporen einen ausgeglichenen Wasser- und Nährstoffhaushalt auf. Vor allem „leichte“ sandige Lehm Böden eignen sich aufgrund der ausreichenden Belüftung und der guten Bearbeitbarkeit für den Anbau der meisten Kulturen.

Für den Anbau von z. B. Erdäpfel oder Karotten kann in Teilbereichen Sand eingearbeitet werden, um den Boden zu lockern und so die Anbaubedingungen für diese Kulturen zu verbessern.

Der ideale Boden besteht zu:

- 50 Prozent aus Festsubstanz
- 30 Prozent aus wasserführenden Mittel- und Feinporen
- 20 Prozent aus luftführenden Grobporen

Das durch die Wettereinwirkung und die Tätigkeit von Pflanzen, Tieren und Mikroorganismen entstandene und langsam „gewachsene“ Bodengefüge wird durch schonende Bodenpflegemaßnahmen nachhaltig stabilisiert, was wesentlich zum Humusaufbau und damit zur Bodenfruchtbarkeit und Lebendigkeit eines Bodens beiträgt.

Zur Erhaltung eines stabilen Bodengefüges werden, außer wenn es sich um schwere, lehmige Böden handelt, im Rahmen einer Neuanpflanzung oder Neuansaat nur oberflächliche Bodenlockerungsmaßnahmen durchgeführt und unerwünschte Wildkräuter entfernt. Ebenso wie Mulchen* erhält oberflächliches Harken die Bodenfeuchtigkeit, da so die Verdunstung über die bis an die Oberfläche reichenden Poren* unterbrochen wird.

Humusaufbauende Wirkungen haben Kompostbeigaben, Gründüngungen* und organische Handelsdünger, welche im Gegensatz zu chemisch-synthetischen Mineraldüngern vorrangig auf die Förderung des Bodenlebens abzielen.



Weiterführende Informationen

Warum Torf* nicht mehr in Pflanzerden verwendet werden soll und welche Stoffe Alternativen bieten, wird auf dieser Seite erklärt: <https://www.nabu.de/natur-und-landschaft/aktionen-und-projekte/torffrei-gaertnern/10866.html>

Eine große Sammlung von Wissenskarten zu verschiedensten Pflanzenarten und Pflanzenabbildungen finden Sie unter http://www.medi-enwerkstatt-online.de/lws_wissen/?level=1&kategorie_1=Pflanzen.

Filmtipp: „Wildkräuter“

Westdeutscher Rundfunk Köln, Sendung mit der Maus: <http://www.wdrmaus.de/sachgeschichten/sachgeschichten/wildkraeuter.php5> (ca. fünf Minuten)



Möglichkeiten, das Thema auch fächerübergreifend zu vertiefen

Als Vertiefung können Sie mit den Schülerinnen und Schülern folgende Fragen bearbeiten:

- Was ist Mulchen* und warum ist es gut für den Boden?
- Was sollte beim Düngen von Pflanzen beachtet werden?
- Welche Dünger eignen sich im Naturgarten?
- Welches Bodenlebewesen* ist für die Humusbildung besonders von Bedeutung und warum?
- Nimmt die Menge an Humus auf der Erde zu, ab oder bleibt sie gleich? Begründe deine Antwort.
- Welche traditionellen landwirtschaftlichen Methoden kennt ihr? Welche habt ihr schon persönlich erlebt?



Aha!

Wie lange dauert es, bis sich 1 cm Humus gebildet hat?

Es dauert etwa 100 Jahre, bis sich 1 cm Humus gebildet hat.

Hat die Bodenbearbeitungstiefe, z. B. tiefes Pflügen in der Landwirtschaft, negative Auswirkungen auf die Umwelt?

Ja, je tiefer gepflügt wird, desto höher ist die CO₂-Abgabe des Bodens. Je tiefer und öfter gepflügt wird, desto weniger Bodenleben gibt es.

Nach wie vielen Jahren ist die Befüllung eines Hochbeetes mit Ästen, Zweigen, Blättern und Grobkompost vollständig zu fruchtbarem Kompost* umgewandelt worden und kann im Garten verteilt bzw. weiterverwendet werden?

Nach fünf bis sieben Jahren hat sich ein Hochbeet in Kompost* verwandelt.

Bodenpflege im Schulgarten

Die SchülerInnen lernen, wodurch die Qualität eines Bodens bestimmt wird und wie diese durch unterschiedliche Bodenpflegemethoden (Mulchen* und Gründüngung*) verbessert werden kann. Auf einer Versuchsfläche im Schulgarten, die von den Schülerinnen und Schülern über längere Zeit gepflegt und beobachtet wird, werden ihnen die Themen Bodenpflege, Bodenfruchtbarkeit und Boden vitalität praktisch vermittelt. Außerdem kommen Methoden zum Einsatz, welche die SchülerInnen in den vorangegangenen Versuchen kennengelernt haben, wie beispielsweise die „Fingerrollprobe“ zur Bestimmung der Bodenart.

Unterrichtsfächer: Geografie und Wirtschaftskunde, Biologie und Umweltkunde, Chemie

Benötigte Materialien: Spaten, Rechen, Schaufel, Grabgabel, Schild, verschiedene Mulchmaterialien* je nach Anzahl der Versuchsflächen (z. B. Grasschnitt, Laub, Hanfhäcksel, Kiesmulch, Brennnesselblätter), Jungpflanzen, Gründüngung* (z. B. Buchweizen, Phacelia, Leguminosenmischung), Gießkanne

Erforderliche Räumlichkeiten/Ausstattung: Schulgarten, Möglichkeit zur Bewirtschaftung einer kleinen Gartenfläche, Wasseranschluss

Ideal für: ganze Klasse

Zeitbedarf: mehrere Einheiten im Frühjahr



Ziele

- Erlernen der Methoden „Mulchen*“ und „Gründüngung*“ zur Bodenpflege
- Beobachten der Auswirkungen der Bodenpflege auf die Bodenqualität über einen längeren Zeitraum hinweg
- Die SchülerInnen lernen, welche positiven Effekte bodenpflegende Maßnahmen, wie Mulchen*, Gründüngung*, und eine bodenschonende Bearbeitung auf die Bodenvitalität und -fruchtbarkeit haben.
- Die SchülerInnen lernen, durch geeignete Bodenpflegemaßnahmen die Bodenaktivität anzukurbeln und das Bodenleben zu „füttern“.



Tipp

Diesen Versuch sollten Sie mit den Schülerinnen und Schülern im Frühjahr durchführen.



Vorbereitung

Sichten Sie im Schulgarten mögliche Beet- bzw. Gartenflächen in möglichst sonnenexponierter Lage. Es werden mindestens 4 m² benötigt. Bedenken Sie, dass die Beet- bzw. Gartenfläche über einen längeren Zeitraum besetzt sein wird.



Tipp

Für diesen Versuch benötigen die SchülerInnen schon einiges an Vorwissen zum Thema Boden. Es ist von Vorteil, wenn Sie mit ihnen bereits den Versuch 5.1 „*Bodenuntersuchung (Fingerrollprobe zur Feststellung der Bodenart)*“ durchgeführt haben.



Arbeitsschritte im Unterricht

1. Die SchülerInnen beurteilen die Bodenqualität der Versuchsfläche im Schulgarten und führen die Methode „Fingerrolle“ zur Bestimmung der Bodenart durch.
 - Welche Bodenart findet ihr auf der Versuchsfläche im Schulgarten vor?
 - Eignet sich der Boden als Gartenboden? Warum? Warum nicht?
 - Wie kann der Boden als Gartenboden nutzbar gemacht werden?



Tipp

Damit auch nach längerer Zeit klar ist, um welche Versuchsfläche es sich handelt, sollten die Versuchsflächen beschildert werden. Hier kann auf Methoden und Materialien des Versuchs 11.2 „*Pflanzetiketten selbst basteln*“ zurückgegriffen werden.

Bodenpflege im Schulgarten

2. Die Versuchsfläche wird in vier gleich große Beete unterteilt. Die SchülerInnen benennen die Versuchsflächen und vermerken diese auf dem Arbeitsblatt „Bodenqualität“.
3. Nun bepflanzen Sie die Versuchsflächen mit den Schülerinnen und Schülern nach einem identischen Schema, damit das Wachstum verglichen werden kann. Es sollen auf jeder Fläche die gleichen Pflanzenszusammenstellungen und gleich große Abstände zwischen den Pflanzen eingehalten werden.

- Welches Mulchmaterial* tut dem Boden am besten?
- Auf welcher Versuchsfläche wachsen die Pflanzen am besten bzw. am schlechtesten? Woran ist das zu erkennen?
- Wie unterscheiden sich die Bodenstrukturen?
- Warum funktionieren nicht alle Bodenverbesserungsmethoden gleich gut?
- Wie werden sich die Unterschiede zwischen den Versuchsflächen weiterentwickeln?



Tipp

Für die Pflanzung im Frühling eignen sich vor allem verschiedene Salate und Kohlrabi.

4. Sind alle Beete bepflanzt, bringen die SchülerInnen die Mulchmaterialien* auf: Auf drei der vier Beete werden unterschiedliche Mulchmaterialien* aufgebracht. Die Mulchmaterialien* werden ca. 3 bis 5 cm dick aufgetragen. Ein Beet wird nicht gemulcht und bleibt „offen“.
5. Die SchülerInnen notieren auf dem Arbeitsblatt „Bodenqualität“, welches Beet mit welchem Material gemulcht wurde und welches der Beete „offen“ ist.
6. Die Beete werden gleichmäßig bewässert.
7. Erstellen Sie mit den Schülerinnen und Schülern einen Pflegeplan und klären Sie ab, wer welche Pflegearbeiten zu welchem Zeitpunkt übernimmt.
8. In regelmäßigen Abständen von einer Woche beurteilen die SchülerInnen das Pflanzenwachstum und die Vitalität des Bodens. Die Ergebnisse werden in das Arbeitsblatt „Bodenqualität“ eingetragen.
9. Nutzen Sie auch die Zeit dazwischen, um mit den Schülerinnen und Schülern das Gelernte und Gesehene zu reflektieren und zu wiederholen. Besprechen Sie die Beobachtungen der SchülerInnen.
 - Wie hat sich die Bodenqualität verändert?
 - Welches der Beete ist derzeit das vitalste?
 - Auf welchem Beet gedeihen die Pflanzen am besten?



Tipp

Falls die SchülerInnen Schädlinge entdecken, können sie sich auf folgenden Websites über ökologische Maßnahmen erkundigen:

<http://www.kuebelpflanzeninfo.de/pflege/schaedling.htm>

<http://www.gartentipps.com/schaedlinge-bekaempfen-5-natuerliche-mittel-zur-bekaempfung.html>



Hinweis

Falls Sie mit den Schülerinnen und Schülern den Versuch 6.2 „*Bodenlabor – Glühverlust (Humusgehalt ermitteln)*“ noch nicht durchgeführt haben, können Sie diese nach Belieben kombinieren.

Arbeitsblatt *Bodenqualität*

Versuchsflächen

Wie entwickeln sich die vier Versuchsflächen? Wie geht es den Pflanzen? Vergleiche im Abstand von einer Woche die Pflanzen anhand deren Höhe (Wachstum) und Blätterdichte. Beurteile die Bodenvitalität (Bodenlebewesen*, Lockerheit, Wasserspeicher etc.) der verschiedenen Versuchsflächen!

Versuchsfläche 1			
Mulchmaterial*:			
Woche	Pflanzhöhe	Blätterdichte	Bodenvitalität
1			
2			
3			
4			
5			
6			

Versuchsfläche 2			
Mulchmaterial*:			
Woche	Pflanzhöhe	Blätterdichte	Bodenvitalität
1			
2			
3			
4			
5			
6			

Versuchsfläche 3			
Mulchmaterial*:			
Woche	Pflanzhöhe	Blätterdichte	Bodenvitalität
1			
2			
3			
4			
5			
6			

Versuchsfläche 4			
„offen“ (kein Mulchmaterial*)			
Woche	Pflanzhöhe	Blätterdichte	Bodenvitalität
1			
2			
3			
4			
5			
6			

Pflanzetiketten *selbst basteln*

Die SchülerInnen wählen ihr Bastelmaterial selbst aus und basteln aus den mitgebrachten Materialien Pflanzetiketten für Beete und Pflanztöpfe. So stellen sie einen Nutzgegenstand her und schaffen gleichzeitig ein kleines Kunstwerk.

Unterrichtsfächer: (Technisches) Werken

Benötigte Materialien: wasserfeste Stifte, wasserfeste Farben, Scheren, LötKolben, Laubsägen, Klebstoff, unterschiedliche Materialien (beispielsweise Ton, Holz, Steine, Wäscheklammern aus Holz, Eisstiele aus Holz), Pinsel, Schleifpapier, alte Stoffreste und Zeitungen

Erforderliche Räumlichkeiten/Ausstattung:

Werkraum, Arbeitstische

Ideal für: Einzelarbeit

Zeitbedarf: ca. eine Unterrichtseinheit



Ziele

- Arbeit mit unterschiedlichen Materialien und Werkzeugen
- Bewusstseinsbildung im Sinne von Ressourcenschonung, Up- bzw. Recycling* und Cradle-to-Cradle*. Die SchülerInnen lernen, dass Dinge auch selbst hergestellt werden können.
- Verbindung aus kreativem Arbeiten mit der Schaffung eines Nutzgegenstandes

Vorbereitung

Geben Sie den Schülerinnen und Schülern in der vorangehenden Unterrichtseinheit die Aufgabe, Materialien für die Pflanzetiketten (wenn möglich) von zu Hause mitzubringen bzw. diese selbst zu sammeln. Die SchülerInnen haben so die Möglichkeit, mit ihren Lieblingsmaterialien zu arbeiten. Darüber hinaus ist diese Vorgehensweise ressourcenschonend.



Tipp

Achten Sie darauf, dass nur schadstofffreie und ökologisch abbaubare Materialien verwendet werden. Weisen Sie die SchülerInnen darauf hin, dass sie keine Materialien einkaufen sollen.

Arbeitsschritte im Unterricht

1. Begutachten Sie mit den Schülerinnen und Schülern gemeinsam die mitgebrachten Materialien. Sortieren Sie Materialien, die Schadstoffe enthalten, aus und entsorgen Sie diese.
2. Stellen Sie den Schülerinnen und Schülern die Bedienung der Werkzeuge und die Sicherheitsregeln (LötKolben, Laubsäge) vor.



Tipp

Aus Sicherheitsgründen und zur Ermutigung lassen Sie alle SchülerInnen die Werkzeuge ausprobieren.



Tipp

Das Arbeiten mit LötKolben und Laubsäge sollte aus Sicherheitsgründen an einem Tisch stattfinden, damit Sie das Geschehen besser beaufsichtigen können.

3. Geben Sie den Schülerinnen und Schülern Inputs, wie Pflanzetiketten ausschauen können, wenn diese danach verlangen (beispielsweise in Form von Bildern).
4. Die SchülerInnen basteln nach eigenen Ideen Pflanzetiketten.
5. Begutachten Sie mit der Klasse die Vielfalt der gebastelten Pflanzetiketten.
 - Mit welchen Werkzeugen haben die SchülerInnen gerne gearbeitet?
 - Wieso ist es wichtig, für Pflanzetiketten nur schadstofffreie Materialien zu verwenden?
 - Welche Vorteile seht ihr darin, Pflanzetiketten selbst herzustellen, wenn möglich sogar aus recycelten Materialien, anstatt einfach welche einzukaufen? Haben Recycling* und Upcycling* Auswirkungen auf den Boden bzw. den Bodenverbrauch?



Tipp

Falls Sie Pflanzetiketten für Ihr Schulbeet oder Pflanzen in der Klasse basteln, teilen Sie ein, wer für welche Beete Etiketten bastelt und welche Informationen (z. B. Pflanzennamen, Saatzeitpunkt, Erde- und Düngertyp) wichtig sind.

Garten- und Bewirtschaftungspraxis im Schulgarten

Die SchülerInnen bekommen einen Einblick in die Prinzipien naturgemäßer Bewirtschaftungsweise mit Mischkultur, Fruchtfolge, organischen Düngern, bodenverbessernden Maßnahmen und Selbstanzucht von Pflanzen. Durch den Eigenanbau von Pflanzen bekommen die SchülerInnen die Instrumente und den Kompetenzaufbau zum eigenständigen Gärtnern. Mit der Planung, dem Bau und der Anlage eines Nutzgartens und eines Hochbeetes werden zudem Planungskompetenzen und handwerkliche Fähigkeiten vermittelt.

Grüne Lernorte, gemeinschaftlich von und mit Kindern bewirtschaftet und umgesetzt, laden zum Ernten und Genießen ein. Das Wissen über Heilkräuter und Wildgemüse, die Kulturgeschichte der Pflanzen, Techniken zum Ernten, Lagern, Verarbeiten, Haltbarmachen werden durch eigenes Tun und Entwickeln hautnah vermittelt. Mit der eigenen Ernte im Schulgarten können Kinder und Jugendliche ihren „grünen Daumen“ unter Beweis stellen.

Mit Einstiegspflanzen wie Paradeiser erzielen auch junge Gartenexperten und -expertinnen schnell gärtnerische Erfolge – und das auch auf kleinstem Raum, in der kleinsten Kiste und selbst im Blumentopf. Eigener Kompost* ernährt die Pflanzen und Nützlinge, wie Florfliegenlarven oder Schwebfliegenlarven, helfen im Schulgarten gegen Blattläuse.

Mischkultur und Fruchtfolge

Kulturpflanzen können den Boden mit der Zeit auslaugen, Wurzelausscheidungen beeinträchtigen das Wachstum und der Boden ermüdet vor allem beim Anbau von nur einer Kultur sehr schnell.

Jede Pflanze stellt besondere Ansprüche an ihre Umgebung, damit sie gut wachsen kann. Mischkulturtabellen geben Aufschluss darüber, welche Pflanzenkombinationen gut zusammenpassen und welche Pflanzen sich weniger günstig beeinflussen. Gute Nachbarn halten Krankheiten und Schädlinge fern, verbessern Ertrag und Qualität.

Unter „Fruchtfolge“ versteht man die zeitliche Aufeinanderfolge verschiedener Kulturpflanzen mit unterschiedlichem Nährstoffbedarf auf ein und demselben Beet oder Feld. Die Fruchtfolge soll die Bodenfruchtbarkeit nachhaltig erneuern und erhalten. Sie wird am besten durch die Anlage, die Pflege und die Bewirtschaftung eines Gemüsegartens nach den Prinzipien der Vierfelderwirtschaft erlebbar gemacht.



Tipp

Es gibt eine große Bandbreite an Pflanzengemeinschaften für ein Nutzbeet, und alle haben ihre Eigenheiten, die es zu beachten gilt.

Schwachzehrer*: Feldsalat, Rucola, Kresse, Radieschen, Petersilie, Bohnen, Erbsen, Kräuter

Mittelzehrer*: Salat, Mangold, Kohlrabi, Chinakohl, Fenchel, Knoblauch, Karotten, Erdäpfel, Zwiebeln, Fenchel, Rote Rüben, Pastinaken

Starkzehrer*: Gurken, Rhabarber, Kürbisse, Paradeiser, Zucchini, Artischocken, Sellerie, Kohlarten, Endivien, Porree, Melonen



Tipp

Bei Arten derselben Pflanzenfamilie ist ein Abstand von mindestens drei Jahren einzuhalten, um Schädlings- und Krankheitsbefall vorzubeugen.

Ringelblumen, Tagetes, Leguminosen* und Gründüngung* verbessern als Zwischenfrüchte den Boden und fördern die Pflanzengesundheit.

Hochbeete – hoher Ertrag in bequemer Höhe

In Hochbeeten lassen sich nicht nur höhere Erträge erzielen, sie stellen auch eine – vor allem für Schulgärten – besonders praktische Methode zum Anbau von Nutzpflanzen dar. Hochbeete sind im Prinzip die Weiterentwicklung von Hügelbeeten und fanden schon im Mittelalter in Klöstern Verwendung. Im Inneren eines Hochbeetes verrotten Pflanzenreste, was die Temperatur ansteigen lässt und das Pflanzenwachstum fördert. Dadurch werden die Erträge

Garten- und Bewirtschaftungspraxis im Schulgarten

THEMA
12

gesteigert und ganz nebenbei wird auch fruchtbare Erde erzeugt, die später einmal im Schulgarten Verwendung finden kann. In der Regel besteht die unterste Schicht eines Hochbeets aus grobem Astmaterial. Darauf folgen eine Laubschicht (evtl. auch Rasensoden*) und eine Schicht Grobkompost. Die oberste Schicht besteht aus feiner Erde mit gesiebttem Kompost*.

Hochbeete lassen sich auf kleinem Raum anlegen und sind durch ihre Erhöhung auch von Rollstuhlfahrenden und Menschen mit Rückenproblemen leichter zu bewirtschaften. Aus arbeitstechnischen Gründen sollten Hochbeete eine Breite von 130 cm nicht überschreiten. Hinsichtlich der Länge sind keine Grenzen gesetzt. Bei Holz-Hochbeeten ab einer Länge von 180 cm sollten jedoch weitere Stützpfiler oder quer verbaute Metallgewindestangen für eine zusätzliche Seitenstabilität sorgen.

Durch Eigenanbau, Pflege und Ernte können die SchülerInnen einen intakten, lebendigen (Garten-)Boden erleben. Zudem sind bei Hochbeeten die laufenden Pflegemaßnahmen überschaubarer und leichter durchzuführen als in einem gewöhnlichen Gemüse- oder Kräutergarten. Ein seitlich integriertes Forschungsfenster mit einer Holzklappe zum Abdunkeln gewährt Einblicke ins Innere eines Hochbeetes und lädt zum Entdecken und Forschen ein. Es ermöglicht die Ansicht des Hochbeetaufbaus, die Erforschung von Bodentieren an ihrem „Arbeitsplatz“ und macht die allmähliche Vererdung des eingebrachten organischen Schichtaufbaus erlebbar.

Kompost* – Lebensraum und wertvoller Dünger

Ein Kompostplatz im Schulgarten erfordert nicht unbedingt einen eigenen Komposter. Die im Schulgarten anfallenden organischen Abfälle können auch ganz einfach durch ein schichtweises Aufeinanderschichten einer Kompostmiete kompostiert werden.

Ganz egal welches Kompostierungssystem bzw. welcher Komposter bevorzugt wird, ein Kompostplatz ist der ideale Ort, um Schülerinnen und Schülern die Prinzipien der Kreislaufwirtschaft vom Rohmaterial bis zum wertvollen Naturdünger zu vermitteln. Der Kompostplatz ist zugleich Lebensraum zahlreicher Bodentiere und Nährstofflieferant für den Schulgarten. Neben einfachen Kompostern im Handel aus Holz, Kunststoff oder auch Metall lassen sich Komposter auch leicht selbst bauen

oder auch einfach ohne Umrandung als Kompostmiete gestalten. Aufwendiger gebaut sind kleine Kompostieranlagen mit zwei getrennten Kammern, einer Heißrottekammer und einem angeschlossenen „kühleren“ Kompostwurbereich. Die Heißrottekammer dient der Vor-Verrottung von Garten- und Küchenabfällen, die in weiterer Folge an die Kompostwürmer in der angeschlossenen kühleren Kammer verfüttert werden.



Tipp

Eine „Hot-Worm-Box“ kann über die Firma Vermigrand bezogen werden.

<https://www.vermigrand.eu/store-search-result.php?keywords=wormbox>

Ökologische Bewirtschaftung

Die Pflege und die Bewirtschaftung von Schulgärten beruhen ausschließlich auf vorbeugenden und biologischen Pflanzenschutzmaßnahmen in Kombination mit organischem Dünger und Kompost*. Bodenverbessernde Maßnahmen werden ausschließlich ohne die Verwendung von Torf* oder torfhaltigen Erden durchgeführt.

Hochbeete sind auch Nützlingsquartiere

Hochbeete aus Holz oder auch aus Stein dienen als Unterschlupf für zahlreiche Lebewesen. Wildbienen und andere Insekten finden in Hohlräumen Unterschlupf und Nistmöglichkeiten. Sandige Stellen, die vegetationsfrei bleiben und Raum für Nistgänge bieten, bieten Lebensraum für erdlebende Einsiedlerbienen und -wespen. Auch in Totholzelementen mit unterschiedlich großen Löchern finden Wildbienen und Wespen, aber auch andere Insekten ein Zuhause. Bienen und andere Nutztiere sind wichtig für die Bestäubung der Pflanzen. Auch von anderen Gestaltungselementen profitieren unsere heimischen Tiere. Gartenvögel und auch Igel können Hecken zum Verstecken, zum Nisten und zur Nahrungssuche verwenden. Unter Steinen leben u. a. Asseln, Ohrwürmer und Larven verschiedenster Insekten.

Garten- und Bewirtschaftungspraxis im Schulgarten

Eine für Schulfreiräume geeignete, vielfältige Pflanzenauswahl ist sehr wesentlich für das Gartenerlebnis und die Motivation von Kindern und Jugendlichen. Im Schulgarten eignen sich besonders gut schnell keimende Arten, wie Sonnenblume und Kapuzinerkresse. Im Hinblick auf die Schulferien im Juli und August eignen sich besonders frühe Gemüse-, Beeren- und Obstsorten zur Ernte im Frühling und Frühsommer und eher späte Sorten zur Ernte im Herbst. Erdbeeren, Beerensträucher, wie Ribisel, Himbeeren und dornenlose Brombeeren, und auch die meisten Kräuter kommen in den Sommermonaten nahezu ohne Pflege aus.

Frühe Gemüsesorten, wie Radieschen, Erbsen, Kohlrabi, Spinat, und viele Salatsorten werden zeitig im Frühjahr angebaut und können schon wenig später im Frühsommer geerntet werden. **Späte Gemüsesorten**, wie Kürbis, Erdäpfel, Sellerie, Mais, Stangenbohnen, Porree und Grünkohl, werden im April und Mai angebaut und im Herbst geerntet, Porree und Grünkohl auch im Winter.

Über die Sommermonate können ergänzend auch Buchweizen, Bienenfreund, Kapuzinerkresse und Ringelblumen als Zwischensaat angebaut werden. Im Herbst werden Vogelsalat, Spinat und manche Erbsensorten angebaut.

Robuste Sträucher, wie beispielsweise Feldahorn, Roter Hartriegel, Traubenkirsche und Sal-Weide, eignen sich sehr gut für Schulfreiräume. Sie wachsen und regenerieren sich sehr rasch, sind ungiftig und frei von Stacheln und Dornen. Auch Wildobstgehölze eignen sich sehr gut für Schulgärten. So ergänzen beispielsweise Felsenbirne (*Amelanchier lamarkii*), Apfelbeeren (*Aronia*), Kornelkirsche (*Cornus mas*), Gemeine Hasel (*Coryllus avellana*) und auch Essbare Vogelbeere (*Sorbus aucuparia* Edu-lis) die gängigen Obstarten. Attraktive, blühende Gehölze, wie der Schmetterlinge anziehende Sommerflieder, sollten in keinem Schulgarten fehlen.



Gemüsebeet mit Kohl, Pfefferoni und Mangold



Fruchtfolge in einem Gemüsebeet



Mischkultur mit Gemüse und Blühstauden



Mischkultur mit Gemüse und Kräutern



Johannisbeeren



Aha!

Wie heiß kann es in einem Komposthaufen bzw. in einer kleinen Kompostanlage werden?

Ein Komposthaufen kann bis zu 70 °C und mehr an Temperatur aufweisen.



Tipp

Die benötigten Samen für den Schulgarten können beispielsweise beim Verein „Arche Noah“ bestellt werden. „Arche Noah“ setzt sich für die Erhaltung der regionalen Kulturpflanzenvielfalt ein und vertreibt auch Sorten, die im Handel nicht mehr erhältlich sind.

<http://www.arche-noah.at/>



Weiterführende Informationen

Im umfangreichen Handbuch, erstellt von der Aktion Natur im Garten und dem Amt der NÖ Landesregierung, Abteilung Umweltwirtschaft und Raumordnungsförderung, werden Schulgärten und Schulfreiräume thematisiert.

http://www.naturimgarten.at/sites/default/files/schulfreiraeume_-_freiraum_schule.pdf

Von der Bauanleitung bis zur Ernte werden Tipps rund ums Hochbeet gegeben. Auch kleine Videos (ca. fünf Minuten) sind auf der Seite zu finden.

<http://www.hochbeet-tipps.com/>

Der Nährstoffkreislauf wird erklärt, Mulchen*, Kompostieren, aber auch Jauchen sind Themen der 20-seitigen Broschüre „Kompost, Mulch & Co. Kreislauf im Naturgarten“, die zum Download bereitgestellt wird.

http://www.naturimgarten.at/sites/default/files/kompost_mulch_und_co_kreislauf_im_naturgarten.pdf

Eine Liste von Stark-, Mittel- und Schwachzehrern* findet sich unter <http://www.stadt-gemuese.de/einteilung-der-gem%C3%BCsearten-nach-schwachzehrer-mittelzehrer-und-starkzehrer>.



Möglichkeiten, das Thema auch fächerübergreifend zu vertiefen

Als Vertiefung können Sie mit den Schülerinnen und Schülern folgende Fragen bearbeiten:

- Welche chemischen Elemente spielen bei der Düngung von Pflanzen eine wichtige Rolle?
- Welchen Lebewesen dient das Hochbeet als Unterschlupf?
- Warum können starkzehrende Pflanzen (Paradeiser, Gurken, Zucchini) nur auf nährstoffreichem Boden gut gedeihen?
- Erkläre den Unterschied zwischen Misch- und Monokultur.
- Warum ist eine Mischkultur einer Monokultur vorzuziehen?
- Wie muss ein Hochbeet für Kräuter aufgebaut sein? Welche Anforderungen stellen die meisten Kräuter an den Boden?
- Wie sollte ein Hochbeet ausgerichtet sein (Himmelsrichtung, Sonnenschein)?
- Wie können Böden im Beet gelockert werden?
- Wie kann ein sandiger Boden verbessert werden? Wie ein lehmiger Boden?

Jungpflanzen heranziehen

Einige Pflanzen müssen erst angezogen und vorkultiviert werden, bevor sie gepflanzt werden. Eine praktische und kostensparende Variante ist es, die Samen selbst zu Pflanzen zu ziehen. Auf diese Weise werden sie im Gegensatz zu Gewächshauspflanzen gleich an die Umweltbedingungen angepasst und sind damit robuster. Dieser Versuch stellt eine exemplarische Anleitung am Beispiel von Paradeisern dar.

Unterrichtsfächer: Biologie und Umweltkunde, Ernährung und Hauswirtschaft

Benötigte Materialien: Paradeisersamen, flache Schalen/Untersetzer für Anzuchtöpfchen, Anzuchterde, Anzuchtöpfchen, durchsichtige Folie zum Abdecken, Sprühflasche, Blumentöpfe

Erforderliche Räumlichkeiten/Ausstattung: Wasseranschluss mit Warmwasser

Ideal für: ganze Klasse

Zeitbedarf: ca. eine Unterrichtseinheit mit der Möglichkeit zur Ausweitung auf mehrere Einheiten



Ziele

- Jungpflanzen heranziehen
- Unabhängigkeit von gekauften Stecklingen
- Einblick in die Pflanzenanzucht

3. Damit die Samen nicht wieder aus der Erde gespült werden (Paradeiser sind Dunkelkeimer*!), benutzen die SchülerInnen eine Sprühflasche mit handwarmem Wasser zum Gießen.



Tipp

Die Erde sollte stets feucht gehalten werden, aber es darf keine Staunässe entstehen!

Vorbereitung

Beachten Sie die richtige Saatzeit. Bei Paradeiser ist diese Ende Februar bis Mitte März.

Arbeitsschritte im Unterricht

1. Die SchülerInnen füllen die Anzuchtöpfchen 1 bis 2 cm unter dem oberen Rand mit lockerer Erde.



Tipp

Verwenden Sie Erde aus eigener Herstellung (siehe Versuch 10.1 „*Blumenerde selbst herstellen*“)! Hier sind interessante Versuche mit unterschiedlichen Erdzusammensetzungen möglich. Optimal zur Anzucht der Paradeiser ist eine Erde aus Kompost* (25 %), Gartenerde (15 %), Kokosfasern/Perlit (40 %), Rindenumus (10 %) und Sand (10 %).

2. Nun geben die SchülerInnen ein paar Samen im Abstand von je 3 cm in jedes Anzuchtöpfchen. Sie bestreuen diese mit einer lockeren Erdschicht, die nur etwa zwei- bis vierfach so dick sein sollte, wie der Samen groß ist.

4. Abschließend werden die Anzuchtöpfchen mit Klarsichtfolie verschlossen und auf die Fensterbank gestellt, wo sie ausreichend Licht bekommen. Das Licht bewirkt das Aufsteigen der Flüssigkeit aus der Erde, wodurch unter der Folie eine Treibhausatmosphäre entsteht.

5. Sobald die ersten zwei bis vier Blattpaare gewachsen sind (nach ca. drei Wochen), kann mit dem Vereinzeln der zu dicht stehenden Stecklinge, dem sogenannten Pikieren, begonnen werden. Die jeweils kräftigsten Pflanzen werden in eigene Blumentöpfe umgetopft. Mit einem angespitzten Holzstab werden die Keimlinge mitsamt der Wurzel vorsichtig aus der Erde gehoben. Kranke und schwache Pflänzchen werden aussortiert.

6. Nach den Eisheiligen Mitte Mai können die Paradeiser nach draußen gesetzt werden. Paradeiser sind Sonnenanbeter, aber eine starke Mittagshitze setzt ihnen zu. Sie sollten nach dem Auspflanzen einen entsprechend geschützten und hellen Platz bekommen.

Jungpflanzen heranziehen



Hinweis

Paradeiser wachsen übrigens auch in großen Töpfen (zwischen acht und zehn Liter Volumen). Falls Sie kein Beet zur Verfügung haben, lassen sich auch Mörtelwannen und Eimer verwenden – nur der Boden sollte Löcher haben, damit sich bei Regen oder durch Gießwasser keine Staunässe bilden kann.

7. Vergleich und Diskussion der Ergebnisse

- Wie wachsen die Stecklinge?
- Wieso wachsen die Stecklinge innerhalb eines Topfes unterschiedlich schnell, obwohl sie die gleichen Bedingungen haben?
- Wie unterscheiden sich die ersten zwei Blätter der Paradeiser (die Keimblätter) von den Blättern, die danach kommen?



Weiterführende Informationen

Filmtipp: „Woher haben Pflanzen so viel Kraft?“

Westdeutscher Rundfunk Köln, Sendung mit der Maus: http://www.wdrmaus.de/sachgeschichten/sachgeschichten/woher_haben_pflanzen_so_viel_kraft.php5 (ca. sechs Minuten)

Filmtipp: „Wie funktioniert die Photosynthese?!“

Dieses kurze Video erklärt die Fotosynthese recht anschaulich: <https://www.youtube.com/watch?v=Qp1BZIDV7zw> (ca. sechs Minuten)

„Arche Noah“ setzt sich für die Erhaltung der regionalen Kulturpflanzenvielfalt ein. Mehr Informationen unter <http://www.arche-noah.at/>



Vierfelderwirtschaft im Schulgarten

Mit der Anlage eines Gemüsegartens im Schulfreiraum werden die Prinzipien von Fruchtfolge und Mischkultur auf sehr anschauliche Art und Weise vermittelt. Der in vier gleich große Abschnitte unterteilte Gemüsegarten sollte vor dem Hintergrund der Pflege- und Bewirtschaftung eher klein und überschaubar gestaltet werden. Die Anordnung und die Gestaltung der einzelnen Beete sind vor allem von persönlichen Vorlieben abhängig, rechteckigen Formen ist aber aufgrund der leichteren Bearbeitbarkeit der Vorzug zu geben.

Unterrichtsfächer: Biologie und Umweltkunde, Ernährung und Hauswirtschaft

Benötigte Materialien: Gartenwerkzeuge (Spaten, Schaufeln, Rechen), geeignete Materialien zur Abgrenzung des Beets, wie lange Holzbretter oder Steinplatten, Hammer, Maßband, Schnur und Holzstecken zum Abstecken der Fläche, gute Gartenerde, Kompost*

Erforderliche Räumlichkeiten/Ausstattung: sonniger Standort im Schulgarten, mind. 2 x 2 m

Ideal für: ganze Klasse

Zeitbedarf: mehrere Unterrichtseinheiten



Ziele

- Vermittlung der Prinzipien naturgemäßer Pflege und Bewirtschaftung, insbesondere von Mischkultur, Fruchtfolge, organischer Düngung, bodenverbessernden Maßnahmen über einen längeren Zeitraum bzw. über mehrere Jahre hinweg
- Selbstanbau von Pflanzen: von der Einsaat bzw. dem Setzen von Jungpflanzen über die Pflege bis zur Ernte
- Vermittlung von Bewirtschaftungstechniken, der richtigen Bewässerung etc.
- Erlernen von Maßnahmen zur Verbesserung der Bodenqualität wie Mulchen*, Gründüngung*, oberflächlichem Lockern

Vorbereitung

Ermitteln Sie gemeinsam mit den Schülerinnen und Schülern im Vorfeld den Standort des Gemüsegartens. Wo ist es ausreichend sonnig? Gibt es eventuell auch einen Standort in unmittelbarer Nähe der Schulküche?

Stellen Sie Materialien für den Bau und die Anlage des Gemüsegartens, insbesondere Materialien zur Beetabgrenzung, zusammen.

Arbeitsschritte im Unterricht

1. Der Standort und die Abmessungen des Gemüsegartens werden zunächst abgesteckt.
2. Im Hinblick auf die Anordnung der Beete empfiehlt sich ein rechteckiger oder quadratischer Zuschnitt der Gesamtfläche. Bei einer rechteckigen Grundfläche werden die vier Beete nebeneinander angeordnet. Eine quadratische Fläche kann in vier gleich große Beete geteilt werden.
3. Etwaiger Fremdbewuchs wird entfernt.
4. Zwischen den Beeten sind Begrenzungen aus breiten Holzbrettern oder aus Steinplatten zu verlegen, um den Gemüsegarten gut begehen zu können. Bei einer Beetbreite bis 120 cm können die einzelnen Beete noch gut von den Rändern her bearbeitet werden, ohne sie betreten zu müssen.
5. Nach dem Verlegen der Beeteinfassungen sind die Böden der einzelnen Beete entsprechend aufzubereiten. Auf allen Beeten wird oberflächlich eine Lockerung des Bodens durchgeführt.
6. Das Beet für die Starkzehrer*, d. h. für Pflanzen mit einem hohen Nährstoffbedarf, wird im Frühjahr mit einer Kompostgabe von etwa 4–6 l Kompost/m² versorgt und gegebenenfalls während des Jahres noch mit weiterem Kompost*, Brennesseljauche oder anderen organischen Düngern nachgedüngt.
7. Auf dem Beet für Mittelzehrer*, d. h. für Pflanzen mit mittlerem Nährstoffbedarf, werden 2–4 l Kompost/m² aufgebracht.
8. Das Beet für Schwachzehrer*, d. h. für Pflanzen mit nur geringem Nährstoffbedarf, wird mit 1–1,5 l Kompost/m² gedüngt.

Vierfelderwirtschaft im Schulgarten

9. Das sogenannte Erholungsbeet wird mit Gründüngungspflanzen, wie Bienenfreund oder Buchweizen, eingesät und so als Standort für die Starkzehrer* im darauffolgenden Jahr vorbereitet und fit gemacht.
10. Für die vier verschiedenen Beete werden von den Schülerinnen und Schülern Einsaat-, Pflege- und Erntepläne entworfen.
11. Zum Anbau im (zeitigen) Frühjahr eignen sich vor allem Radieschen, Erbsen, Kohlrabi, Spinat und viele Salatsorten. Puffbohnen können im Schwachzehrer-Beet schon ab Anfang März im Freien ausgesät werden.
12. Im Mai können Kürbisse, Erdäpfel, Sellerie, Mais, Stangenbohnen, Porree und Grünkohl angebaut werden, die dann im Herbst geerntet werden können.
13. Während der Vegetationszeit sind verschiedenste Pflegemaßnahmen durchzuführen, wie z. B. Mulchen* oder auch oberflächliches Hacken, um unerwünschte Beikräuter zu beseitigen und die Feuchtigkeit im Boden zu halten, richtiges Gießen und Beregnen, ökologische Düngung, naturnaher Pflanzenschutz. Zum Anbau nach den Schulferien im Herbst eignen sich vor allem: Vogelsalat, Spinat und einige Erbsensorten. Im Herbst geerntet werden können z. B. Porree und Grünkohl.
14. In den kommenden Jahren erfolgt jährlich ein Kulturwechsel auf den Beeten: Auf das Erholungsbeet folgen die Starkzehrer*, auf die Starkzehrer* die Mittelzehrer*, auf die Mittelzehrer* die Schwachzehrer*, auf die Schwachzehrer* folgt die Gründüngung* auf dem Erholungsbeet.



Schematische Darstellung von Starkzehrern*



Schematische Darstellung von Mittelzehrern*



Schematische Darstellung von Schwachzehrern*



Schematische Darstellung eines Erholungsbeets

Hochbeet-Bau

Hochbeete sind aufgrund ihrer Übersichtlichkeit und ihrer bequemen Arbeitshöhe ideal für den Anbau von Nutzpflanzen in Schulgärten geeignet. Mit Holz für die Seitenwände und ein paar weiteren einfachen Materialien lassen sich Hochbeete im Schulfreiraum schnell und unkompliziert umsetzen. Seitlich integrierte Forschungsfenster machen Stoffkreisläufe für die SchülerInnen anschaulich und greifbar.

Unterrichtsfächer: Technisches Werken, Biologie und Umweltkunde

Benötigte Materialien: Gartenwerkzeuge (Schaufel, Rechen etc.), Hammer und kleine Nägel oder besser ein Tacker, geeignete Gartenabfälle, grobe Abfälle wie Äste und Stängel und feinere Abfälle, wie Laub, Rasenschnitt, Stroh, Rasensoden* etc., Grobkompost und Feinkompost als Abschluss

Holz für Seitenwände: mind. 2,5 cm (besser 5 cm) dicke und 16 bzw. 20 cm breite Lärchenholzbretter in den Längen 180 und 110 cm; für ein Hochbeet mit den Abmessungen 180 x 120 x 80 cm werden folgende Lärchenbretter benötigt: acht Bretter einseitig gehobelt, 180 cm lang, 5 cm stark und 20 cm breit, acht Bretter einseitig gehobelt, 110 cm lang, 5 cm stark und 20 cm breit, vier Vierkanthölzer 8 x 8 cm, 80 cm hoch; darüber hinaus werden benötigt: 100 Stk. Edelstahlschrauben 6 x 90 mm, eine 1 m breite und 7 m lange Noppenfolie, ein 1 m breites, 5 m langes und möglichst engmaschiges (6–10 mm) Hasengitter zum Schutz vor Wühlmäusen

Erforderliche Räumlichkeiten/Ausstattung: geeigneter Platz im Schulgarten, sonnig, wenn möglich in Nord-Süd-Richtung anlegen

Ideal für: ganze Klassen

Zeitbedarf: ca. 10 bis 15 Unterrichtseinheiten



Ziele

- Kennenlernen von praktischen Anbaumethoden mit hohem Ertrag
- Kennenlernen der Prinzipien der Kreislaufwirtschaft und von Kompost* als wertvollem Naturdünger
- Förderung von handwerklichen Fähigkeiten



Arbeitsschritte im Unterricht

1. Abstecken des Standortes und vollflächiges Ausheben einer Grube bis zu einer Tiefe von etwa 20 bis 25 cm, die in den Abmessungen etwas kleiner als die Fläche des zukünftigen Hochbeetes ist, sodass das Hochbeet später auf dem gewachsenen Boden steht. Die Rasensoden werden gesondert gelagert und dienen später zur Befüllung.
2. Zum Schutz vor Feuchtigkeit ist eine Steinunterlage (z. B. alte Ziegelsteine) für die später hier verlaufenden Seitenteile empfehlenswert
3. Je zwei Holzsteher bündig mit den untersten Brettern der schmalen Seiten verschrauben (110 cm breit) und die Bretter der Längsseiten (180 cm) mit den Schmalseiten überlappend montieren, sodass die Abmessung 180 cm x 120 cm beträgt.
4. Weitere Reihen mit Lärchenbrettern montieren und die entstehenden Seitenwände rechtwinklig ausrichten.
5. Das Wühlmausgitter mit mind. 20 cm Überlappung einlegen und an der Innenseite im unteren Bereich am Holz befestigen.
6. Noppenfolie innen auslegen, die Noppen müssen nach außen zeigen.

Vorbereitung

Die SchülerInnen werden hinsichtlich der Ausführung, der Abmessungen und eines geeigneten Standortes für das Hochbeet in die Vorplanungen eingebunden. Im Vorfeld sind die Materialien zum Bau eines Hochbeetes zusammenzustellen, insbesondere das Holz zur Gestaltung der Seitenwände, die verschiedenen (organischen) Materialien zur Befüllung und auch entsprechendes Gartenwerkzeug.

Hochbeet-Bau

7. Nach der Fertigstellung wird das Hochbeet befüllt. Reihenfolge: „Holzkern“ mit grobem Astmaterial und Zweigen (40 cm), etwas mit Erde bedecken, nachfolgend 20 cm umgedrehte Rasensoden*, Laub, Häckselgut etc., anschließend 20cm Grobkompost und etwa 20cm Feinkompost.
8. Im ersten Jahr dürfen nur Starkzehrer* angebaut werden, erst nach ein bis zwei Jahren kann mit dem Anbau von Mittelzehrern* wie z. B. Salat begonnen werden.



Tipp

Forschungsfenster schaffen Einblicke! Vor dem Befüllen eine Plexiglasscheibe oder ein altes Fenster mit Sicherheitsglas in die Längsseite einbauen und mit einer darüberliegenden Holzklappe abschließen. Auf diese Weise können der Schichtaufbau und die zunehmende Kompostierung der einzelnen eingebrachten Schichten, aber auch Bodentiere erforscht und beobachtet werden.



Tipp

Kräuter bevorzugen trockenere und weniger nährstoffhaltige Böden als Gemüse. Hochbeete für Kräuter daher nur mit möglichst durchlässigem Bodenmaterial auffüllen und nur für die oberste Bodenschicht gute Gartenerde aufbringen.



Werkzeugschürze nähen

Die SchülerInnen lernen, ihre Arbeitsausstattung selbst herzustellen. Um sich ihre eigene Werkzeugschürze zu nähen, bedienen sie eine Nähmaschine bzw. nähen von Hand. Mithilfe unterschiedlicher Stoffmaltechniken verleihen die SchülerInnen ihrer Werkzeugschürze einen individuellen Touch.

Unterrichtsfächer: Werken, Bildnerische Erziehung

Benötigte Materialien: Stecknadeln, Nähnaedel/Nähmaschine, Stoffschere, Schneiderkreide, Stoff (50 x 35 cm pro SchülerIn), Nähfaden (farblich passend zum Stoff), Stoffband (2 x 150 cm pro SchülerIn), Stofffarben, Kork/Moosgummi/Holz (für Stoffstempel), Pinsel, Arbeitsblatt „Werkzeugschürze nähen“

Erforderliche Räumlichkeiten/Ausstattung:

Werkraum

Ideal für: ganze Klassen

Zeitbedarf: ca. 1 bis 2 Unterrichtseinheiten



Ziele

- Anwendung unterschiedlicher Stoffmaltechniken
- Umgang mit Nähmaschine bzw. Nähen lernen
- Individuelle Vorstellungen bei Kleidung selbst umsetzen



Tipp

Ermutigen Sie SchülerInnen, die im Umgang mit einer Nähmaschine geübter sind, den anderen Schülerinnen und Schülern zu helfen.

Die Stoffe können mit Stofffarben selbst bemalt oder mit selbst gebastelten Stoffstempeln selbst bedruckt werden.

Vorbereitung

Machen Sie sich mit der Nähanleitung vertraut. Idealerweise nähen Sie im Vorfeld ein Vorzeigexemplar. Auch hinsichtlich der Stoffstempel wäre es von Vorteil, wenn Sie ein paar Vorzeigexemplare bastelten.

Arbeitsschritte im Unterricht

1. Besprechen Sie mit den Schülerinnen und Schülern die Nähanleitung auf dem Arbeitsblatt „Werkzeugschürze nähen“.



Tipp

Erklären Sie zum besseren Verständnis die Arbeitsschritte anhand vorbereiteter Materialien.

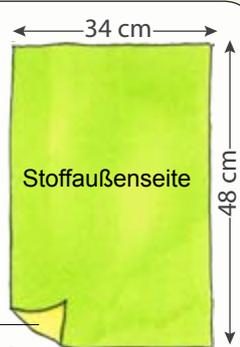
2. Werden Nähmaschinen verwendet, zeigen Sie den Schülerinnen und Schülern die Funktionsweise und erklären Sie ihnen die Sicherheitsregeln. Nähen die SchülerInnen von Hand, zeigen Sie Ihnen, wie ein Stich gemacht wird.

3. Nun können die SchülerInnen ihre Werkzeugschürze wie besprochen nähen.
4. Im nächsten Schritt stellen Sie den Schülerinnen und Schülern unterschiedliche Möglichkeiten vor, um Stoffstempel herzustellen.
5. Die SchülerInnen entscheiden, welche Stempel sie basteln wollen, und basteln diese.
6. Sind die SchülerInnen mit dem Basteln der Stempel fertig, können sie die selbst genähten Schürzen damit bedrucken. Zusätzlich zu den Stoffstempeln können die SchülerInnen die Schürzen auch mit Pinseln bemalen.

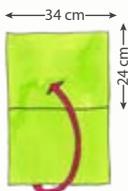
Arbeitsblatt *Werkzeugschürze nähen*

Nähanleitung Werkzeugschürze

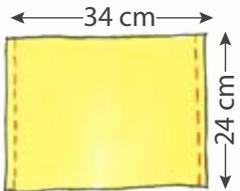
1 Schneide ein Stück Stoff mit den Maßen 48 x 34 cm zu. Lege den Stoff so vor dich hin, dass die Stoffaußenseite zu sehen ist.



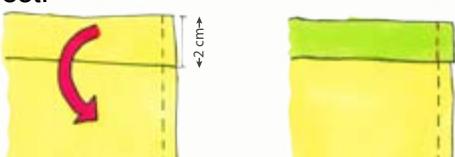
2 Falte den Stoff in der Hälfte nach oben, so dass du ein Rechteck mit den Maßen 24 x 34 cm vor dir liegen hast.



3 Die Stoffinnenseite ist nun zu sehen. Stecke die offenen Seitenränder mit Stecknadeln ab und nähe sie anschließend zusammen. Der obere Rand bleibt offen.



4 Falte nun ca. 2 cm vom offenen Rand nach unten und nähe ihn jeweils an den Seiten fest.



5 Wende die Werkzeugschürze und lege sie so vor dich hin, dass die Öffnung oben liegt. Die Stoffaußenseite sollte nun zu sehen sein. Markiere die Mitte der Werkzeugschürze mit Schneiderkreide, stecke sie mit Nadeln ab und nähe dann entlang der Markierung. Nun hat deine Werkzeugschürze zwei Fächer.



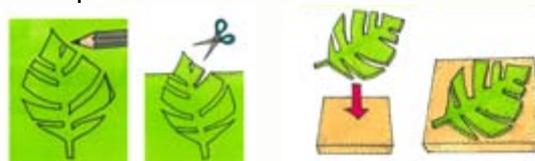
6 Fixiere nun die Bindebänder mithilfe der Stecknadeln in den Ecken der offenen Seite der Werkzeugschürze. Nähe die Bindebänder an. Schon ist deine Werkzeugschürze fertig!



Bastelanleitung Stempel

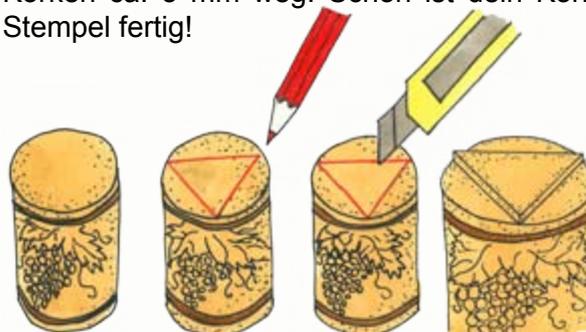
Moosgummi-Stempel

Zeichne auf ein Stück Moosgummi eine Form, die dir gefällt. Schneide die Form aus und klebe sie auf eine Unterlage wie beispielsweise ein Stück Holz oder einen Korken. Warte, bis der Klebstoff trocken ist, und schon kannst du losstempeln!



Kork-Stempel

Zeichne auf die runde Fläche des Korkens eine Form, die dir gefällt. Schneide mithilfe eines Cutters die überschüssigen Teile vom Korken ca. 3 mm weg. Schon ist dein Kork-Stempel fertig!



! Tipp
Kork lässt sich leichter schneiden, wenn er zuvor zehn Minuten im Wasser gekocht wird.

A

Atmosphärische Deposition

Unter „atmosphärischer Deposition“ wird die Ablagerung atmosphärischer Luftbeimengungen an natürlichen und künstlichen Oberflächen verstanden.

B

Bebauungsplan

In einem Bebauungsplan* sind die Art und Weise der möglichen Bebauung von Grundstücken und die Nutzung der von einer Bebauung frei zu haltenden Flächen festgelegt. Außerdem beinhaltet er Regelungen zu den zulässigen Bauweisen, Bauhöhen und Baulinien sowie zum Verlauf und zur Breite von Verkehrsflächen. Bebauungspläne basieren auf einem Flächenwidmungsplan* und variieren in den einzelnen Bundesländern.

biogen

Das Adjektiv „biogen“ bedeutet „durch (die Tätigkeit von) Lebewesen entstanden, aus abgestorbenen Lebewesen gebildet“.

Biotreibstoff

Kraftstoffe auf der Basis von Biomasse (z. B. Getreide, Mais, Zuckerrohr), die für Motoren verwendet werden können und in Österreich teilweise in fossile Treibstoffe gemischt werden

Bioturbation

Dieser Begriff bezeichnet das Durchwühlen und Durchmischen (Turbation) von Böden oder Sedimenten durch Lebewesen.

Bodendegradation

Unter diesem Begriff versteht man die Herabstufung eines Bodens im Sinne einer langfristigen Veränderung oder Zerstörung seiner natürlichen Funktion, Struktur und Merkmale. Die Bodendegradation ist ein natürlicher Prozess, der sehr langsam abläuft, aber vom Menschen durch negative Einflüsse beschleunigt werden kann.

Bodenhilfsstoff

Bodenhilfsstoffe sind bodenverbessernde Bodenzusätze, die die Bodenfruchtbarkeit und das Bodenleben steigern können. Aufgrund ihres geringen Nährstoffanteils zählen Bodenhilfsstoffe nicht zu den Düngemitteln.

Bodenhorizont

Die Bodenbildung verläuft je nach Standort sehr unterschiedlich. Das führt dazu, dass Böden nicht einheitlich aufgebaut sind, sondern sich in mehr oder weniger oberflächenparallele Lagen gliedern. Diese Lagen, die sich in ihren Eigenschaften unterscheiden, werden „Bodenhorizonte“ genannt. Allgemein befindet sich ganz unten die Gesteinsschicht, darüber der mineralische Unterboden und obenauf liegt der humusreiche Oberboden*.

Bodenlebewesen

Als „Bodenlebewesen“ (Edaphon*) bezeichnet man die Gesamtheit der im Boden lebenden Organismen.

Bodenpartikel

An der Erdoberfläche liegt das Bodenmaterial nicht als Kontinuum, sondern in Form von Bodenteilchen, den sogenannten Bodenpartikeln, vor. Diese Partikel sind körnig und bestehen aus anorganischem Material. Die Bodenpartikel werden nach der Korngröße in Sand, Schluff und Ton eingeteilt. Die Größe der

Bodenpartikel bestimmt das Porenvolumen und somit den Lufthaushalt und die Wasserhaltefähigkeit des Bodens.

Bodenpore

Die wasser- und luftgefüllten Hohlräume im Boden werden als „Bodenporen“ bezeichnet. Der Porenraum stellt die Gesamtheit aller Bodenporen dar. Porenräume und Porengrößenverteilungen können abhängig von der Korngrößenverteilung, dem Bodengefüge, dem Gehalt an organischer Bodensubstanz und der Humusform sehr unterschiedlich sein.

Bodentyp

Zur Klassifizierung verschiedener Böden wird zwischen Bodentypen, wie Braunerde, Podsol, Gley etc., unterschieden. Die Bodentypen werden mit diagnostischen Merkmalen und Eigenschaften systematisch gegliedert. Hierbei spielen die charakteristischen Horizonte und Horizontfolgen eine Hauptrolle.

C

Cradle-to-Cradle

Dieser Ansatz, erfunden vom deutschen Chemiker Michael Braungart und vom amerikanischen Architekten William McDonough, setzt Produktkreisläufe in einen holistischen, d. h. ganzheitlichen, Kontext. Das Ziel ist es, die in Produkten verwendeten Stoffe und Materialien nicht als Abfall zu entsorgen, sondern wiederzuverwenden. Das bedeutet, nach dem Gebrauch (für einen anderen Zweck) weiterhin zu verwenden.

Cradle-to-Grave

„Cradle-to-Grave“ bezeichnet den Weg eines verwendeten Stoffes von der Herstellung bis zur Entsorgung.

D

Dioxin

„Dioxin“ ist eine Sammelbezeichnung für chemisch ähnlich aufgebaute, chlorhaltige und schwer abbaubare organische Stoffe, welche bereits in geringen Mengen hochgiftig sind. Sie sind überall in der Umwelt anzutreffen und werden über die Nahrung aufgenommen. Aufgrund der hohen Fettlöslichkeit reichern sie sich in Menschen, Tieren und in der Umwelt an.

Distickstoffmonoxid

Dieser chemische Stoff ist besser bekannt unter dem Trivialnamen Lachgas. Die chemische Summenformel ist N_2O . Lachgas ist ein Treibhausgas* und trägt zur Erderwärmung bei. Verwendung findet das Gas vor allem als Narkosemittel.

Drainage

Bei Drainagen handelt es sich um speziell angelegte Entwässerungsröhre, die Grund- oder Regenwasser durch Schlitze oder Löcher in den Röhren aufnehmen und ableiten. So werden nasse Flächen für die landwirtschaftliche Nutzung oder Bebauung verfügbar gemacht.

Dung

Dung ist ein Fäkaliengemisch aus Kot und Urin.

E

Edaphon

Als „Edaphon“ bezeichnet man die Gesamtheit der im Boden lebenden Organismen (Bodenlebewesen*).

Emission

Der Begriff „Emission“ bedeutet den Austrag oder Ausstoß von Schadstoffen und anderen Störfaktoren in

die Umwelt. Im Umweltrecht fallen darunter Austräge aus giftigen, gesundheitsschädlichen oder umweltgefährdenden chemischen Stoffen, etwa aus Schadstoffen aller Art, Reizstoffen, Allergenen, aber auch als Schallemission (Lärm), Licht, ionisierende Strahlung oder Erschütterungen. Häufige Beispiele sind gas- und/oder feinstaubförmige Schadstoffemissionen aus Autos und Flugzeugen, flüssige Emissionen aus Altlasten und Fabriken, staubförmige Emissionen von Halden, Straßenlärm, Lichtverschmutzung.

Enchyträen

Dies ist eine artenreiche Familie, die zu den Ringelwürmern zählt. Weltweit sind rund 650 Arten bekannt. Der bekannteste Vertreter ist der Regenwurm. Enchyträen sind wichtige Destruenten* (Zersetzer*) im Boden.

Eutrophierung

Das Adjektiv „eutroph“ hat einen griechischen Ursprung und bedeutet „nährstoffreich“, aber auch „überdüngt“. Der Vorgang der Eutrophierung beschreibt das übermäßige Pflanzenwachstum in Seen durch verstärkte Nährstoffzunahme. Besonders Stickstoff- und Phosphorverbindungen verursachen Eutrophierungen. Der Abbau der Pflanzenmassen führt zu einem Absinken des Sauerstoffgehalts im Wasser und zu vermehrter Bodenschlamm-Bildung. Das Gewässer kann dadurch „umkippen“, das bedeutet, dass das Gewässer biologisch tot und/oder verlandet ist.

F

Flächenverbrauch

Unter „verbrauchten Flächen“ sind jene Flächen zu verstehen, die vom Menschen durch die Verbauung für Bau- und Verkehrszwecke, Freizeitwecke, sonstige Zwecke oder durch Abbauflächen unmittelbar und dauerhaft verändert wurden und ihre biologische Produktivität verloren haben.

Flächenwidmungsplan

Auf Basis des Katasterplanes, auf dem alle Grundstücke einer Gemeinde eingezeichnet sind, wird allen Flächen eine Widmung* zugeordnet.

Flechte

Als „Flechte“ bezeichnet man eine Lebensgemeinschaft (Symbiose) zwischen einem Pilz und einer Alge. Die feinen Pilzfäden umspinnen die Alge oder dringen in sie ein. Dadurch wird der Austausch von Stoffen zwischen den beiden Lebenspartnern möglich. Die Alge produziert mithilfe von Sonnenlicht und Chlorophyll Stärke, welche die Lebensgrundlage für den Pilz ist. Umgekehrt bietet der Pilz der Alge Schutz vor Austrocknung und ermöglicht ihr damit ein Dasein in ihr sonst unzugänglichen Lebensräumen. Beide Partner profitieren von der Lebensgemeinschaft. Flechten sind gute Indikatoren für schädliche Umwelteinflüsse.

Fossil

Als „Fossilien“ bezeichnet man Überreste von Lebewesen oder Spuren von Lebewesen, die älter als 10.000 Jahre sind. Die Entstehung von Fossilien nennt man „Fossilisation“. Fossilien entstehen, wenn tote Lebewesen abgeschlossen von Sauerstoff in Sediment eingeschlossen werden und keine Veränderungsprozesse mehr in der Erdkruste stattfinden.

G

Gründüngung

Bei der Methode der Gründüngung wird eine Bodenverbesserung angestrebt. Bestimmte Pflanzen werden zu diesem Zweck auf der Fläche belassen oder aufgetragen und dann oberflächlich in den Boden eingearbeitet oder zum Mulchen* verwendet. Hiermit wird das Bodenleben verbessert, Humus aufgebaut, der Boden wird vor Erosion geschützt, die Stickstoffversorgung der Folgekultur verbessert und das Unkrautwachstum unterdrückt.

H

Herbizid

Herbizide sind chemische Unkrautbekämpfungsmittel, die hauptsächlich in der Landwirtschaft eingesetzt werden, um Pflanzen, die in Konkurrenz zu den Kulturpflanzen stehen, zu schädigen oder abzutöten.

Hochmoor

Torfmoose speisen ihren Wasserhaushalt lediglich aus Regenwasser und werden fast ausschließlich aus torfbildenden Moosen (*Sphagnum spp.*) aufgebaut. Durch den hohen Wasserstand (Sauerstoffmangel und erhöhter Säuregrad) zersetzen sich organische Reste kaum und der Torfaufbau vollzieht sich sehr langsam (ca. 1 mm pro Jahr). Torfmoore entstehen auf undurchlässigen Mineralböden oder auf Niedermooren.

Huminsäure und Huminstoffe

Huminsäuren sind vorwiegend in nährstoffreichen, schwach sauren bis neutralen Böden enthalten. Sie gehören zu den Huminstoffen. Huminstoffe bilden sich aus Bruchstücken und schwer umsetzbaren Resten, wie Fichtennadeln. Sie bilden organomineralische Komplexe, die zur Gefügestabilität beitragen, und sind sehr nährstoffreich. Die Nährstoffe werden jedoch erst beim Abbau freigesetzt.

I

Indikator

Ein Indikator ist ein Zeiger für bestimmte Merkmale, Vorkommen oder Zustände.

K

Kartierung

Unter „Kartierung“ versteht man die grafische Darstellung von Objekten und Sachverhalten der Erdoberfläche auf Landkarten oder in Plänen.

Konsument

Siehe *P – Produzent-Konsument-Destruent-Kreislauf*

Konventionelle Landwirtschaft

In der konventionellen Landwirtschaft ist es erlaubt, künstliche Düngemittel, Pestizide* und Herbizide* sowie künstliche Futterzusätze in den vorgeschriebenen Mengen zu verwenden, um den Ertrag zu steigern. Nutztiere dürfen mit stärkeren Medikamenten behandelt werden als in der biologischen Landwirtschaft. Dies belastet die Umwelt und bringt im Vergleich zur biologischen Landwirtschaft niedrigere Preise für die Produkte.

Körnung

Die Körnung beschreibt die Einteilung von Körnern und Partikeln nach ihrer Korngröße. Die Korngrößen sind in folgende Gruppen eingeteilt (von groß nach klein): Steine, Kies, Sand, Schluff und Ton. Die Lehre der Ermittlung, Beschreibung und Interpretation der Korngröße heißt Granulometrie.

Kompost

Kompost ist ein humus- und nährstoffreicher Dünger und Bodenverbesserer, der als Endprodukt bei der Kompostierung von organischem Material entsteht.

L

Land Grabbing

„Land Grabbing“ ist ein Begriff für die (oft illegale) Aneignung von Land meist durch Regierungen oder Unternehmen.

Lebendverbauung

„Lebendverbauung“ beschreibt den Vorgang der „Verkittung“ von Bodenteilchen durch die Lebensprozesse von Bodentieren. Hierbei werden Ton- und Humusteilchen miteinander verbunden. Es werden einerseits mithilfe von Schleim und Exkrementen Krümel gebildet, andererseits entstehen Röhrensysteme, die günstige Voraussetzungen für den Luft- und Wasserhaushalt schaffen. Insgesamt bewirken eine hohe Bodenaktivität und die damit einhergehende Lebendverbauung eine erhöhte Stabilität des Bodens gegen Erosion und Verschlammung*.

Leguminosen

Zu den Leguminosen zählen einerseits Hülsenfrüchte und andererseits kleeartige Futterpflanzen. Leguminosen sind für die Tierfutterbereitung und die Gründüngung* nützlich, da sie viel Eiweiß enthalten und den Boden mit Stickstoff anreichern, welchen sie mithilfe von Bakterien an ihren Wurzeln aus der Luft gewinnen.

Licht- und Dunkelkeimer

Pflanzen keimen bei geeigneter Temperatur- und Luftfeuchtigkeit entweder nur bei Licht (z. B. Basilikum) oder nur im Dunkeln (z. B. Paradeiser). Das bedeutet in der Gartenpraxis, dass die Samen von Lichtkeimern auf die Erde gestreut werden, während die von Dunkelkeimern mit Erde bedeckt sein müssen.

M

Moor

Moore sind nasse Lebensräume, die mit niedrigen Pflanzen bewachsen sind. Sie bestehen zu 95 Prozent aus Wasser und sind somit große Wasserspeicher. Moore sind Lebensräume, in denen sich mehr organische Substanz bildet, als zersetzt und verbraucht wird. Außerdem sind Moore wichtige Kohlenstoffspeicher. Fast die Hälfte des in der Atmosphäre vorhandenen Kohlendioxids ist in Mooren gebunden.

Mulchen

Unter „Mulchen“ versteht man das Abdecken des Bodens mit organischem Material. Dadurch wird erreicht, dass der Boden vor physikalischen Einwirkungen, wie Austrocknung, Erosion, übermäßiger Überhitzung, Verschlammern etc., geschützt wird. Mulchdecken wirken temperaturlausgleichend und dienen als Nährstoffdepot. Mulchen ersetzt in vielen Fällen eine tief greifende Bodenbearbeitung.

Mulchmaterial

Zum Mulchen* eignen sich verschiedene Materialien. Für Beete und Gemüsegärten eignen sich am besten Gründüngung*, Stroh, Laub und Kompost*. In Staudenbeeten können Rindenmulch, Kakaoschalen oder anorganische Materialien, wie Lava oder Sand, aufgebracht werden. Zum Mulchen* von Gehölzen sind Rindenmulch, Holzhäcksel, Laub etc. eine gute Wahl.

O

Oberboden

Die obersten 20 bis 30 Zentimeter des Bodens bilden den Oberboden.

Ökologischer Fußabdruck

Der ökologische Fußabdruck eines Menschen ist ein Maß für den Flächenbedarf, der benötigt wird, um den eigenen Lebensstil zu ermöglichen. Hierbei werden Nahrung, Kleidung, Mobilität und verschiedene Ressourcen miteinbezogen. Teilt man die biologisch produktive nutzbare Fläche der Erde (2010: 11,9 Mrd. ha) auf die Erdbevölkerung auf, entfallen etwa 1,7 ha auf jeden Menschen. Der durchschnittliche Fußabdruck von Österreicherinnen und Österreichern liegt bei 5,3 ha.

Oxidation

Die Oxidation ist eine chemische Reaktion, bei der ein Stoff Elektronen abgibt. Ein anderer Stoff nimmt die Elektronen auf und wird dabei reduziert. Die Oxidation ist somit eine Teilreaktion einer Redoxreaktion (eine chemische Reaktion, bei der ein Reaktionspartner Elektronen auf den anderen überträgt).

P

Pestizid

Mit diesem Begriff werden chemische Mittel zur Vernichtung von pflanzlichen und tierischen Schädlingen aller Art bezeichnet.

Pionierpflanze

Als „Pionierpflanze“ wird eine Pflanzenart bezeichnet, die besondere Anpassungen an die Besiedlung neuer, noch vegetationsfreier Gebiete besitzt.

Pore

Siehe *B* – *Bodenpore**

Produzent-Konsument-Destruent-Kreislauf

Nährstoffe und Energie werden in fast allen Ökosystemen kreislaufartig weitergegeben. Produzenten sind die Organismen, die Biomasse produzieren. Hierbei handelt es sich maßgeblich um Pflanzen und Bakterien. Konsumenten* verbrauchen diese Biomasse und sind energetisch von den Produzenten abhängig. Konsumenten* sind hauptsächlich Menschen und Tiere. Zersetzer* oder Destruenten* sind die Lebewesen im Produzenten-Konsumenten-Destruenten-Kreislauf, die für den Abbau toter organischer Masse verantwortlich sind. Sie überführen diese in einfache organische Verbindungen und machen sie so anderen Lebewesen wieder zugänglich. Meistens handelt es sich um Mikroorganismen wie Bakterien und Pilze.

Primärzersetzer (Erstzersetzer)

Dies sind Organismen, welche von tierischen Ausscheidungen, abgestorbenen Pflanzen und toten Tieren (Aas) leben. Sie zerkleinern und verfrachten organisches Material im Boden. Dieses wird anschließend von Sekundärzsetzern zu anorganischen Substanzen abgebaut. Wichtige Primärzersetzer sind Regenwürmer, Enchyträen*, Bodenmilben, Fliegenlarven, Asseln und Schnecken.

R

Rasensode

Rasensoden sind kleine viereckige Rasenstücke, welche vorwiegend bei der Begrünung von Sportplätzen und Gartenanlagen Anwendung finden.

Recycling

„Recycling“ bezeichnet die Aufbereitung und Wiederverwendung von Abfällen für neue Produkte.

Reduktion

Die Reduktion ist eine chemische Reaktion, bei der ein Stoff Elektronen aufnimmt. Ein anderer Stoff gibt im Gegenzug die Elektronen ab und wird dabei oxidiert. Die Reduktion ist also eine Teilreaktion einer Redoxreaktion.

Rote Liste

Rote Listen informieren über den Gefährdungsstatus, die Gefährdungsfaktoren und die Maßnahmen zum Schutz der Arten in bestimmten Regionen.

S

Säuren und Basen

Bei Säuren handelt es sich um Substanzen, die in wässriger Lösung einen geringeren pH-Wert als 7 verursachen. Der pH-Wert von Basen liegt zwischen 7 und 14. Säuren und Basen reagieren üblicherweise in einer sogenannten Säure-Base-Reaktion miteinander und können sich gegenseitig neutralisieren.

Stark-, Mittel- und Schwachzehrer

Bei dieser Unterscheidung handelt es sich um eine Unterteilung nach dem Nährstoffbedarf von Pflanzen. Diese ist wichtig bei der Anlage von Fruchtfolgebeeten. Starkzehrer (z. B. Kohlgemüse) benötigen für ein gutes Wachstum außerordentlich viele Nährstoffe. Daher werden sie bei einer Fruchtfolge als Erste angebaut. Mittelzehrer (z. B. Karotten) benötigen schon deutlich weniger Nährstoffe. Schwachzehrer (z. B. Erbsen) sind am genügsamsten, was ihren Nährstoffbedarf angeht.

Stickstoffdünger

Stickstoffdünger sind Dünger, die Stickstoff als Hauptnährelement für Pflanzen enthalten. Stickstoff gilt als die wichtigste Düngerform und wird in Form von Nitrat, Ammonium und Harnstoff direkt von Pflanzen aufgenommen. Es gibt Beschränkungen in der Menge der Stickstoffdüngernutzung, da hohe Nitratauswaschungen die Umwelt und die Gesundheit der Menschen gefährden.

Synthetischer Dünger

Synthetische Dünger oder auch Mineraldünger sind anorganische Pflanzendüngemittel, die in der konventionellen Landwirtschaft* verwendet werden dürfen. Die häufigsten Inhaltsstoffe sind Stickstoff- und Phosphatverbindungen.

T

Treibhauseffekt

In Form von ultravioletter Strahlung treffen die Sonnenstrahlen auf die Erde. Ein Teil wird reflektiert. Auf dem Weg in die Atmosphäre werden wiederum Gase wie Kohlenstoffdioxid (CO₂), Ozon und Wasserdampf in Form von infraroter Strahlung zur Erde reflektiert. Dieser Effekt wärmt die Erde auf wie ein Treibhaus und sorgt für eine Mitteltemperatur von 15 °C (anstatt von -18 °C). Dieses natürliche Gleichgewicht wird vom Menschen durch hohe Gasausstöße, die immer mehr Strahlung zur Erde reflektieren, gestört, wodurch die Temperatur ansteigt. Dies ist der anthropogene Treibhauseffekt, der am aktuellen Klimawandel mitwirkt.

Treibhausgas

Treibhausgase reflektieren das Sonnenlicht, das von der Erde abprallt, und wirken damit wie ein Treibhausglas. Zu den klimawirksamen Luftschadstoffen zählen: Kohlendioxid (CO₂), das beim Verbrauch fossiler Brennstoffe entsteht, Methan (CH₄), Lachgas (N₂O) und fluorierte Gase (F-Gase).

Torf

Torf ist ein Substrat der Moore*, das mehr als 30 Prozent organische Substanz in der Trockenmasse enthält. Torf entsteht in Böden mit hohem Wassergehalt durch die Anhäufung unvollständig zersetzten Pflanzenmaterials unter Ausschluss von Sauerstoff mithilfe der Aktivität von Bakterien und Pilzen.

Torfersatzprodukt

Torfersatzprodukte sind aus Holzabfällen gewonnene Holzfasern, Holzhäcksel oder Rindenprodukte, die anstelle von Torf in Blumenerden eingesetzt werden. Sie haben ähnlich gute Eigenschaften wie Torf, für deren Gewinnung werden allerdings keine Moore* zerstört.

U**Upcycling**

Unter „Upcycling“ versteht man eine Art Recycling*, im Rahmen dessen Abfälle und scheinbar nutzlose Stoffe auf kreative Weise in Neues verwandelt werden.

V**Vegetationsdecke**

Unter „Vegetationsdecke“ ist die Pflanzenschicht, die den Boden bedeckt, zu verstehen.

Versiegelte Fläche

Versiegelte Flächen sind Böden, die durch harte Oberflächenbeläge mit praktisch undurchlässigen Materialien (Asphalt, Beton etc.) oder durch die unmittelbare Überbauung mit Gebäuden von der Atmosphäre getrennt sind.

Verschlämmung

In der Bodenkunde bezeichnet „Verschlämmung“ die Verlagerung von Bodenteilchen durch Regeneinfluss. Folgen sind der Verschluss von Bodenporen*, wodurch der Wasserabfluss und die Filterwirkung vermindert werden, Einebnung, Erosion und nach der Abtrocknung Krustenbildung. Dies behindert das Pflanzenwachstum.

Verwitterung

Durch physikalische Einflüsse, wie Wind, Wasser, Hitze und Kälte, oder chemische Prozesse, wie Kreideauswaschung aus Kalkgebirgen, entstehen Risse im Gestein. Wenn es auf Kalkstein regnet, bildet sich aus H_2O und CO_2 Kohlensäure (H_2CO_3) und diese löst Kalk. Auch Bodenorganismen können den Boden chemisch verändern und Wurzeln können den Boden mechanisch umformen. Das bezeichnet man als „biologische Verwitterung“.

W**Widmung**

Der Begriff „Widmung“ bezeichnet den Verwaltungsakt, durch den etwas zur öffentlichen Benutzung freigegeben und dem öffentlichen Recht unterstellt wird.

Z**Zersetzer (Destruent)**

Siehe *P – Produzent-Konsument-Destruent-Kreislauf**

Zellulose und Lignin

Zellulose und Lignin sind Bestandteile der Zellwände von Pflanzen. Zellulose stellt mit ca. 50 Prozent den Hauptbestandteil dar und ist damit die häufigste organische Verbindung. Lignin lagert sich in den Zellwänden ab und führt zur Verholzung, auch „Lignifizierung“ genannt, der Zellwand.

Zuschlagstoff

Zuschlagstoffe sind Beimischungen zu Blumenerden (z. B. Sand, Lehm, Ton, Ziegelsplitt, Kalk, Algenkalk, Urgesteinsmehl).

Versuch 1.1: Boden ist nicht gleich Boden			
<i>Was?</i>	<i>Wie viel?</i>	<i>Woher?</i>	<i>Anmerkung</i>
Spaten	mind.1 Stück, besser 2 Spaten	Baumarkt	Fragen Sie bei der Schulwartin bzw. beim Schulwart nach, ob der Schule Spaten zur Verfügung stehen. Fragen Sie bei einer Gärtnerei, ob Sie einen Spaten ausleihen dürfen.
Maßband oder Lineal	1 Stück	Baumarkt, Geschäft für Nähzubehör	Länge mindestens 30 cm
Digitalkamera oder Smartphone	1 Stück		Die SchülerInnen fotografieren mit Smartphones unterschiedliche Spatenproben

Versuch 1.2: Wie Erde entsteht			
<i>Was?</i>	<i>Wie viel?</i>	<i>Woher?</i>	<i>Anmerkung</i>
Holzboxe	1 Stück	Baumarkt, Holzhändler bzw. aus Holzresten oder aus alten Brettern selber bauen	Mindestgröße: 50 x 50 x 50 cm
Küchenabfälle von frischem Obst und Gemüse	etwa 2 Kübel bzw. 20 l	Biotonne Schule (Buffet), Biomüll von zu Hause	
Ernterückstände		Schulgarten oder von den Schülerinnen und Schülern von daheim	
Rasenschnitt, Grünschnitt		Eigener Garten, Schulgelände	Rasenschnitt zuvor flächig ausbreiten und leicht antrocknen lassen
Wildkräuter („Unkraut“)		Schulgarten oder von den Schülerinnen und Schülern von daheim	zur Kompostierung nur Wildkräuter vor der Samenreife verwenden
Etwas reifer Kompost*		Schulgarten, Privatgarten, Deponie	
Kleine Schaufel			Baumarkt. Fragen Sie beim Hauswart/bei der Hauswartin nach, ob der Schule Gartengeräte zur Verfügung stehen. Fragen Sie bei einer Gärtnerei, ob Sie Gartengeräte ausleihen dürfen.

Versuch 2.1: Kartierung*

Was?	Wie viel?	Woher?	Anmerkung
Klemmbretter oder Schreibblock mit einem harten Einband	1 Stück pro Kleingruppe	Papierfachhandel	Fragen Sie bei der Schulwartin bzw. beim Schulwart nach, ob der Schule ein Spaten zur Verfügung steht. Fragen Sie bei einer Gärtnerei, ob Sie einen Spaten ausleihen dürfen.
Vorgefertigte Karte des Schulgeländes	1 Stück pro Kleingruppe	Nutzen Sie Luftbildaufnahmen, um eine Karte des Schulgeländes anzufertigen.	https://www.bing.com/maps/ https://www.google.at/maps

Versuch 2.2: Flächenwidmungsplan* und Bebauungsplan*

Was?	Wie viel?	Woher?	Anmerkung
Flächenwidmungs- und Bebauungsplan	1 Stück pro SchülerIn	Woher?	Plan der Gemeinde oder des Bezirks/Stadtteils
Flächenwidmungs- und Bebauungsplan des Schulgeländes mit Umgebung	1 Stück pro SchülerIn	Ausschnittvergrößerung des Flächenwidmungs- und Bebauungsplanes	Ausschnitt aus dem Plan der Gemeinde oder des Bezirks/Stadtteils

Versuch 3.1 Mikroskopieren

Was?	Wie viel?	Woher?	Anmerkung
Frische Bodenproben	Je nach Anzahl der SchülerInnen: 1 Teelöffel/Bodenprobe	<ul style="list-style-type: none"> • Kompost*: Schulgarten, Privatgarten, von der Deponie • Waldboden: Wald • Gartenerde: Schulgarten, Privatgarten, Deponie 	Tipp: Im Kompost und im Waldboden lassen sich die meisten Bodentiere finden
Petrischalen	1 Stück pro Bodenprobe und Kleingruppe	Unterrichtsraum Chemie, Fachhändler für Laborbedarf	
Holzstäbchen	1 oder 2 Stück pro SchülerIn	Bastelgeschäft, Supermarkt	
Binokulare	1 Stück pro Kleingruppe	Unterrichtsraum Chemie/Biologie	
Becherlupen	1 Stück pro Kleingruppe	Spielwarengeschäft	

Versuch 4.1 Der Regenwurm und seine Sinne**Teilversuch „Lichteinfluss hell/dunkel“**

Was?	Wie viel?	Woher?	Anmerkung
Durchsichtige Kunststoffröhre	8 mm Durchmesser, 30 cm lang, 1 Stück pro Kleingruppe	Bastelgeschäft, Baumarkt	
Karton (biegsam und möglichst dunkel)	15 cm x 5 cm pro Kleingruppe	Bastelgeschäft, Papierfachhandel	Möglichst dunkler Karton, damit kein Licht durchdringen kann. Wir empfehlen Karton mit einem Flächengewicht von 160 g/m ² . Tipp: Verwenden Sie Kunststoffröhren mit anderen als den empfohlenen Maßen, muss die Kartonmenge dementsprechend angepasst werden.
Durchsichtiges Klebeband	1 Stück pro Kleingruppe	Bastelgeschäft, Papierfachhandel	
Lichtquelle wie Taschenlampe oder Spot	1 Stück pro Kleingruppe	Schule	Alternative: Smartphone mit Taschenlampen-App
Regenwurm	1 Regenwurm pro Kleingruppe	Schulgarten, Komposthaufen, Schulgartenboden, Waldboden, Angler-Geschäft	

Versuch 4.1 Der Regenwurm und seine Sinne**Teilversuch „Einfluss von Flüssigkeit“**

Was?	Wie viel?	Woher?	Anmerkung
Kunststoffschale (20 cm Durchmesser)	1 Stück pro Kleingruppe	Haushaltsbedarf in Baumärkten und Möbelgeschäften	
Regenwurm	1 Regenwurm pro Kleingruppe	Schulgarten, Komposthaufen, Schulgartenboden, Waldboden, Angler-Geschäft, Wurmfarm	

Versuch 4.1 Der Regenwurm und seine Sinne**Teilversuch „Wie kriecht der Regenwurm?“**

Was?	Wie viel?	Woher?	Anmerkung
Plexiglasscheibe (20 x 40 cm)	1 Stück pro Kleingruppe	Bastelbedarf, Baumarkt	
Regenwurm	1 Regenwurm pro Kleingruppe	Schulgarten, Komposthaufen, Schulgartenboden, Waldboden, Angler-Geschäft, Wurmfarm	

Versuch 4.1 Der Regenwurm und seine Sinne
Teilversuch „Geruchstest - Können Regenwürmer riechen und schmecken?“

Was?	Wie viel?	Woher?	Anmerkung
Wattestäbchen	3 Stück pro Kleingruppe	Drogeriemarkt, Supermarkt, von zu Hause	
Essig, Senf, Honig	1 Teelöffel voll pro Kleingruppe	Supermarkt, Bauernmarkt	Tipp: 1 Teelöffel entspricht ca. 10 ml.
Gläser (mind. 100 ml Fassungsvermögen)	3 Stück pro Kleingruppe	Schule	
Teelöffel	1 Stück pro Kleingruppe	Die SchülerInnen bringen einen Teelöffel von zu Hause mit. Sie können auch in der Schulküche nachfragen.	
Regenwurm	1 Regenwurm pro Kleingruppe	Schulgarten, Komposthaufen, Schulgartenboden, Waldboden, Angler-Geschäft, Wurmfarm	

Versuch 4.2 Regenwurmwanderglas

Was?	Wie viel?	Woher?	Anmerkung
Einmachglas (mind. 1 l Fassungsvermögen)	1 Stück	Möbelgeschäft, von zu Hause, Haushaltswarengeschäft	
Heller Sand	ca. 500 ml	Baumarkt, Sandkiste	
Komposterde	ca. 500 ml	Kompost* im Schulgarten, Deponie. Fragen Sie die SchülerInnen, ob sie zu Hause Kompost* haben und ob sie etwas Komposterde mitnehmen können.	Tipp: Die Mengenangabe richtet sich nach dem Fassungsvermögen der Glasschüssel. Sollten Sie ein Gefäß mit einem anderen Fassungsvermögen wählen, passen Sie die Erdmenge an.
Regenwurmnahrung	Die Oberfläche des Regenwurmwanderglases soll ganz bedeckt sein. Geben Sie regelmäßig neues Futter hinzu.	Frische grüne Blätter, Grashalme: Schulgarten, Schulumgebung. Geben Sie den Schülerinnen und Schülern die Hausaufgabe, diese Dinge zu besorgen.	

Versuch 4.2 Regenwurmwanderglas			
<i>Was?</i>	<i>Wie viel?</i>	<i>Woher?</i>	<i>Anmerkung</i>
Regenwurmna- hrung	Die Oberfläche des Regenwurmwan- derglases muss be- deckt sein. Geben Sie regelmäßig neu- es Futter hinzu.	Kaffeersatz: Lehrerzimmer, von zu Hause. Fragen Sie die Kinder, ob sie von zu Hause Kaffeersatz mitbrin- gen können. Salatblätter: von zu Hause. Fragen Sie die Kinder, ob sie von zu Hause ein paar Blätter mitbringen können.	
Sprühflasche (mit Wasser befüllt)	1 Stück	Unterrichtsraum Chemie/ Biologie, Baumarkt, Droge- riemarkt	
Regenwürmer	Ca. 5 Stück	Komposthaufen, Schul- gartenboden, Waldboden, Angler-Geschäft	
Karton	1 Stück	Fragen Sie in einem Le- bensmittelgeschäft nach.	Das Regenwurmwanderglas soll in den Karton passen.
Tuch	1 Stück	Fragen Sie beim Hauswart/ bei der Hauswartin nach.	Geschirrtuch oder Halstuch

Versuch 5.1 Bodenuntersuchung			
<i>Was?</i>	<i>Wie viel?</i>	<i>Woher?</i>	<i>Anmerkung</i>
Spaten (oder Handschaufel)	1 Stück	Baumarkt. Fragen Sie beim Hauswart/bei der Hauswar- tin nach, ob der Schule Gar- tengeräte zur Verfügung stehen. Fragen Sie bei ei- ner Gärtnerei, ob Sie Gar- tengeräte ausleihen dürfen.	Schulwart/ Schulwartin
Verschiedene Bo- denarten	Eine Handvoll Erde von jeder Bodenpro- be pro SchülerIn	Ackerboden, Feldrain, Grünland, Rasenfläche, Waldboden etc.	
Behälter für Bo- denproben (mind. 5 l Fassungsver- mögen)	1 Behälter pro Bo- denprobe	Kübel: Schule, Baumarkt	
Spritzflasche (mit Wasser gefüllt)	1 Stück pro Klein- gruppe	Unterrichtsraum Chemie/ Biologie, Baumarkt, Droge- riemarkt	
Bodenproben-Boh- rer	1 Stück	Geräteverleih, geologi- sches Institut an Universi- täten	Alternativ: Spaten

Versuch 6.1 Bodenlabor - Aufschlammprobe

Was?	Wie viel?	Woher?	Anmerkung
Petrischalen	Anzahl der Kleingruppen x Anzahl der verschiedenen Bodenproben	Unterrichtsraum Chemie, Fachhändler für Laborbedarf	Handelsübliche Petrischalen, genaue Größe unwichtig
Bodenproben	1/3 Teelöffel pro Bodenprobe und Kleingruppe	Die Bodenproben sollten von unterschiedlichen Orten entnommen werden. Beispielsweise: bewachsener Boden, befahrene Erde (Parkplatz oder Straßenrand), Acker, Wald.	
Teelöffel	1 Teelöffel pro SchülerIn	Die SchülerInnen bringen einen Teelöffel von zu Hause mit. Sie können auch in der Schulküche nachfragen.	
Stoppuhr (z. B. Eieruhr, Handywecker)	1 Stück	Wanduhr im Klassenzimmer, Wecker von Handy oder Smartphone, Eieruhr (z. B. von zu Hause mitgebracht)	

Versuch 6.2 Glühverlust

Was?	Wie viel?	Woher?	Anmerkung
Bunsenbrenner	1 Stück pro Kleingruppe	Unterrichtsraum Chemie, Fachhändler für Laborbedarf	
Getrocknete Bodenproben	50 g Bodenprobe pro Kleingruppe	Verschiedene Erden von unterschiedlichen Standorten	Ein paar Tage im Vorhinein sammeln und trocknen lassen. Der Trocknungsprozess dauert etwa 10 Tage.
Waagen	1 Stück pro Kleingruppe	Unterrichtsraum Chemie/Biologie	
Schutzbrillen	1 Stück pro SchülerIn	Unterrichtsraum Chemie/Biologie	
Rotes Lackmuspapier	1 Stück pro Bodenprobe	Unterrichtsraum Chemie/Biologie	
Porzellantiegel	1 Stück pro Bodenprobe	Unterrichtsraum Chemie/Biologie	
Löffel	1 Stück pro Kleingruppe	Unterrichtsraum Chemie/Biologie, Schulküche	

Versuch 6.2 Glühverlust

Was?	Wie viel?	Woher?	Anmerkung
Glasstab	1 Stück pro Kleingruppe	Unterrichtsraum Chemie/ Biologie	
Taschenrechner	1 Stück pro Kleingruppe	Unterrichtsraum, Smart- phone	

Versuch 7.1 Bodenerosion

Was?	Wie viel?	Woher?	Anmerkung
PET-Flaschen (2-l-Flaschen)	3 Stück	Von zu Hause, aus dem Supermarkt	
Lose Erde	Ca. 1 kg	Von einem abgeernteten Feld, mithilfe eines Spatens	
Rasenziegel	Passend für eine 2-l-PET-Flasche	Von einer Wiese, mit Hilfe eines Spatens	
Stützen für die PET-Flaschen	1 Stück	Haushaltswarengeschäft oder Eigenbau	Zum Beispiel Getränkekorb aus Metall bzw. Draht für große Getränkeflaschen 1 l/1,5 l oder eine selbst gebaute Holzkonstruktion, in der die 3 PET-Flaschen annähernd waagrecht und leicht schräg mit der Öffnung nach unten gehalten werden
Flache Schalen (mind. 1 l Fassungsvermögen)	3 Stück	Chemieraum oder Küche	
Messbecher (mind. 0,5 l Fassungsvermögen)	3 Stück	Chemieraum oder Küche	

Versuch 8.2 Bodenklima - Messen der Bodentemperatur

Was?	Wie viel?	Woher?	Anmerkung
Außenthermometer	2 Stück	Baumarkt Gartencenter Lagerhaus	Robustes Modell und wenn möglich Minimum-Maximum-Thermometer wählen
Spaten	1 Stück	Baumarkt Gartencenter Lagerhaus	Fragen Sie beim Schulwart oder der Schulwartin nach, ob ein Spaten zu Verfügung steht.
Holzbox	1 Stück	Baumarkt Gartencenter Lagerhaus Selbst im Werkunterricht herstellen	Maße: 30 x 30 x 50 (bzw. entsprechend der Tiefe des Erdloches cm)
Nagel	1 Stück	Baumarkt	Zum Befestigen des Thermometers
Hammer	1 Stück	Baumarkt	Zum Befestigen des Thermometers

Versuch 9.1 Rollenspiel

Was?	Wie viel?	Woher?	Anmerkung
1-Cent-Stücke	4–6 Stück pro Kleingruppe	Von zu Hause oder von den Schülerinnen und Schülern	
Alte Zeitungen	2–3 Seiten pro Kleingruppe	Von zu Hause oder von den Schülerinnen und Schülern	

Versuch 10.1 Blumenerde selbst herstellen

Was?	Wie viel?	Woher?	Anmerkung
Sand	Je nach Bedarf	Baumarkt, Gartencenter, Lagerhaus, Sandkiste	Stellt ein Drittel der Hauptzusammensetzung dar
Kompost*	Je nach Bedarf (Kompost* stellt ein Drittel der Hauptzusammensetzung dar)	Kompost* im Schulgarten . Fragen Sie die SchülerInnen, ob sie zu Hause einen Kompost* haben und ob sie etwas Komposterde mitnehmen können.	Stellt ein Drittel der Hauptzusammensetzung dar
Gartenerde	Je nach Bedarf	Baumarkt, Gartencenter, Lagerhaus, Schulgarten	Stellt ein Drittel der Hauptzusammensetzung dar
Urgesteinsmehl	Je nach Bedarf	Baumarkt, Gartencenter, Lagerhaus	Bodenhilfsstoff
Kokosfasern	Je nach Bedarf	Baumarkt, Gartencenter, Lagerhaus	Bodenhilfsstoff

Versuch 10.1 Blumenerde selbst herstellen

Was?	Wie viel?	Woher?	Anmerkung
Holzfasern	Je nach Bedarf	Baumarkt, Gartencenter, Lagerhaus	Bodenhilfsstoff
Bentonit (Tonmehl)	Je nach Bedarf	Baumarkt, Gartencenter, Lagerhaus	Zuschlagstoff
Perlit	Je nach Bedarf	Baumarkt, Gartencenter, Lagerhaus	Zuschlagstoff* (zur Wasserspeicherung)
Lavasand	Je nach Bedarf	Baumarkt, Gartencenter, Lagerhaus	Als Drainage
Ziegelsplitt	Je nach Bedarf	Baumarkt, Gartencenter, Lagerhaus	Als Drainage
Regenwurmhumus	Je nach Bedarf	Aus dem Regenwurmwanderglas (Versuch 4.2) www.vermigrand.eu	
Organische Düngemittel	Je nach Bedarf	Baumarkt, Gartencenter, Lagerhaus	Rein pflanzliche Düngemittel oder Düngemittel tierischen Ursprungs, z. B. Hornspäne, Hornmehl
Waagen	1 Stück pro Kleingruppe	Unterrichtsraum Chemie, Küchenwaagen	
Handschaukeln	1 Stück je Kleingruppe	Schule, Baumarkt	
Messbecher	1 Stück je Kleingruppe	Unterrichtsraum Chemie/Biologie	Mind. 0,5 l Fassungsvermögen
Pflanzen	Entsprechend den Pflanzgemeinschaften	Baumarkt, Gärtnerei, Gartencenter, Blumengeschäft, privat und selbst gezogen (Versuch 12.1)	
Mörtelwanne oder ähnlich großer Behälter	1 Stück pro Kleingruppe	Baumarkt, Blumengeschäft. Die SchülerInnen bringen ein Pflanzgefäß von zu Hause mit.	Zum Mischen der Blumenerde
Mörtelwanne oder Kübel	2 Stück pro Kleingruppe	Baumarkt, Haushaltswarengeschäft, Schule	Zum Mischen der Spezialerden
Sieb (groß, grobmaschig)	1 Stück	Baumarkt, Gartencenter, Lagerhaus	Zum Sieben des Komposts*; kann auch im Werkunterricht selbst hergestellt werden

Versuch 11.1 Bodenpflege im Schulgarten

Was?	Wie viel?	Woher?	Anmerkung
Spaten	Mind. je 1 Stück, wenn möglich mehrere, damit mehr SchülerInnen gleichzeitig gärtnern können	Baumarkt, Schulgarten. Fragen Sie in einer Gärtnerei, ob Sie Gartengeräte ausleihen dürfen.	
Rechen			
Schaufel			
Grabgabel			
Schild			
Gießkanne			
Grasschnitt	Je nach Größe der Versuchsfläche	Schulgelände, Schulwiese, privat	Mulchmaterial*
Laub	Je nach Größe der Versuchsfläche	Schulgelände, Wald, Park, aus privatem Garten	Mulchmaterial*
Grasschnitt	Je nach Größe der Versuchsfläche	Schulgelände, Schulwiese, aus privatem Garten	Mulchmaterial*
Laub	Je nach Größe der Versuchsfläche	Vom Schulgelände, Wald, Park, aus privatem Garten	Mulchmaterial*
Hanfhäcksel (auch: Flachsschäbchen)	Je nach Größe der Versuchsfläche	Baumarkt, Agrarhandel http://diwoky.at http://www.waldland.at/de/waldviertler_flachshaus/tier_und_garten/	Mulchmaterial*
Kies	Je nach Größe der Versuchsfläche	Baumarkt, Gartencenter http://diwoky.at	Mineralischer Mulch – nur für trockenheitsliebende Pflanzen
Brennnesselblätter	Je nach Größe der Versuchsfläche	Schulgelände, Wegrand, aus privatem Garten	Tipp: Achten Sie darauf, dass Sie keine blühenden oder samen tragenden Blätter verwenden.
Jungpflanzen	Je nach Größe der Versuchsfläche	Baumarkt, Blumengeschäft, selbst gezogen (Versuch 12.1)	Achtung: Pflanzzeiten beachten
Buchweizen-Samen	Je nach Größe der Fläche	Gartencenter, Baumarkt	Gründüngung*
Phacelia-Samen (auch: Bienenfreund)	Je nach Größe der Fläche	Gartencenter, Baumarkt	Gründüngung*

Versuch 11.1 Bodenpflege im Schulgarten

Was?	Wie viel?	Woher?	Anmerkung
Leguminosen-Samen (Hülsenfrüchte)	Je nach Größe der Fläche	Gartencenter, Baumarkt	Gründüngung*
Gießkanne	Mindestens 1 Stück	Baumarkt, Schulgarten, Ausstattung Schule	Besser mehrere, damit mehr SchülerInnen gleichzeitig gärtnern können

Versuch 11.2 Pflanzetiketten selbst basteln

Was?	Wie viel?	Woher?	Anmerkung
Wasserfeste Stifte	1–2 Packungen	Schreibwarenhandel, Kaufhaus	
Wasserfeste Farben	1–2 Packungen	Schreibwarenhandel, Kaufhaus	
Lötkolben	1 Stück	Werkraum, Baumarkt	
Laubsäge	Je nach Gruppengröße 1–2 Stück	Werkraum, Baumarkt	Sind genügend Laubsägeblätter vorhanden?
Unterschiedliche Materialien (z. B. Ton, Holz, Steine, Wäscheklammern aus Holz, Eisstiele aus Holz)		Die SchülerInnen sammeln die Materialien und bringen sie mit.	
Schleifpapier	Ein paar Stücke unterschiedlicher Körnungen* von grob bis fein	Werkraum, Baumarkt	
Alte Stofffetzen, Zeitungen	50 cm x 35 cm pro SchülerIn	Werkraum, privat	

Versuch 12.1 Jungpflanzen heranziehen

Was?	Wie viel?	Woher?	Anmerkung
Paradeisersamen	Je nach Bedarf und möglicher Anbaufläche	Von Paradeiser, die zu Hause gegessen werden, Samen mitbringen. Besondere Arten und Raritäten sind z. B. bei Arche Noah unter www.arche-noah.at erhältlich.	Nicht keimende Samen mit einberechnen Tipp: Bei eigener Samengewinnung zum Abbau der keimhemmenden Schicht Samen 3 Tage in einem Glas mit Wasser an einem warmen Ort stehen lassen und täglich einmal umrühren

Versuch 12.1 Jungpflanzen heranziehen

Was?	Wie viel?	Woher?	Anmerkung
flache Schalen/ Untersetzer für An- zuchtstöpfchen	Je nach Menge der Anzuchtstöpfchen	Baumarkt, privat. Auch möglich: große Pappe mit Folie auslegen (gegen Feuchtigkeit und Erdkrü- mel)	
Anzuchterde	Je nach Bedarf	Selbst hergestellt aus Ver- such 10.1, Baumarkt, Gar- tencenter, Gärtnerei, Lager- haus	Achten Sie darauf, torffreie Erde zu verwenden.
Anzuchttöpfchen	Je nach Bedarf	Toilettenpapierrollen, Eier- karton, Baumarkt	Tipps zum Selberma- chen: http://www.weknowstuff.us.com/2015/03/recyclable-seed-starters.html
Frischhaltefolie zum Abdecken	1 Rolle	Drogeriemarkt, Supermarkt	
Sprühflasche	1 Stück	Drogeriemarkt, Haushalts- warengeschäft	
Blumentöpfe	Je nach Anzahl der vorgezogenen Pflanzen		
Holzstab	Je nach Bedarf	Eisstiel aus Holz, Werk- raum	Zum Pikieren

Versuch 12.2 Vierfelderwirtschaft im Schulgarten

Was?	Wie viel?	Woher?	Anmerkung
Hammer	1 Stück	Baumarkt, Werkraum	
Maßband	1 Stück	Baumarkt, Werkraum	optimal ist ein Maßband mit mind. 5 m Länge
Schnur	Mind. 10 m lang	Baumarkt, Werkraum, Schulgarten	Dicke der Schnur ist nicht wich- tig
Holzstecken	10 Stück	Baumarkt, Schulgarten	Länge etwa 30 bis 50 cm
Holzbretter oder Steinplatten zur Beetabgrenzung	Stückzahl abhängig von Beetgröße	Baumarkt, Schulgarten, alte Baumaterialien aus der Umgebung	

Versuch 12.2 Vierfelderwirtschaft im Schulgarten			
<i>Was?</i>	<i>Wie viel?</i>	<i>Woher?</i>	<i>Anmerkung</i>
Spaten	Mind. je 1 Stück, wenn möglich mehrere, damit mehr SchülerInnen gleichzeitig gärtnern können	Baumarkt, Schulgarten. Fragen Sie in einer Gärtnerei, ob Sie Gartengeräte ausleihen dürfen.	
Rechen			
Schaufel			

Versuch 12.3 Hochbeet-Bau			
<i>Was?</i>	<i>Wie viel?</i>	<i>Woher?</i>	<i>Anmerkung</i>
Spaten	Mind. je 1 Stück	Baumarkt, Schulgarten. Fragen Sie in einer Gärtnerei, ob Sie Gartengeräte ausleihen dürfen.	Wenn möglich mehrere, damit mehr SchülerInnen gleichzeitig gärtnern können
Rechen			
Schaufel			
Grabgabel			
Flache Steine	Je nach Größe des geplanten Hochbeetes	Baumarkt, Lagerhaus	Als Unterlage
Ziegel		Baumarkt, Lagerhaus	Als Unterlage
Grasschnitt		Schulgelände, Schulwiese, aus privatem Garten	
Äste		Schulgelände, Wald, Park, aus privatem Garten	Zum Beispiel auch Wurzeln, Reisig, Strauchschnitt
Laub		Schulgelände, Wald, Park, aus privatem Garten	Auch herbstliche Gartenabfälle sind geeignet.
Stroh		Landwirtschaft in der Umgebung, Gartencenter, Lagerhaus, Tierhandlung	
Rasensoden*		Entstehen beim Vorbereiten der Fläche für das Hochbeet	Aushubmaterial unter dem Hochbeet verwenden!
Grobkompost		Kompost* im Schulgarten, Baumarkt, Lagerhaus	Entsteht bei der Kompostierung nach ca. 3–4 Monaten
Feinkompost		Kompost* im Schulgarten, Baumarkt, Lagerhaus	Entsteht bei der Kompostierung nach 6-8 Monaten, danach gegebenenfalls sieben

Versuch 12.3 Hochbeet-Bau

Was?	Wie viel?	Woher?	Anmerkung
Materialliste für ein Hochbeet mit den Abmessungen 180 x 120 x 80 cm			
Lärchenholzbretter, einseitig gehobelt, Stärke 5 cm (Mindeststärke 2,5 cm), Breite 20 cm, Länge 180 cm	8 Stück	Baumarkt, Lagerhaus	Holz für Seitenwände
Lärchenholzbretter, einseitig gehobelt, Stärke 5 cm (Mindeststärke 2,5 cm), Breite 20 cm, Länge 110 cm	8 Stück	Baumarkt, Lagerhaus	Holz für Seitenwände
Vierkanthölzer, Stärke 8 x 8 cm, Länge 80 cm	4 Stück	Baumarkt, Lagerhaus	Als Steher
Edelstahlschrauben, 6 x 90 mm	100 Stück	Baumarkt, Lagerhaus	
Noppenfolie, Breite 1 m	7 Meter	Baumarkt, Lagerhaus	Zu finden bei den Baustoffen
Hasengitter, Breite 1 m, möglichst engmaschig (6–10 mm)	5 Meter	Baumarkt, Lagerhaus	Zum Schutz gegen Wühlmäuse
Bohrmaschine	Mindestens 1 Stück	Baumarkt, Lagerhaus, Werkraum	
Schraubendreher	Mindestens 1 Stück	Baumarkt, Lagerhaus, Werkraum	Handschraubendreher oder Akkuschraubendreher

Versuch 12.4 Werkzeugschürze nähen

Was?	Wie viel?	Woher?	Anmerkung
Stecknadeln	Je nach Klassengröße, ca. 5 Schachteln	Kaufhaus, Nähbedarf, Werkraum	
Nähnadel (Stärke 70–90)	Mind. 1 Stück pro SchülerIn	Von zu Hause, Kaufhaus, Nähbedarf, Werkraum	Die Nadeln sollten stark genug für die dickeren Stoffe sein.
Nähmaschine	1 Stück	Werkraum	

Versuch 12.4 Werkzeugschürze nähen			
<i>Was?</i>	<i>Wie viel?</i>	<i>Woher?</i>	<i>Anmerkung</i>
Stoffschere	Je nach Größe der Klasse, ca. 4 Stück	Kaufhaus, Werkraum	Nähbedarf,
Schneiderkreide	Ca. 3 bis 5 Stück	Kaufhaus, Werkraum	Nähbedarf,
Stoff	50 cm x 35 cm pro SchülerIn	Stoffgeschäft, Stoffoutlets, alte Kleidungsstücke (Jeans, Taschen, Polsterbezüge aus festem Stoff). Geben Sie den Kindern in der vorangehenden Unterrichtseinheit die Aufgabe, alte Kleidungsstücke mitzubringen.	Tipp: Es sollten feste Stoffe verwendet werden: feste Baumwollstoffe, Dekostoffe, Möbelstoffe. Elastische Stoffe wie z. B. Jersey eignen sich nicht.
Nähfaden (farblich passend zum Stoff)	1 kleine Spule pro SchülerIn	Kaufhaus, Werkraum	Nähbedarf,
Stoffband	Ca. 2 cm x 150 cm pro SchülerIn	Kaufhaus, Bastelgeschäft	Nähbedarf,
Stofffarben	Je nach Klassengröße ca. 6 verschiedene Farben	Bastelbedarf, Werkraum	
Pinsel	Mindestens 1 Pinsel pro SchülerIn	Werkraum	
Korken		Bastelbedarf, von zu Hause	Am besten bereits ausgekocht mitbringen, evtl. vor der Verwendung noch einmal kochen, damit man die Korken leichter schneiden kann.
Moosgummi		Bastelbedarf	
Holz		Werkraum	

Verwendete und weiterführende Literatur

Ackermann, Malgorzata: Die Saat. Die Kleingärtnerin. Online verfügbar unter <http://www.kleingaertnerin.de/saat.html>, zuletzt geprüft am 17.02.2016.

Anseeuw, Ward; et al. (2012): Transnational Land Deals for Agriculture in the Global South. Analytical Report based on the Land Matrix Database. Hg. v. Land Matrix. Online verfügbar unter https://www.google.at/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0ahUKewiLlcDMv_7KAhUGqHIKHwTbBQUQFggfMAA&url=https%3A%2F%2Fwww.oxfam.de%2Fsystem%2Ffiles%2F20120427_report_land_matrix.pdf&usq=AFQjCNHDhJjwlmTjq4Bb-qSf9k4j-8WljA&sig2=UWuSaN0D8_BZyEuyJOBflg&cad=rja, zuletzt geprüft am 17.02.2016.

Birli, Barbara; Schwarz, Sigrid; Fordal, Cecilie; Berthold, Helene; Leregger, Florian (2015): Handbuch für Bodenschutz. Schulworkshops. Online verfügbar unter https://bodenschutz.files.wordpress.com/2015/11/schulungsmappe_bodenschutz1.pdf, zuletzt geprüft am 24.04.2016.

Blum, Winfried E. H. (2012): Bodenkunde in Stichworten. 7., neu bearb. Aufl. Stuttgart: Borntraeger (Hirt's Stichwortbücher).

Brot für die Welt (Hg.) (2011): Landraub. Stuttgart (Global Lernen, 1). Online verfügbar unter http://www.brot-fuer-die-welt.de/fileadmin/mediapool/2_Downloads/Jugend_und_Schule/Global_lernen/global-lernen_2011-1.pdf, zuletzt geprüft am 17.02.2016.

Bundesverband Boden e.V. (Hg.): Bodenwelten. Entdecken Sie Bodenwelten. Online verfügbar unter <http://www.bodenwelten.de/>, zuletzt geprüft am 09.02.2016.

Deuschle, Tom (2016): Faszination Regenwald. Boden & Humus im tropischen Regenwald. Online verfügbar unter <http://www.faszination-regenwald.de/info-center/oekosystem/humus.htm>, zuletzt aktualisiert am 04.02.2016, zuletzt geprüft am 11.02.2016.

Energie- und Umweltagentur NÖ (eNu) (Hg.) (2015): Der Apfel als "Planet Erde". Online verfügbar unter <http://www.umweltbildung.enu.at/der-apfel-als-planet-erde>, zuletzt geprüft am 04.02.2016.

ENU Energie- und Umweltagentur Niederösterreich (Hg.): Bodenlebewesen - Leben in der Unterwelt. Arbeitsblätter, Tafelbilder und weitere Unterrichtsmaterialien zu Bodenlebewesen und Methoden für den Einsatz der Materialien. Online verfügbar unter <http://www.umweltbildung.enu.at/bodenlebewesen-leben-in-der-unterwelt>, zuletzt geprüft am 17.02.2016.

ENU NÖ Energie- und Umweltagentur GmbH (Hg.): Bodentiere bestimmen. Durch ein Merkmal sind die Bodentiere leicht zu unterscheiden: die Anzahl der Beinpaare. Online verfügbar unter www.enu.at/images/doku/bestimmungsuebersicht-bodentiere-ubi.pdf, zuletzt geprüft am 17.02.2016.

FDCL Forschungs- und Dokumentationszentrum Chile-Lateinamerika e.V. (Hg.): Futter statt Land. Fallbeispiel: Sojaproduktion in Lateinamerika. Triebkräfte - Futtermittel. Online verfügbar unter <http://land-grabbing.de/triebkraefte/futtermittel/fallbeispiel-soja-produktion-in-lateinamerika/>, zuletzt geprüft am 17.02.2016.

FIAN Österreich (Hg.): Land Grabbing. Hände weg vom Land – Aktiv werden gegen Land Grabbing. Online verfügbar unter <http://www.fian.at/home/arbeitsbereiche/zugang-zu-ressourcen/landgrabbing/>.

Global 2000; Heinrich-Böll-Stiftung; Bund für Umwelt- und Naturschutz Deutschland (Hg.) (2014): Fleischatlas. Daten und Fakten über Tiere als Nahrungsmittel. Neue Themen. Berlin. Online verfügbar unter http://www.bund.net/fileadmin/bundnet/publikationen/landwirtschaft/140108_bund_landwirtschaft_fleischatlas_2014.pdf, zuletzt geprüft am 09.02.2016.

Global Footprint Network (Hg.): Global Footprint Network. Online verfügbar unter <http://www.footprintnetwork.org/de/>.

Hedemann, Philipp (2011): Riesenfarmen: Hunger und Landgrabbing in Äthiopien. In: derStandard, 20.07.2011 (Printausgabe, 21.7.2011). Online verfügbar unter <http://derstandard.at/1310511750675/Horn-von-Afrika-Riesenfarmen-Hunger-und-Landgrabbing-in-Aethiopien>, zuletzt geprüft am 17.02.2016.

Heisteringer, Andrea (2013): Das große Biogarten-Buch. 2. Aufl. Innsbruck: Löwenzahn Verlag.

Herberhold, Lennart: Die Folgen des modernen Kolonialismus. Dokumentarfilm: "Landraub". Hg. v. NDR. Online verfügbar unter <http://www.ndr.de/kultur/film/Dokumentarfilm-Landraub,landraub100.html>, zuletzt geprüft am 17.02.2016.

Humus. Der Film. Online verfügbar unter <http://www.humus-derfilm.at/>.

IFAB Institut für Angewandte Bodenbiologie GmbH (Hg.) (2016): Bodenbiologie und Bodenschutz. Online verfügbar unter <http://www.ifab-hamburg.de/home.html>, zuletzt aktualisiert am 11.10.2014, zuletzt geprüft am 11.02.2016.

Kiefer, Katharina M. (2013): Obst, Gemüse, Blumen, Gras, Gärtnern macht den Kindern Spaß. München: Bassermann (Bassermann-Inspiration).

Klärner, Günter (Hg.) (2004): Der Boden ist Vielfalt, Schönheit, Geburt, Reichtum und Tod. Online verfügbar unter http://www.umweltforscher.de/foej/ib/e/_sites/wissen.htm, zuletzt aktualisiert am 14.08.2004, zuletzt geprüft am 11.02.2016.

Koller, Martin (2015): Bodenfruchtbarkeit: Gründüngung. Hg. v. FiBL Deutschland e.V. Online verfügbar unter <http://www.bodenfruchtbarkeit.org/331.html>, zuletzt geprüft am 10.02.2016.

Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen (Hg.): Schadstoffe im Boden. Teil 1: Ursachen - Wirkung - Bewertung. Online verfügbar unter https://www.duisburg.de/micro2/duisburg_gruen/.../infoblatt11.pdf, zuletzt geprüft am 17.02.2016.

Lauk, Christian (2005): Sozial-Ökologische Charakteristika von Agrarsystemen. Ein globaler Überblick und Vergleich. Hg. v. IFF - Faculty for Interdisciplinary Studies. Institute of Social Ecology. Wien (Social Ecology Working Paper, 78). Online verfügbar unter <https://www.uni-klu.ac.at/socec/downloads/wp78.pdf>, zuletzt geprüft am 17.02.2016.

Laukötter, G.; Niemeyer-Lüllwitz, A. (2004): Bildungsmaterial BODEN will LEBEN. Begleitbroschüre zur Kampagne und Ausstellung "Der Boden lebt". Hg. v. Natur- und Umweltschutz-Akademie des Landes NRW (NUA). Recklinghausen. Online verfügbar unter <http://www.nua.nrw.de/publikationen/material-fuer-die-bildungsarbeit/bildungsordner-broschueren-und-materialmappen/single/produkt/boden-will-leben/kategorie/broschueren/backPID/bildungsordner-broschueren-und-materialmappen/>, zuletzt geprüft am 02.03.2016.

Österreichische Raumordnungskonferenz (ÖROK) (Hg.): Örok Atlas Raumbewertung. Österreich im Blick der Örok. Online verfügbar unter <http://www.oerok-atlas.at/#>, zuletzt geprüft am 17.02.2016.

Paeger, Jürgen (Hg.) (2014): Die Entstehung der Landwirtschaft. Das Zeitalter der Landwirtschaft. Ökosystem Erde. Online verfügbar unter http://www.oekosystem-erde.de/html/erfindung_landwirtschaft.html, zuletzt aktualisiert am 02.02.2014, zuletzt geprüft am 17.02.2016.

pflanzenforschung.de c/o genius gmbh (Hg.): Themen Lexikon A-Z. Lexikon Wissensdatenbank. Online verfügbar unter <http://www.pflanzenforschung.de/de/themen/lexikon/a/>.

polis, Zentrum (2014): Landgrabbing. Hg. v. Zentrum polis – Politik Lernen in der Schule. Wien (polis aktuell, 12). Online verfügbar unter <http://www.politik-lernen.at/site/gratissshop/shop.item/106327.html>, zuletzt geprüft am 17.02.2016.

Projekt Hypersoil (Hg.) (2002-2004): Bodentiere allgemein. Universität Münster. Online verfügbar unter <http://hypersoil.uni-muenster.de/0/07.htm>.

Raskin, Ben; Huber, Claudia (2015): Der Wurm, mein bester Freund. Das Kompost-Buch für Familien. Bern: Haupt. Sand - Die neue Umweltzeitbombe (2013). Arte, 2013. Online verfügbar unter <https://www.youtube.com/watch?v=SEWqs1wJuLc>, zuletzt geprüft am 09.02.2016.

Senatsverwaltung für Bildung, Jugend und Wissenschaft (Hg.) (2013): Bewegende Gärten. Handbuch für die Projektarbeit in Schulgärten und auf grünen Schulhöfen. Berlin. Online verfügbar unter http://www.naturimgarten.at/sites/default/files/comenius_regio_backup.pdf, zuletzt geprüft am 06.11.2015.

Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH (Hg.): Spektrum.de. Online verfügbar unter <http://www.spektrum.de>, zuletzt geprüft am 09.02.2016.

Stoltzenberg-Ramirez, Arisleidy (2012): GeoDZ.com. Lexikon Geografie, Lexikon Geologie, Lexikon Geodäsie, Topologie & Geowissenschaften. Hg. v. Universidad Nacional de Jujuy. Jujuy, Argentinien. Online verfügbar unter <http://www.geodz.com/>.

Umweltbundesamt (Hg.): Kompostfibel. Richtig kompostieren - Tipps und Hinweise (Für Mensch & Umwelt). Online verfügbar unter http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/kompostfibel_0.pdf, zuletzt geprüft am 17.02.2016.

Umweltbundesamt; Österreichische Bodenkundliche Gesellschaft (Hg.): Die Bodenplattform - Filme, Dvds, Videos. Bodeninformationen - Drehscheibe in Österreich. Die Informationsdrehscheibe rund um das Thema Boden in Österreich. Online verfügbar unter http://www.bodeninfo.net/index.php?article_id=114, zuletzt geprüft am 09.02.2016.

Umweltschutzorganisation Global 2000 (Hg.) (2015): Bodenatlas. Daten und Fakten über Acker, Land und Erde. 2. Auflage. Wien. Online verfügbar unter <https://www.global2000.at/sites/global/files/Bodenatlas2015.pdf>, zuletzt geprüft am 09.02.2016.

Vetter, Fredy: Regenwurm. Führer zur Ausstellung. Teil 1. Hg. v. Zentrum für angewandte Ökologie Schattweid. Wolhusen, Schweiz. Online verfügbar unter <http://www.regenwurm.ch/files/downloadfiles/DOWNLOADS/broschrw1.pdf>, zuletzt geprüft am 09.02.2016.

Zentrale für Unterrichtsmedien im Internet e. V. (Hg.) (2007): Ökologische Kreisläufe. Online verfügbar unter http://www.zum.de/Faecher/Materialien/dittrich/Vortrag/oekologische_kreislaeufe.htm, zuletzt aktualisiert am 24.02.2007, zuletzt geprüft am 10.02.2016.

Zukunftsstiftung Landwirtschaft (Hg.): Weltagrarbericht. Online verfügbar unter <http://www.weltagrarbericht.de/>, zuletzt geprüft am 04.02.2015.

Angebot für Schulen

Böden schaffen die Grundlage für unsere Ernährung und sind die Basis für das Funktionieren der Ökosysteme auf der Erde. Das Team vom Büro für nachhaltige Kompetenz B-NK GmbH sowie von Dipl.-Ing. Ralf Dopheide e.U. bietet für Schulen praxisnahe Forschungsworkshops rund um das Thema Boden[wissen] an. Böden und deren Relevanz für Ökologie, Wirtschaft, Ernährung, Wirtschaft und Gesellschaft, werden im Rahmen der Workshops auf vielfältige Weise veranschaulicht und erlebbar gemacht.

Folgende Workshops werden für Schulklassen bzw. Gruppen angeboten:

- Karten, Pläne und die Realität: Praktische Erkundungen rund um die Schule und Einführung in die Raum- und Landschaftsplanung
- Vom Leben im Boden: Mikroskopieren und Bestimmen von Bodenorganismen
- Erforschen und Bestimmen von Bodenarten und Bodentypen und deren Charakteristika
- Anlegen von Kompostplätzen und kombinierten Heißrotte-Kompostwurm-Kompostierungssystemen sowie Vorstellen von Prinzipien der Kreislaufwirtschaft
- Gestaltungsworkshops im Schulfreiraum: SchülerInnen planen und bauen gemeinsam mit LandschaftsplanerInnen und LandschaftsgärtnerInnen passgenaue Innenraumbegrünungselemente, Hochbeete und/oder Gemüse-Beete

Bei Interesse wenden Sie sich bitte an **bodenwissen@b-nk.at** bzw. kontaktieren Sie **Dr.ⁱⁿ Bente Knoll** unter **0676 / 6461015**.

Mit der Broschüre „Boden[wissen] Unterrichtsmaterialien für die Sekundarstufe I“ soll Schülerinnen und Schülern das Thema Boden praxisnah und spannend nähergebracht werden. Die Broschüre richtet sich an Lehrkräfte aus den Bereichen Biologie, Geografie, Chemie, textiles und technisches Werken, bildnerische Erziehung, aber auch an jene Lehrkräfte, die mit der politischen Bildung, der Bildung für nachhaltige Entwicklung und der Berufsorientierung befasst sind.

ISBN-Nummer: 978-3-9504265-0-2

