LEHR- UND ARBEITSMATERIAL



EXPEDITION ERDREICH

MIT TEEBEUTELN DEN BODEN ERFORSCHEN

Eine Initiative des Bundesministeriums für Bildung und Forschung

Wissenschaftsjahr 2020|21

BIOÖKONOMIE

NUTZUNGSRECHTE

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

Änderungen dürfen nur insoweit vorgenommen werden, als sie zur Ausübung des Nutzungszweckes unumgänglich sind, zum Beispiel in Form von Kürzungen. Der Aussagegehalt ist dabei unverändert beizubehalten.

Inhaltliche Änderungen sind ausschließlich dann zulässig, wenn sichergestellt ist, dass die ursprünglich getroffene Aussage weder abgeändert noch verfälscht, verfremdet oder entstellt wird. Dies gilt auch für eine indirekte Beeinträchtigung des Inhalts durch Verwendung in einem anderen als dem ursprünglichen Sachzusammenhang. Falls Elemente ganz oder teilweise in irgendeiner Form – elektronisch oder schriftlich – zu anderen als den vorher genannten Zwecken reproduziert werden, ist die ausdrückliche schriftliche Zustimmung des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) im Vorfeld einzuholen.

Das Lehr- und Arbeitsmaterial ist so konzipiert, dass Lehrerinnen und Lehrer sowie Gruppenleiterinnen und Gruppenleiter es als Kopiervorlage nutzen können. Zusätzlich stehen weiterführende Informationen, hilfreiche Links sowie die Arbeitsblätter des Lehr- und Arbeitsmaterials als PDF-Datei auf **expedition-erdreich.de/schulmaterial** bereit.

klimaneutral
natureOffice.com | DE-140-1VFF8C5
gedruckt

RECYCLED
Papier aus Recyclingmaterial
Paper made from recycled material
FSC® C003425
FSC
www.fsc.org



INHALT

EINFÜHRUNG

Einleitung 2
Modulübersicht 4

MODUL 1 DER BODEN UND ICH 6

Einführung und Hinweise 7
Methodenkiste 9
- Arbeitsblatt 1 – Boden 12
- Arbeitsblatt 2 – Ohne den Boden ...? 13

MODUL 2 DER BODEN – DIE DÜNNE HAUT DER ERDE 14

Einführung und Hinweise 15
- Arbeitsblatt 3 – Kann Boden eigentlich neu entstehen? 18
- Arbeitsblatt 4 – Mehr als einfach nur Boden 20
- Arbeitsblatt 5 – Boden – ein echt vielschichtiger Typ 23
- Arbeitsblatt 6 – Kompostieren – aus Abfällen wird wertvoller Dünger 26

MODUL 3 DER BODEN – WERT UND FUNKTIONEN 28

Einführung und Hinweise 29
- Arbeitsblatt 7 – Welchen Wert hat der Boden? 33
- Arbeitsblatt 8 – Lebewesen in unserem Boden 34
- Arbeitsblatt 9 – Boden: Filter und Speicher zugleich 36
- Arbeitsblatt 10 – Nährstoffkreislauf im Garten: zwischen Gemüsebeet und Komposthaufen 38
- Arbeitsblatt 11 – Tank, Trog oder Teller – wie wollen wir unseren Boden nutzen? 40
- Arbeitsblatt 12 – Ziele für nachhaltige Entwicklung 43

MODUL 4 DER BODEN IN GEFAHR 44

Einführung und Hinweise 45
- Arbeitsblatt 13 – Landraub – der Konflikt um Böden 48
- Arbeitsblatt 14 – Versiegelung – wenn der Acker verschwindet 49
- Arbeitsblatt 15 – Bodenverdichtung 50
- Arbeitsblatt 16 – Der Boden als Speicher für Kohlenstoff 51
- Arbeitsblatt 17 – Vom Rind zur Ernteschwankung – ein Mystery 53
- Arbeitsblatt 18 – Böden und Altlasten – eine Gefahr für Mensch und Umwelt 56

MODUL 5 DATEN AUSWERTEN – BODENZUSTAND ANALYSIEREN 58

Einführung und Hinweise 59
- Arbeitsblatt 19 – Auswertung der Expedition Erdreich 60
- Arbeitsblatt 20 – Flächenverbrauch in Deutschland 62

ANHANG

Glossar 64
Lösungshinweise 65
Nachweise 68
Impressum 69

DAS WISSENSCHAFTSJAHR 2020|21– BIOÖKONOMIE

Zum Hintergrund

Während die Weltbevölkerung wächst und unser Lebensstandard steigt, stehen wir weltweit vor großen ökologischen Herausforderungen. Dazu zählen der menschengemachte Klimawandel, die Vermüllung der Meere, schwindende landwirtschaftliche Nutzflächen und zur Neige gehende fossile Rohstoffe. Diese Entwicklung macht es notwendig, dass wir unsere heutige erdölbasierte Wirtschaftsform verändern – hin zu einer nachhaltigen Nutzung nachwachsender Rohstoffe: der Bioökonomie!

Jetzt ist die richtige Zeit, darüber zu sprechen, wie wir diesen Wandel gestalten wollen. Aus diesem Grund ist Bioökonomie das Thema des **Wissenschaftsjahres 2020|21:** Wie können wir nachhaltiger leben, Ressourcen schonen und gleichzeitig unseren Lebensstandard sichern? Wie können Wissenschaft und Technologie uns dabei unterstützen?

Das Wissenschaftsjahr 2020|21 macht erlebbar, welche Lösungsansätze die Forschung schon heute bereithält. Viele neue Technologien und Verfahren können uns dabei helfen, Rohstoffe und Produkte in Zukunft anders zu erzeugen, zu verarbeiten und zu verbrauchen: Bau- und Dämmstoffe aus Pflanzenfasern, Mikroorganismen, die Schadstoffe abbauen, Kerosinersatz aus Algen und Kunststoffe, die biologisch abbaubar sind.

Ein wichtiger Aspekt für den Wandel hin zur Bioökonomie sind Böden. Aus ihnen können wir nachwachsende Rohstoffe gewinnen, und wir beziehen Nahrung und Futtermittel aus ihnen. Um sie mit all ihren Funktionen bestmöglich und vor allem nachhaltig nutzen zu können, müssen wir zunächst verstehen, wie es heute um sie bestellt ist. Darum startet das Wissenschaftsjahr 2020|21 die **Citizen-Science-Aktion Expedition Erdreich**.

Die Wissenschaftsjahre sind eine Initiative des Bundesministeriums für Bildung und Forschung und von Wissenschaft im Dialog (WiD). Mit wechselnden Themen bringen sie Öffentlichkeit und Forschung zusammen und versuchen, über Formate wie Ausstellungen, Diskussionsrunden und Aktionen komplexe Sachverhalte transparent und zugänglich zu machen.

Expedition Erdreich

Ziel der Aktion ist es, gemeinsam mit der Wissenschaft den Boden zu erforschen. Bei der Expedition Erdreich arbeiten Bürgerinnen und Bürger mit Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern zusammen an der Erhebung der Daten zur Erforschung des Bodens.

An zwei Standorten werden mit Hilfe des Aktions-Kits in der Umgebung wissenschaftliche Bodenuntersuchungen durchgeführt und die gewonnenen Daten über die Website **expedition-erdreich.de** zur Verfügung gestellt.

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

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

Mit der Teilnahme an der Expedition Erdreich können also alle einen Beitrag zur Bodenforschung leisten.

Eine Initiative des Bundesministeriums für Bildung und Forschung

Wissenschaftsjahr 2020|21

BIOÖKONOMIE

WISSENSCHAFTLICHE PARTNER

Die Fruchtbarkeit unserer Böden ist das Fundament einer nachhaltigen Pflanzenproduktion und die Grundlage vieler bioökonomischer Wertschöpfungsketten. Der steigende Bedarf an Nahrungsmitteln und die zunehmende Nachfrage nach nachwachsenden Rohstoffen für die Bioökonomie stellen Böden und Landwirtschaft vor große Herausforderungen. Um das wissenschaftliche Verständnis von Bodenökosystemen zu erweitern und auf dieser Grundlage neue Strategien für eine nachhaltige Nutzung und Bewirtschaftung von Böden zu entwickeln, fördert das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) seit 2015 die **Initiative „Boden als nachhaltige Ressource für die Bioökonomie – BonaRes“**. Das Ziel von BonaRes ist es, die Ertragfähigkeit der Böden und alle anderen Bodenfunktionen langfristig durch ein nachhaltiges Bodenmanagement zu erhalten und zu verbessern.

Das **Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung GmbH – UFZ** forscht für einen nachhaltigen Umgang mit den natürlichen Lebensgrundlagen zum Wohle von Mensch und Umwelt. Der Boden ist ein wesentlicher Teil der terrestrischen Umwelt und bestimmt maßgeblich die Kreisläufe von Wasser, Kohlenstoff und Nährstoffen sowie die Mobilität von Schadstoffen. Das Department Bodensystemforschung erforscht deshalb das komplexe System Boden von der Bodenstruktur über den Wasser-, Gas- und Stofftransport sowie den Umsatz von organischer Substanz in Böden bis hin zu den Wechselwirkungen zwischen Boden und Pflanze. In Kooperation mit anderen Departments des UFZ arbeitet die Bodensystemforschung am Konzept der „Boden-Landschaft-Modellierung“ und leistet einen wichtigen Beitrag zur Modellierung terrestrischer Systeme.

Das **IPN – Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften und Mathematik** in Kiel ist eines der führenden wissenschaftlichen Institute auf dem Gebiet der empirischen Bildungsforschung. Das IPN ist ein Institut der Leibniz-Gemeinschaft, des Zusammenschlusses von über neunzig deutschen Forschungseinrichtungen unterschiedlicher Fachrichtungen. Es beschäftigt sich gezielt mit Fragen des Lernens und Lehrens von Naturwissenschaften und Mathematik innerhalb und außerhalb von Schulen. Dabei werden über die Lebensspanne mathematisch-naturwissenschaftliche Bildungsprozesse in den Blick genommen, die neben dem Individuum und seiner familiären Umwelt auch Lerngruppen, Institutionen und Bildungssysteme berücksichtigen.

Das Forschungsinteresse der schulbezogenen Projekte des IPN gilt einerseits der Schülerseite, aber andererseits auch der Professionalität der Lehrkräfte, der Qualität des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts und den Bedingungen des Bildungssystems. Die Abteilung Didaktik der Biologie des IPN arbeitet an grundlegenden Fragen des Lehrens und Lernens der Biologie ebenso wie an Fragestellungen, die in Bildungskontexten durch die Anwendung neuer biologischer Erkenntnisse entstehen.

BONARES
Zentrum für Bodenforschung

UFZ HELMHOLTZ
Zentrum für Umweltforschung

IPN
Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften und Mathematik



ZUM UMGANG MIT DEN MODULEN

Das vorliegende Lehr- und Arbeitsmaterial ist modular aufgebaut und unterstützt eine kompetenzorientierte Auseinandersetzung von Schülerinnen und Schülern mit dem Thema Boden. Die Module sind unabhängig voneinander gestaltet und können einzeln oder in veränderter Reihenfolge verwendet werden. Es wird jedoch empfohlen, Module 1 und 2 an den Anfang der Lerneinheit zu stellen, denn hier erfolgt eine Einführung grundlegender Begriffe und der Prozesse der Bodenbildung.

Das Lehr- und Arbeitsmaterial ist so gestaltet, dass es sowohl im Unterricht als auch in Projektarbeiten oder an außerschulischen Bildungsorten eingesetzt werden kann. Das Thema Boden bietet sich zudem für fächerübergreifende Lernformate an.

Jedes der fünf Module besteht aus einer inhaltlichen Einführung, methodisch-didaktischen Hinweisen für Lehrkräfte sowie mehreren Arbeitsblättern/Kopiervorlagen.

Die **Einführungstexte** greifen die wesentlichen Inhalte des jeweiligen Moduls auf und bereiten die Bearbeitung der Arbeitsblätter vor. Die einführenden Texte dienen der Lehrkraft in erster Linie zur Übersicht. Sie sind jedoch sprachlich so gestaltet, dass sie auch für den Einstieg in das Modulthema mit den Schülerinnen und Schülern verwendet werden können.

In den **methodisch-didaktischen Hinweisen** für Lehrkräfte finden sich Informationen zum Aufbau oder auch zur konkreten Umsetzung einzelner Arbeitsblätter. Darüber hinaus werden in den Hinweisen die Erarbeitungs- und Sozialform, die einzuplanende Zeit sowie der Schwierigkeitsgrad für jedes Arbeitsblatt genannt.

Die verschiedenen Aufgaben der **Arbeitsblätter** werden sowohl unterschiedlichen Altersstufen als auch unterschiedlichem Vorwissen gerecht. Die Materialien richten sich im Besonderen an die **Klassenstufen 7 bis 9**, können durch die Lehrkraft aber auch für andere Altersgruppen angepasst werden. Entsprechend den Voraussetzungen der Lerngruppe, der zur Verfügung stehenden Zeit und der thematischen Schwerpunktsetzung der Unterrichtsstunde können entweder die kompletten Arbeitsbögen oder lediglich ausgewählte Aufgaben genutzt werden.

Die verwendete Literatur zur Erstellung der Arbeitsblätter sowie weitere Literaturhinweise können der Webseite **expedition-erdreich.de/schulmaterial** entnommen werden. Auf dieser Webseite steht Ihnen das Lehr- und Arbeitsmaterial auch zum kostenfreien Download zur Verfügung. Lösungshinweise zu den Aufgaben und ein Glossar, welches die zentralen Fachbegriffe enthält, finden Sie auf den letzten Seiten des Lehr- und Arbeitsmaterials (S. 64–67).



MODULÜBERSICHT



MODUL 1 DER BODEN UND ICH

Das Thema Boden erscheint auf den ersten Blick abstrakt. Ziel des Einführungsmoduls ist es daher, Schülerinnen und Schülern zunächst die große Bedeutung dieses Themas zu veranschaulichen und die Arbeit mit den folgenden Modulen vorzubereiten. Dabei geht es zunächst um die Vorstellungen und das Vorwissen der Schülerinnen und Schüler zum Thema Boden. Um sie gemeinsam zu erarbeiten, werden differenzierte Einstiegsmöglichkeiten in das Thema vorgestellt.



MODUL 2 DER BODEN – DIE DÜNNE HAUT DER ERDE

Der Boden ist die dünne Haut der Erde und ist für uns wie selbstverständlich da. Aber wie entsteht Boden eigentlich? Dieser und anderen grundlegenden Fragen widmet sich Modul 2. Schülerinnen und Schüler erarbeiten selbstständig die elementaren Prozesse der Bodenbildung und setzen sich mit dem Aufbau und den Eigenschaften von Böden auseinander.



MODUL 3 DER BODEN – WERT UND FUNKTIONEN

Der Boden ist ein wahres Multitalent und die Grundlage des menschlichen Lebens. In Modul 3 lernen die Schülerinnen und Schüler seine verschiedenen Funktionen kennen und setzen sich mit seinem Wert auseinander. Die dabei angestellten Überlegungen werden konkretisiert und angewendet in der abschließenden Formulierung eines eigenen Nachhaltigkeitsziels für den Erhalt und den Schutz des Bodens.



MODUL 4 DER BODEN IN GEFAHR

Ging es im vorherigen Modul um die Eigenschaften des Bodens und seine Funktionen, so werden hier nun die aktuellen Gefahren für den Boden thematisiert. Welche Auswirkungen haben Nutzungskonflikte auf den Boden? Was ist Bodenverdichtung und wie entsteht sie? Was hat der Boden eigentlich mit unserem Klima zu tun und sind Altlasten ein Risiko für den Boden? In Modul 4 werden Schülerinnen und Schüler für diese Gefahren sensibilisiert und lernen verschiedene Handlungsmöglichkeiten kennen, die zum Schutz des Bodens bereits angewendet werden.



MODUL 5 DATEN AUSWERTEN – BODENZUSTAND ANALYSIEREN

Im Vordergrund dieses Moduls steht das Citizen-Science-Projekt Expedition Erdreich. In Modul 5 werden Schülerinnen und Schüler angeleitet, bürgerwissenschaftlich erhobene Daten auszuwerten und miteinander zu vergleichen. Basierend auf ihren Ergebnissen bewerten Schülerinnen und Schüler den Zustand des Bodens an verschiedenen Standorten und analysieren aktuelle Trends zur Flächennutzung in Deutschland.

MODUL 1

DER BODEN UND ICH



Worum geht es in diesem Modul?

Der Boden ist nicht nur Lebensraum für Pflanzen und Tiere, er ist auch eine wichtige Grundlage für das Leben des Menschen. Der Boden wird ständig und auf vielfältige Weise in Anspruch genommen, doch die große Bedeutung dieser endlichen und leicht zerstörbaren Ressource wird oft unterschätzt. Der Boden ist wie selbstverständlich da, und die Notwendigkeit, ihn zu schützen, wird schnell übersehen.

Das Thema Boden scheint auf den ersten Blick relativ abstrakt und schwer fassbar zu sein, gerade weil es beispielsweise in den unterrichtlichen Vorgaben für unterschiedliche Fächer wie Biologie, Chemie, Geografie oder Gemeinschaftskunde nur eine untergeordnete Rolle spielt. Ziel dieser Lehr- und Arbeitsmaterialien ist es, den Boden in den Mittelpunkt zu stellen – und das mit dem Fokus auf die aktuellen Herausforderungen und Probleme sowie mögliche Lösungen und Handlungsoptionen. Die interdisziplinäre Zusammenarbeit der genannten Unterrichtsfächer erweist sich dabei als ein wichtiger Baustein, um die Bodenthematik zu bearbeiten.

Dieses Einführungsmodul zum Thema Boden dient dazu, die Schülerinnen und Schüler praxisnah und auf spannende Weise an das komplexe Themenfeld heranzuführen und sie für die damit zusammenhängenden Probleme zu sensibilisieren.

Gleichzeitig kann die Arbeit mit den weiterführenden Modulen und dem Aktionsheft vorbereitet werden.

Das Modul widmet sich zunächst den Vorstellungen und dem Vorwissen der Schülerinnen und Schüler zum Thema Boden. Das Erfassen und Diskutieren dieser Vorstellungen, Gedanken und Meinungen kann auf unterschiedliche Weise erfolgen. Die differenzierten Einstiegsmöglichkeiten eignen sich für die Erstbegegnung oder als Wiederholung, sofern das Thema Boden bereits in der Primarstufe behandelt wurde.

Zusätzlich beschäftigt sich das Modul in Form einer konkreten Problemsituation mit der Relevanz des Bodens für den Alltag des Menschen.

Didaktisch-methodische Hinweise für Lehrkräfte

Der Schutz des Bodens und der Umgang damit zählen zu den zentralen Themen des Handlungsprinzips Nachhaltigkeit und damit zu den Zielen für nachhaltige Entwicklung.

Grundsätzlich knüpft das hier vorgestellte Lehrmaterial an das Aktionsheft für Schülerinnen und Schüler an und stellt hierzu eine sinnvolle Ergänzung dar.

Das Modul 1 ist in zwei Teile gegliedert. Zum einen stellt es mehrere Einstiegsmethoden und deren unterrichtliche Umsetzung vor, zum anderen sind Kopiervorlagen enthalten, die für die erste Auseinandersetzung mit dem Thema Boden gedacht sind.

In methodischer Hinsicht bietet sich eine Reihe von Möglichkeiten, die Schülerinnen und Schüler mit dem Thema Boden in Berührung zu bringen. Dabei können einfache Assoziationsaufgaben wie das Anfertigen einer *Mindmap* oder die *Placemat*-Methode förderlich sein.

Das Anforderungsniveau ist insgesamt eher leicht gehalten, um die Schülerinnen und Schüler zu Beginn nicht zu überfordern. Der Erstkontakt mit dem Thema Boden und das Benennen von Erfahrungen, Ideen und Gedanken stehen im Vordergrund. Diesen Ansatz verfolgt insbesondere das **Arbeitsblatt 1**. Offene Fragen wie „Was verbindest du mit dem Thema Boden?“ oder „Welche Rolle spielt der Boden in deinem Leben?“ bieten Gelegenheit, kreativ zu werden und die eigenen Erfahrungen auszudrücken. Die Schülerinnen und Schüler haben hier auch die Möglichkeit, ihr Vorwissen einzubringen.

Das **Arbeitsblatt 2** „Ohne den Boden …?“ verfolgt das Ziel, den Schülerinnen und Schülern die Bedeutung von Boden nahezubringen und auf mögliche Folgen des Bodenverlusts aufmerksam zu machen. Dabei werden bereits Teilbereiche angeschnitten, die in den weiteren Modulen ausführlicher behandelt werden (Einfluss von Landwirtschaft oder Altlasten auf den Boden).

Als thematische Schwerpunkte wurden die Landwirtschaft und die weltweite Ernährungsfrage (verursacht durch den raschen Bevölkerungsanstieg) gewählt. Durch diese Einbettung soll ein lebensweltlicher Bezug für die Schülerinnen und Schüler hergestellt werden. Konkrete Beispiele aus ihrem Alltag und Umfeld können aufgegriffen werden, um Zusammenhänge zum zentralen Problem des Bodens (nämlich seine Nichtbeachtung) herzustellen. Bevor die Schülerinnen und Schüler sich mit dem Inhalt des Textes und den dazugehörigen Aufgaben beschäftigen, sollen sie drei Sätze, die mit „Ohne den Boden …“ beginnen, fortsetzen. Durch den späteren Vergleich ihrer eigenen Sätze mit den Aussagen des Textes werden sie mit ihren Vorstellungen und der vielleicht überraschenden Realität konfrontiert. Der angestrebte kognitive Konflikt kann genutzt werden, um thematisch tiefer einzusteigen und das Thema Boden zu ergründen.

Die unterschiedlichen Einstiegsmethoden sollen dabei helfen, den Lernstand und vorhandene Vorstellungen zum Thema Boden sichtbar zu machen. Auf mögliche ungenaue bzw. falsche Vorstellungen sollte eingegangen werden, um sie durch das neu erlangte Wissen zu revidieren.

Als Beispiel ist die oft synonyme Verwendung von „Boden“, „Dreck“, „Erde“ und „Humus“ zu nennen. Hier sollte dann näher darauf eingegangen werden, was die Begriffe bedeuten und in welchen Kontexten sie verwendet werden. So ändert sich das Verständnis von Boden nach der jeweils eingenommenen Perspektive.

Die Arbeit mit dem Thema Boden erlaubt auch ein handelndes, problemzentriertes Lernen, durch das ein Bewusstsein für die Thematik geschaffen werden kann. Dieses wiederum soll die Schülerinnen und Schüler zu einem ökologisch verantwortlichen und nachhaltigen Umgang mit dem Boden befähigen.

Die in diesem Modul vorgeschlagenen Methoden lassen sich in unterschiedlichen Sozialformen anwenden und ermöglichen eine flexible Anpassung an die jeweilige Lerngruppe. Partner- oder Gruppenphasen bieten sich an, um bereits am Anfang den Austausch der Schülerinnen und Schüler über das Thema Boden anzuregen und das kooperative Lernen zu fördern.

Dagegen ist die Einzelarbeit lohnenswert, wenn gewünscht ist, dass sich die Schülerinnen und Schüler im ersten Schritt individuell mit dem Thema befassen. In jedem Fall sollte eine Plenumsrunde die Ergebnisse zusammenfassen, damit sich alle neue Aspekte aneignen können.

Während der Bearbeitung der weiteren Module kann es durchaus sinnvoll und hilfreich für die Schülerinnen und Schüler sein, ihre in Modul 1 erbrachten Ergebnisse mit den neu hinzugewonnenen Erkenntnissen zu vergleichen und sie aufeinander zu beziehen. Dadurch kann der individuelle Lernfortschritt dokumentiert und sichtbar gemacht werden.

Ebenso wird bereits bei diesem Modul die Komplexität des Themas Boden für die Schülerinnen und Schüler sichtbar. Das kann gerade in heterogenen Lerngruppen zu einer Herausforderung werden, da die Schülerinnen und Schüler auf unterschiedlichen Niveaus einsteigen und sich in unterschiedlichem Tempo höhere Schwierigkeitsgrade erschließen.

Zusammenfassend: Durch die Arbeit mit Modul 1 sollen bei den Schülerinnen und Schülern ein Bewusstsein für das Thema Boden und eine grundlegende Wissensbasis geschaffen werden, auf der in den weiteren Modulen aufgebaut werden kann.



Methodenkiste

Die folgenden Seiten zeigen Ihnen verschiedene Möglichkeiten zum Einstieg in die Thematik Boden auf. Diese eignen sich, um die Schülerinnen und Schüler einerseits für das Thema zu motivieren und andererseits den bereits vorhandenen Wissensstand in Erfahrung zu bringen.

LEGENDE

Phase | Sozialform | Zeit | Schwierigkeit

Methode 1

EINSTIEG | PLENUM | 15 MIN. | LEICHT

ZITATE

Der Einstieg mit Zitaten ist eine Methode, um Schülerinnen und Schüler zu aktivieren und für das Thema zu motivieren. Ein Zitat kann der Ausgangspunkt für eine Diskussion sein.

In der weiteren Arbeit mit den Modulen kann immer wieder Bezug auf die Zitate genommen werden, und die Schülerinnen und Schüler können sie vor dem Hintergrund der neuen Erkenntnisse reflektieren.

Beispiele:

„DIE ERDE IST EIN LEBENDIGES WESEN, DIE FELSEN KNOCHEN, DIE PFLANZEN DAS HAAR, DAS WASSER DAS BLUT." **Leonardo da Vinci, Künstler und Naturwissenschaftler**

„DER WAHRE REICHTUM EINES LANDES LIEGT IN DEN SCHÄTZEN DER ERDE — BODEN, WASSER, WÄLDER, MINERALIEN UND WILDNIS." **Rachel Carson, Biologin**

„ES GIBT IN DER GANZEN NATUR KEINEN WICHTIGEREN, KEINEN DER BETRACHTUNG WÜRDIGEREN GEGENSTAND ALS DEN BODEN." **Frédéric Albert Fallou, Bodenkundler**

„DIE GANZ DÜNNE DECKE ZWISCHEN DEM GRUNDWASSERSPIEGEL UND DEM GRÜNEN PFLANZENKLEID, DAS IST DER REICHTUM EINES LANDES." **Raoul Heinrich Francé, Botaniker**

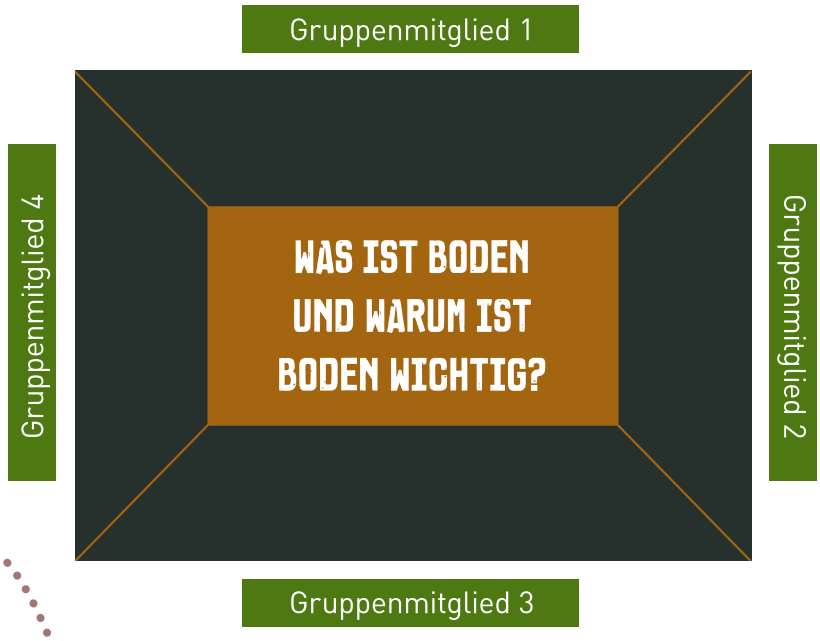
Methode 2

EINSTIEG | GRUPPENARBEIT, PLENUM | 20 MIN. | MITTEL

PLACEMAT (ENGLISCH FÜR „PLATZDECKCHEN“)

Mit der *Placemat*-Methode kann kooperativ gelernt werden. Die Methode trägt dazu bei, Gruppenergebnisse zusammenzutragen, zu vergleichen und zu strukturieren. In drei Phasen arbeiten bis zu vier Schülerinnen und Schüler an einer *Placemat* zusammen. Zunächst notiert jedes Gruppenmitglied in seinem Feld seine Gedanken und Ideen zur Fragestellung, um sie dann den anderen Gruppenmitgliedern vorzustellen und zu erklären.

In dieser Phase sollen sich die Schülerinnen und Schüler auch auf wichtige Punkte einigen, die sie in der Mitte notieren und in der abschließenden Präsentationsphase im Plenum der Klasse erklären.



Methode 3

EINSTIEG, ERARBEITUNG | EINZEL-, PARTNERARBEIT, PLENUM | 20–30 MIN. | LEICHT

CONCEPT-MAP

Eine *Concept-Map* stellt Inhalte und Konzepte, die in Beziehung zueinander stehen, systematisch dar. Ähnlich wie bei einer *Mindmap* werden zunächst mehrere Begriffe zu einer Frage oder einem Impulswort gesammelt, die dann nach selbst gewählten Kriterien geordnet werden.

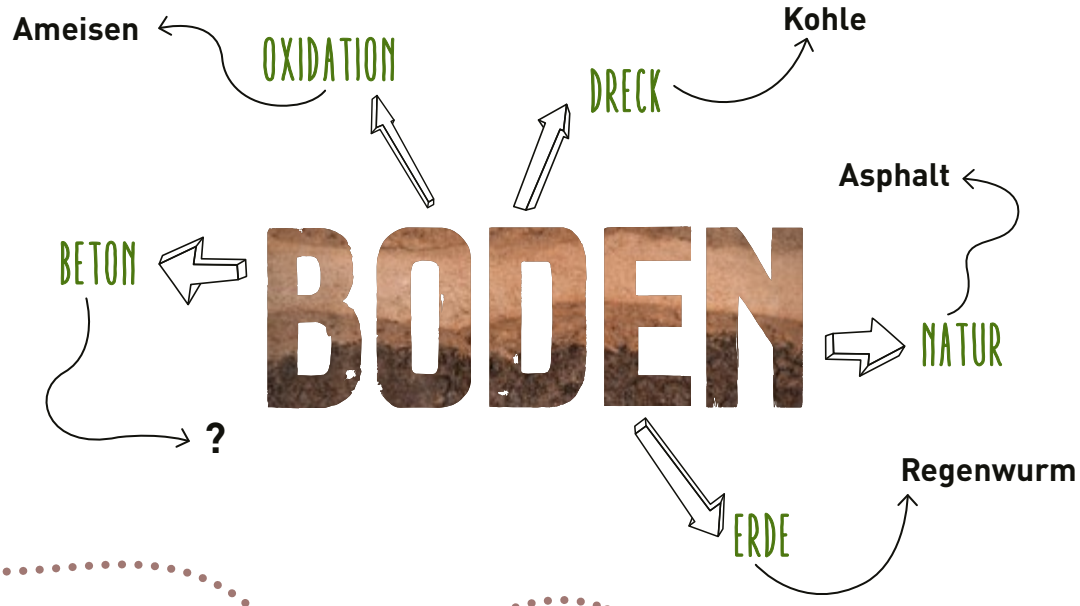
Im nächsten Schritt werden die unterschiedlichen Begriffe durch Pfeile miteinander verbunden. Die Pfeile werden dann entsprechend beschriftet, um den Zusammenhang zwischen den Begriffen zu beschreiben.

Methode 4

EINSTIEG | EINZELARBEIT, PLENUM | 10–20 MIN. | LEICHT

KAWA

Eine KAWA (Kreative Ausbeute von Wort-Assoziationen) visualisiert die Gedanken, die Ideen und das Vorwissen der Schülerinnen und Schüler zu einem bestimmten Begriff. In unserem Beispiel würde man „Boden" in die Mitte eines Blattes schreiben und versuchen, zu jedem Buchstaben weitere Wörter zu finden, die mit dem gleichen Buchstaben beginnen und in irgendeiner Weise mit Boden zu tun haben. Es können jedem Buchstaben auch mehrere Worte zugeordnet werden. Genauso können neue Begriffe an die Buchstaben der schon gefundenen Worte angehängt werden.



Methode 5

EINSTIEG | PLENUM | 15 MIN. | MITTEL

REDEWENDUNGEN

Verschiedene Redewendungen aufzuzeigen und zu erklären, ist eine kreative Methode, die Schülerinnen und Schüler an das Thema Boden heranführt. Ziel ist, dass sie Gemeinsamkeiten herausarbeiten und mögliche Hintergründe der Redewendungen nennen.

In einer anschließenden Arbeitsphase können weitere Beispiele gesammelt werden, um dann den Boden selbst und das Verhältnis bzw. die Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler zum Boden zu besprechen.

- auf den Boden zurückkommen
- am Boden zerstört sein
- auf dem Boden bleiben
- Boden gutmachen
- Boden gewinnen/verlieren
- goldenen Boden haben
- zu Boden gehen
- aus dem Boden schießen
- auf festem Boden stehen
- in Grund und Boden
- aus dem Boden stampfen
- auf fruchtbaren Boden fallen

ARBEITSBLATT 1

MODUL 1

Boden

Wir begegnen dem Boden täglich in unserem Alltag. Aber im Gegensatz zum Wasser oder zur Luft wird über die Bedeutung der Böden für uns und unser Leben kaum gesprochen.

Beantworte die Fragen auf den Notizzetteln und verschaffe dir einen Überblick darüber, was du bereits über den Boden weißt und was du noch herausfinden willst.

AUFGABEN

1 An was denkst du bei „Boden“? Beschreibe!

2 Was willst du über den Boden lernen?

3 Warum ist der Boden gefährdet?

4 Welche Rolle spielt der Boden in deinem Leben?

5 Wo begegnet dir Boden im Alltag?

ARBEITSBLATT 2 Ohne den Boden ...?

Bevor du den Text liest, vervollständige die folgenden Sätze:

- OHNE DEN BODEN KANN (...)
- OHNE DEN BODEN GIBT ES (...)
- OHNE DEN BODEN FEHLT (...)



Auf unseren Böden produzieren wir einen Großteil unserer Nahrungsmittel. Böden sind also ein wichtiger Baustein der weltweiten Ernährungssicherung. Die Ursache für Hunger und Unterernährung in vielen Teilen der Welt ist aktuell vor allem die ungerechte Verteilung von lebensnotwendigen Ressourcen. Weil die Weltbevölkerung immer weiter wächst und fruchtbare Böden durch nicht nachhaltige Landwirtschaft, Versiegelung (Bebauung) und Umweltverschmutzung immer weniger werden, wird sich das Problem Hunger noch weiter verstärken. Gerade im Hinblick auf die Bodenfruchtbarkeit sollte das Thema Boden also eigentlich viel Aufmerksamkeit erhalten.

In den Industrie- und Schwellenländern setzt die Landwirtschaft schwere Maschinen, Düngemittel und Chemikalien ein und erzielt so hohe Ernteerträge. Gleichzeitig wächst in der westlichen Welt von Jahr zu Jahr die Nachfrage nach pflanzlichen Rohstoffen für die Energiegewinnung und die Industrie. Die industrielle Landwirtschaft führt langfristig zum Verlust wertvoller Ackerböden. Sie ist also nicht nachhaltig.

Wenn wir mit unseren Böden in der Zukunft nicht nachhaltiger umgehen, führen beispielsweise Erosion (Abtragung des Bodens durch Wind, Regen und Überflutung), Degradation (Versauerung, Verlust von Nährstoffen, Versalzung und Desertifikation) oder die Bodenverdichtung zu Bodenschäden, für die es keine kurzfristige Lösung gibt. Da die Bodenbildung ein Prozess ist, der nur sehr langsam abläuft, erholt sich ein zerstörter Boden auch nur sehr langsam.

Böden sind aber mehr als nur Standorte für die Landwirtschaft, und sie dienen nicht nur dazu, menschliche Bedürfnisse zu erfüllen. Sie sind auch sehr wichtige Ökosysteme und bieten Lebensraum für verschiedene Pflanzen, Tiere, Pilze und Mikroorganismen.

Indem sie Schadstoffe filtern, sorgen Böden für sauberes Trinkwasser. Als Kohlenstoffspeicher spielen sie außerdem eine wichtige Rolle im Klimaschutz.

Wir dürfen also nicht unterschätzen, welche Folgen es hat, wenn wir in diese empfindlichen Systeme eingreifen. Denn wenn der Mensch den Boden falsch bewirtschaftet, kann dieser den gespeicherten Kohlenstoff in Form von CO_2 auch wieder an die Atmosphäre abgeben und so zum Klimawandel beitragen.

Dass der Boden eine empfindliche und endliche Ressource ist, ist mittlerweile erkannt worden. Wissenschaft, Politik und Wirtschaft setzen sich in gemeinsamen Projekten und Programmen für einen bewussteren und nachhaltigeren Umgang mit Böden ein.

Die Bioökonomie – eine biobasierte Wirtschaft, die auf nachwachsende Rohstoffe setzt – dient in diesem Zusammenhang als eine Art Rahmenplan dafür, ressourcenschonender, klima- und standortangepasster zu wirtschaften. Nachhaltig produzierte pflanzliche Biomasse soll fossile Rohstoffe wie Erdöl oder Kohle ersetzen und für die Herstellung von Produkten und Dienstleistungen in allen Wirtschaftssektoren genutzt werden.

Gesunde Böden sind wertvoll, doch sie werden immer weniger. Deshalb müssen wir den Boden, der für uns selbstverständlich ist, bewusst wahrnehmen und schützen. Denn ohne Böden sähe unsere Welt ganz anders aus.

AUFGABEN

1. **Markiere dir wichtige Wörter und Passagen des Textes zum Problemfeld „Boden“.**
2. **Entwirf ein Schaubild, das die unterschiedlichen Aspekte des Themas „Boden“ darstellt.**
3. **Vergleiche die Aussagen des Textes mit deinen Sätzen, die du vor dem Lesen geschrieben hast. Was fällt dir auf?**

MODUL 2

DER BODEN – DIE DÜNNE HAUT DER ERDE



Worum geht es in diesem Modul?

Der Boden unter unseren Füßen ist wie selbstverständlich da. Aber wie entsteht er eigentlich und wie viel Zeit wird zur Bodenbildung benötigt? Welche Eigenschaften können Böden aufweisen und was ist ein Bodenhorizont? In diesem Modul widmen wir uns grundlegenden Fragen rund um den Boden.

Wo Sphären aufeinandertreffen

Damit Boden überhaupt entstehen kann, müssen unterschiedliche Sphären unserer Erde, also bestimmte Bereiche, die uns umgeben, aufeinandertreffen. Dabei spielen vier Sphären eine besondere Rolle.

Da ist zunächst die **Lithosphäre**. Diese beschreibt die äußere Gesteinshülle der Erde. Sie umfasst die Erdkruste und den äußersten Teil des Erdmantels, die beide aus festem Gestein bestehen. Unter **Atmosphäre** versteht man die gasförmige Hülle, die unsere Erde umgibt, dazu zählt auch die Luft, die wir atmen. Die **Hydrosphäre** beschreibt das Vorkommen von Wasser auf der Erde. Dazu gehören sowohl die Gewässer des Festlandes, also zum Beispiel Seen, Flüsse und unser Grundwasser, als auch die Meere und Ozeane. Dabei ist es nicht wichtig, ob das Wasser in gasförmiger oder flüssiger Form vorkommt. Die **Biosphäre** beschreibt den von Organismen besiedelten Raum unserer Erde. Dazu gehören Tiere, Pflanzen, Pilze, aber auch Mikroorganismen. Das schließt das Leben im und auf dem Boden, an Land, in Gewässern und in den bodennahen Schichten der Atmosphäre ein.

Die Sphären existieren nicht unabhängig voneinander, sondern stehen in einer Wechselbeziehung. Sie beeinflussen sich gegenseitig. Die Sonnenenergie aus der Atmosphäre erwärmt beispielsweise das Gestein der Lithosphäre, welches wiederum der Eidechse als Lebewesen der Biosphäre als Wärmequelle dient. Dort, wo sich alle vier Sphären, also Lithosphäre, Atmosphäre, Hydrosphäre und Biosphäre, wechselseitig beeinflussen, sprechen wir von der **Pedosphäre**, also der „Bodenschicht".

Unter dem Begriff **Boden** verstehen wir den belebten und obersten Bereich unserer Erdkruste. Obwohl diese Bodenschicht nur sehr dünn ist – einige Zentimeter bis wenige Meter –, stellt sie ein komplexes System und eine zentrale Grundlage unseres Lebens auf der Erde dar.

Das Apfelmodell

„Bis zu wenigen Metern? Das ist doch nicht dünn!", wird sich der eine oder die andere jetzt vielleicht denken. Deutlicher werden die Größenverhältnisse, wenn wir sie uns anhand eines Modells vor Augen führen.

Stell dir vor, die Erde wäre ein Apfel. Das Kerngehäuse im Inneren des Fruchtfleisches wäre dann der Kern unserer Erde. Das Kerngehäuse des Apfels ist umschlossen vom Fruchtfleisch, welches bei der Erde der aus heißem Gestein bestehende Erdmantel wäre. Zuletzt liegt die dünne Apfelschale über dem Fruchtfleisch. Diese steht in unserem Beispiel für die feste Kruste unserer Erde. Sie ist an Land durchschnittlich 35 km dick, das sind 87,5 Runden einer Stadionlaufbahn.

Doch wenn die dünne Apfelschale bereits die dicke Erdkruste darstellt, was bleibt denn dann noch übrig für die Bodenschicht? Die Bodenschicht, die wir uns in diesem Modul genauer ansehen, wird durch die hauchdünne Wachsschicht abgebildet, die sich wie eine sehr, sehr feine Haut um den Apfel legt.

So ein Modell wie hier der Apfel vermittelt uns eine Vorstellung von den Größenverhältnissen der einzelnen Erdschichten. Es wird deutlich, wie dünn der Boden als Haut unserer Erde tatsächlich ist. Dass diese schmale Bodenschicht eine bedeutende Rolle für das Leben auf unserer Erde spielt, erläutert dieses Modul.

Die Böden haben unsere ganz besondere Aufmerksamkeit verdient.

Didaktisch-methodische Hinweise für Lehrkräfte

In diesem Modul beschäftigen sich die Schülerinnen und Schüler mit der Entstehung, dem Aufbau und den Eigenschaften von Böden. Das Modul vermittelt ein Grundverständnis zum Thema Boden. Es empfiehlt sich, dieses vor den anderen Modulen zu bearbeiten.

LEGENDE

Phase | Sozialform | Zeit | Schwierigkeit

Arbeitsblatt 3

ERARBEITUNG, TRANSFER | EINZEL-, PARTNERARBEIT | 60 MIN. | SCHWER

KANN BODEN EIGENTLICH NEU ENTSTEHEN?

Das Arbeitsblatt „Kann Boden eigentlich neu entstehen?“ zielt darauf ab, dass Schülerinnen und Schüler die zentralen bodenbildenden Prozesse kennenlernen. Die Titelfrage kann zur Problematisierung des Inhalts auch schon vor der Textarbeit aufgegriffen und im Plenum diskutiert werden. Um den Schülerinnen und Schülern den Zugang zu erleichtern, geht es hinführend um die Frage nach der Entstehung einer Insel. Es ist anzunehmen, dass viele Schülerinnen und Schüler Inseln aus eigenem Erleben kennen, etwa von Urlaubsreisen. Die Aufgaben ermöglichen das selbstständige Erarbeiten von Kenntnissen zu zentralen Verwitterungsprozessen ebenso wie zum Prozess der Humifizierung. Je nach Vorwissen der Schülerinnen und Schüler ergeben sich bei **Aufgabe 1** viele Anknüpfungspunkte zum naturwissenschaftlichen Fachunterricht. So könnte ergänzend dazu etwa im Biologieunterricht die Entstehung von Ökosystemen erarbeitet werden.



Im Anschluss an **Aufgabe 2** bietet es sich an, die eigenständig recherchierten Definitionen im Plenum zu diskutieren und sich überschneidende Inhalte herauszuarbeiten. Die Ergebnisse sollten an der Tafel gesammelt werden.

Die Transferleistung, welche in **Aufgabe 3** gefordert wird, soll das Gelernte wiederholen und vertiefen. Der abschließende Informationstext zielt darauf ab, dass Schülerinnen und Schüler sich auch mit der zeitlichen Dimension von Bodenbildung beschäftigen.

Arbeitsblatt 4

ERARBEITUNG | EINZELARBEIT | 30 MIN. | MITTEL

MEHR ALS EINFACH NUR BODEN

Anhand der Kopiervorlage „Mehr als einfach nur Boden“ setzen sich Schülerinnen und Schüler mit den Hauptbodenarten (Sand, Schluff, Ton und Lehm) sowie ausgewählten Eigenschaften dieser Bodenarten (pH-Wert, Durchwurzelbarkeit, Wasser- und Nährstoffverfügbarkeit) auseinander. Die Vorlage ist wie ein Rätsel gestaltet und ermöglicht ein kreatives, eigenständiges und kombinatorisches Herangehen an das Thema. Im besten Fall wird die Identifikation der Schülerinnen und Schüler mit der Aufgabe durch eigenes Erleben im Schulgarten gesteigert.

Arbeitsblatt 5

ERARBEITUNG, TRANSFER | EINZEL-, PARTNERARBEIT | 60 MIN. | MITTEL

BODEN – EIN ECHT VIELSCHICHTIGER TYP

Durch das Arbeitsblatt „Boden – ein echt vielschichtiger Typ" lernen Schülerinnen und Schüler den strukturellen Aufbau des Bodens (Horizonte) sowie dessen Charakterisierung in Bodentypen kennen. **Aufgabe 1** dient der Einführung und zielt darauf ab, dass Schülerinnen und Schüler die unterschiedlichen Schichtungen des Bodens (z. B. Abweichungen in Farbe oder Kornstruktur) als Gesamtbild begreifen.

In **Aufgabe 2** und **Aufgabe 3** beschäftigen sich Schülerinnen und Schüler gezielt mit einem speziellen Bodentyp. Dabei geht es um die in Deutschland weit verbreitete und landwirtschaftlich genutzte Parabraunerde. Dieser Bodentyp veranschaulicht die unterschiedlichen Bodenhorizonte sehr gut.

Arbeitsblatt 6

VERTIEFUNG, TRANSFER | PARTNER-, GRUPPENARBEIT | 45 MIN. | MITTEL

KOMPOSTIEREN – AUS ABFÄLLEN WIRD WERTVOLLER DÜNGER

Bei der Bearbeitung des Arbeitsblatts „Kompostieren – aus Abfällen wertvollen Dünger machen" werden Schülerinnen und Schüler selbst aktiv. Sie können einen gesonderten Prozess der Bodenbildung (Humifizierung) anhand eines realen Beispiels (Kompost) ausprobieren. Die Kopiervorlage stellt neben dem klassischen Gartenkompost auch die Wurmkiste für die Wohnung oder den Balkon vor.

In **Aufgabe 1** erkennen die Schülerinnen und Schüler die Funktion und den Mehrwert von Kompostierung. Sie werden dazu aufgefordert, den Prozess der Humifizierung am Beispiel des Komposts aufzuzeigen. Die anschließenden Aufgaben motivieren Schülerinnen und Schüler, sich näher mit dem Kompost auseinanderzusetzen. **Aufgabe 2** vermittelt alltagsnah, welche Lebensmittel dem Kompost beigefügt werden dürfen. Die Aufgabe bietet darüber hinaus Potential, die Themen Abfall und Recycling mit Blick auf eine nachhaltige Lebensweise aufzugreifen. Der abschließende Text motiviert Schülerinnen und Schüler zum Bau eines Komposts oder einer Wurmkiste.



ARBEITSBLATT 3

MODUL 2

Kann Boden eigentlich neu entstehen?

Am 14. November 1963 beginnt die Entstehung einer neuen Insel. Knapp 35 km vor der Südküste Islands bebt der Meeresboden. Ein Unterwasservulkan bricht aus, Schicht für Schicht fließt Lava übereinander, bis die Insel über dem Meeresspiegel liegt. Der Ausbruch dauert knapp dreieinhalb Jahre – erst im Jahre 1967 ist er beendet. Eine neue Insel ist entstanden. Sie erhält den Namen Surtsey, inspiriert durch den in der nordischen Sagenwelt lebenden Feuerriesen Surtur. Die Insel ist 2,7 km² groß, das entspricht knapp 380 Fußballfeldern.

VOM LAVAGESTEIN ZUM BODEN

Die Insel ist heute bis auf die steilen Hänge bewachsen und belebt. Kurz nachdem der Vulkan zur Ruhe gekommen war, hat es dort anders ausgesehen – sehr steinig und kahl. Was ist in der Zwischenzeit passiert? Das Ausgangsmaterial Vulkangestein ist ideal für eine schnelle Bodenbildung. Denn Vulkangestein ist meist nährstoffreich und grobporig – diese Eigenschaften unterstützen eine schnelle Bodenbildung. Normalerweise dauert es sehr viel länger als 40 Jahre, bis sich aus dem festen Ausgangsgestein fruchtbarer Boden bilden kann.



Bevor das geschieht, muss nämlich zunächst das Ausgangsgestein oder der Gesteinsschutt durch verschiedene Verwitterungsprozesse zerkleinert und gelockert werden.

AUFGABEN

1 Informiere dich über die verschiedenen Verwitterungsprozesse, die bei der Bodenentwicklung eine zentrale Rolle spielen. Ordne deine Rechercheergebnisse der physikalischen oder chemischen Verwitterung zu und beschreibe den Ablauf der jeweiligen bodenbildenden Prozesse.

Physikalische Verwitterung		Chemische Verwitterung	
Prozessname	Ablauf des Prozesses	Prozessname	Ablauf des Prozesses

Neben der physikalischen und chemischen Verwitterung, die das Gestein zunehmend lockerten, liefen auch eine Reihe biologischer Prozesse ab. Vermutlich wurden durch Vögel, Meeresströmungen und Winde Pflanzensamen vom Festland auf die Insel getragen. So entwickelte sich eine Pflanzenwelt und es entstanden neue Lebensräume für Vögel und andere Lebewesen. Die sich ansiedelnden Vogelpopulationen verteilten die Pflanzensamen auf der Insel und düngten den Boden mit ihren Ausscheidungen. Dies ermöglichte nicht nur die weitere Bodenbildung, sondern trug auch zur Erweiterung des Ökosystems bei.

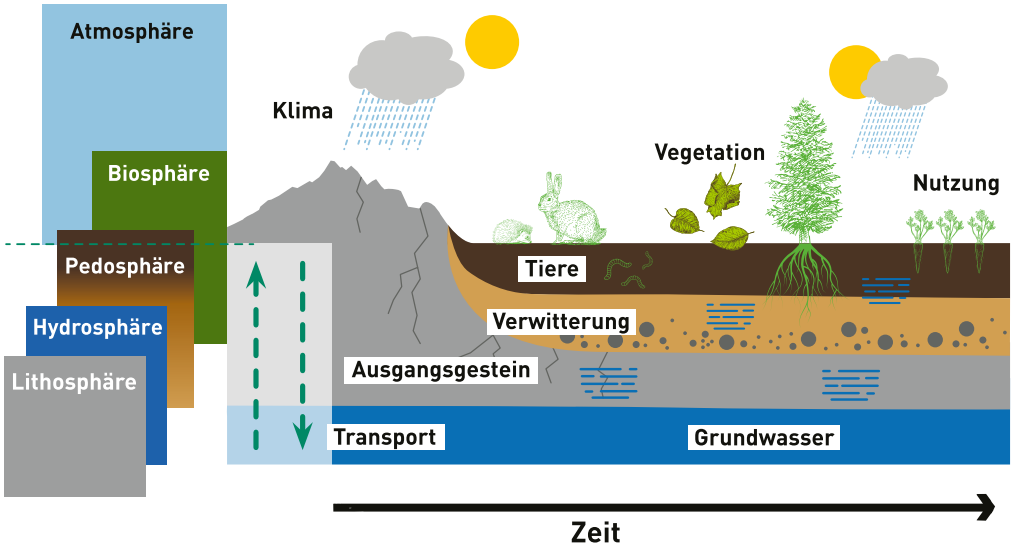
2 Recherchiere die Begriffe Humifizierung und Humus. Übertrage je eine selbstgewählte Definition in den Kasten.

Humifizierung	Humus

Die Funktionen des Humus sind vielseitig. So stellt er beispielsweise eine Nährstoffquelle für Pflanzen und Bodenlebewesen dar. Auch erfüllt er die Funktion eines Wasserspeichers. Die Humifizierung ist die Grundlage der Bodenfruchtbarkeit und zählt neben den Verwitterungsprozessen zu den wichtigsten stoffverändernden Prozessen der Bodenbildung.

Bis aus dem Ausgangsgestein durch Verwitterung und Humifizierung fruchtbare Böden entstehen, vergehen meist Jahrhunderte bis Jahrtausende. Die Zeit ist also ein weiterer wichtiger Faktor für die Bodenbildung.

3 Erkläre deiner Sitznachbarin oder deinem Sitznachbarn, wie Boden entsteht. Nutze das Schaubild und die Fachbegriffe, die ihr recherchiert habt.



Die Entwicklung des Bodens

Die jungen Böden auf der Insel Surtsey werden durch natürliche Prozesse bereits wieder erodiert (abgetragen). Starke Regenfälle, Wind und Wellen tragen Böden und das verwitterte Gestein ab. So verliert Surtsey durch Erosionen jährlich eine Fläche in der Größe eines Fußballfeldes.

Wusstest du eigentlich?

In Deutschland wurde seit dem frühen Mittelalter auf vielen landwirtschaftlich genutzten Flächen mehr als 1 m Boden erodiert. Unter natürlichen Bedingungen bilden sich allerdings nur 0,1 mm Boden pro Jahr neu.
Dies bedeutet, dass bestehender Boden schneller erodiert, als neuer natürlicher Boden gebildet wird.

Wusstest du auch?

Die Entstehung einer neuen Insel führt zur Ausbildung von neuem Boden, aber das ist eher die Ausnahme. Die Böden in Deutschland zum Beispiel entstanden größtenteils auf eiszeitlichen Sedimenten oder durch Verwitterung von Gesteinen und Gesteinsdecken in Gebirgen.

ARBEITSBLATT 4

MODUL 2

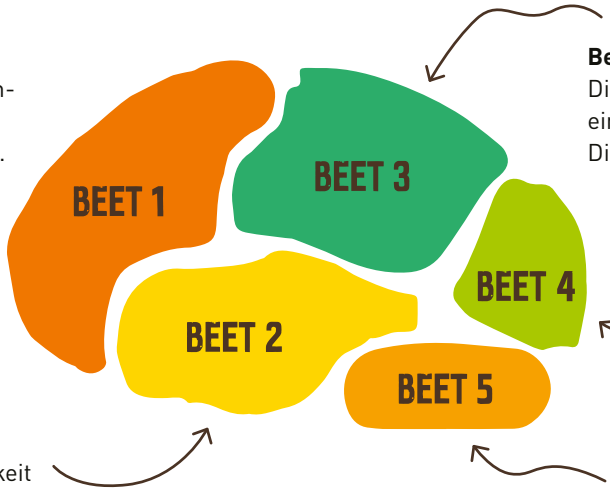
Mehr als einfach nur Boden

SCHULBEETE RICHTIG BEPFLANZEN

Stelle dir vor: Einmal pro Woche arbeitest du mit deiner Klasse im Schulgarten eurer Schule. Dort hast du schon einiges über die verschiedenen Seiten des Bodens erfahren. Heute erwartet ihr eine neue Lieferung Pflanzensetzlinge, die ihr direkt einpflanzen möchtet. Aber wo sind die Pläne mit den genauen Bezeichnungen eurer Beete? Verflixt, die müssen beim letzten Frühjahrsputz versehentlich verlegt worden sein. Alles, was ihr findet, ist eine Karte mit stichwortartigen Beschreibungen der fünf Schulgartenbeete.

Beet 1
Die Mehrzahl der Bodenpartikel hat eine Größe von 0,063 mm bis 2 mm. Die nutzbare Feldkapazität ist gering.

Beet 2
Die nutzbare Feldkapazität ist hoch. Die Nährstoffverfügbarkeit ist mittelmäßig bis hoch.



Beet 3
Die Mehrheit der Bodenpartikel haben eine Größe von weniger als 0,002 mm. Die nutzbare Feldkapazität ist mittel.

Beet 4
Die nutzbare Feldkapazität ist mittel. Die Nährstoffverfügbarkeit ist hoch.

Beet 5
Die nutzbare Feldkapazität ist gering. Die Nährstoffverfügbarkeit ist schlecht.

AUFGABEN

1 **Auf den nächsten Seiten findest du wertvolle Informationen über die Eigenschaften von Böden. Lies sie sorgfältig durch und finde heraus, welches Beet des Schulgartens für den jeweiligen Pflanzensetzling geeignet ist.**





2 **Vervollständige die untenstehenden Sätze, indem du deine Ergebnisse in die Lücken einträgst.**

Ein geeignetes Beet für die **Heidelbeere** ist Beet ____. Die **Ackerbohne** pflanze ich im Beet ____ ein.

4

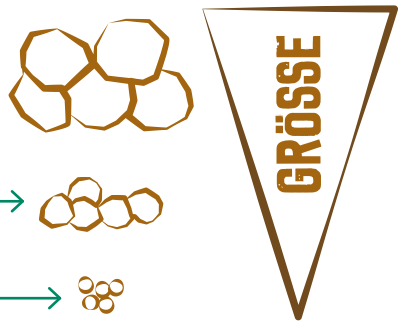
DIE DREI HAUPTBODENARTEN

Im Laufe der Gesteinsverwitterung entstehen unterschiedlich große mineralische Bestandteile, diese nennen wir Bodenpartikel. Das Mischverhältnis zwischen diesen Bodenpartikeln wird als Bodenart bezeichnet. Wir unterscheiden dabei drei Hauptbodenarten:

Sand
Die Bodenpartikel haben eine Größe zwischen 2 mm und 0,063 mm

Schluff
Die Bodenpartikel haben eine Größe zwischen 0,063 mm und 0,002 mm

Ton
Die Bodenpartikel haben eine Größe von unter 0,002 mm



In der Natur setzen sich Böden aus einem Gemisch der drei Hauptbodenarten zusammen. Sandboden besteht somit hauptsächlich aus Sand, enthält aber auch kleine Mengen Schluff und Ton. Kommen Sand, Schluff und Ton in etwa gleichen Teilen im Boden vor, spricht man von **Lehm** oder Lehmboden.

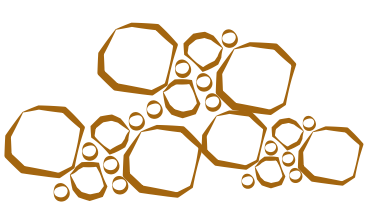


Abbildung nicht maßstabsgetreu

WASSERVERFÜGBARKEIT

Ohne Wasser kein Leben: Pflanzen nehmen Wasser über ihre Wurzeln aus dem Boden auf. Deshalb spielt der Wassergehalt des Bodens eine wichtige Rolle. Sand, Schluff, Ton (und Lehm) können unterschiedlich viel Wasser speichern und den Pflanzen zur Verfügung stellen.
Das für Pflanzen verfügbare Wasser wird durch den Begriff „nutzbare Feldkapazität", auch **nFK** abgekürzt, beschrieben.

Schluffige Böden: hohe nFK

Tonige Böden: mittlere nFK

Sandige Böden: geringe nFK

Warum ist das so?
Die nutzbare Feldkapazität hat etwas mit der Größe der Zwischenräume zwischen den Bodenpartikeln zu tun. Mehr erfährst du bei den Experimenten in Modul 3 auf Arbeitsblatt 9.

MODUL 2

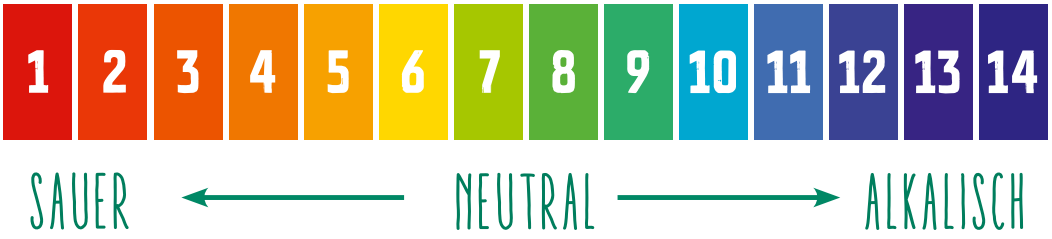
4

pH-WERT

Der pH-Wert erlaubt eine Aussage über den Säuregehalt des Bodens. Er spielt somit eine wichtige Rolle für das Wachstum von Pflanzen, da er Einfluss auf die Verfügbarkeit von Nährstoffen und die Zusammensetzung des Bodenlebens hat.

Die meisten Böden haben einen pH-Wert zwischen 4 und 8. Auf der Seite 20 sind die **Beete eures Schulgartens** entsprechend ihren pH-Werten eingefärbt.

Den pH-Wert des Bodens kannst du mit Hilfe einer solchen pH-Wert-Skala ablesen.

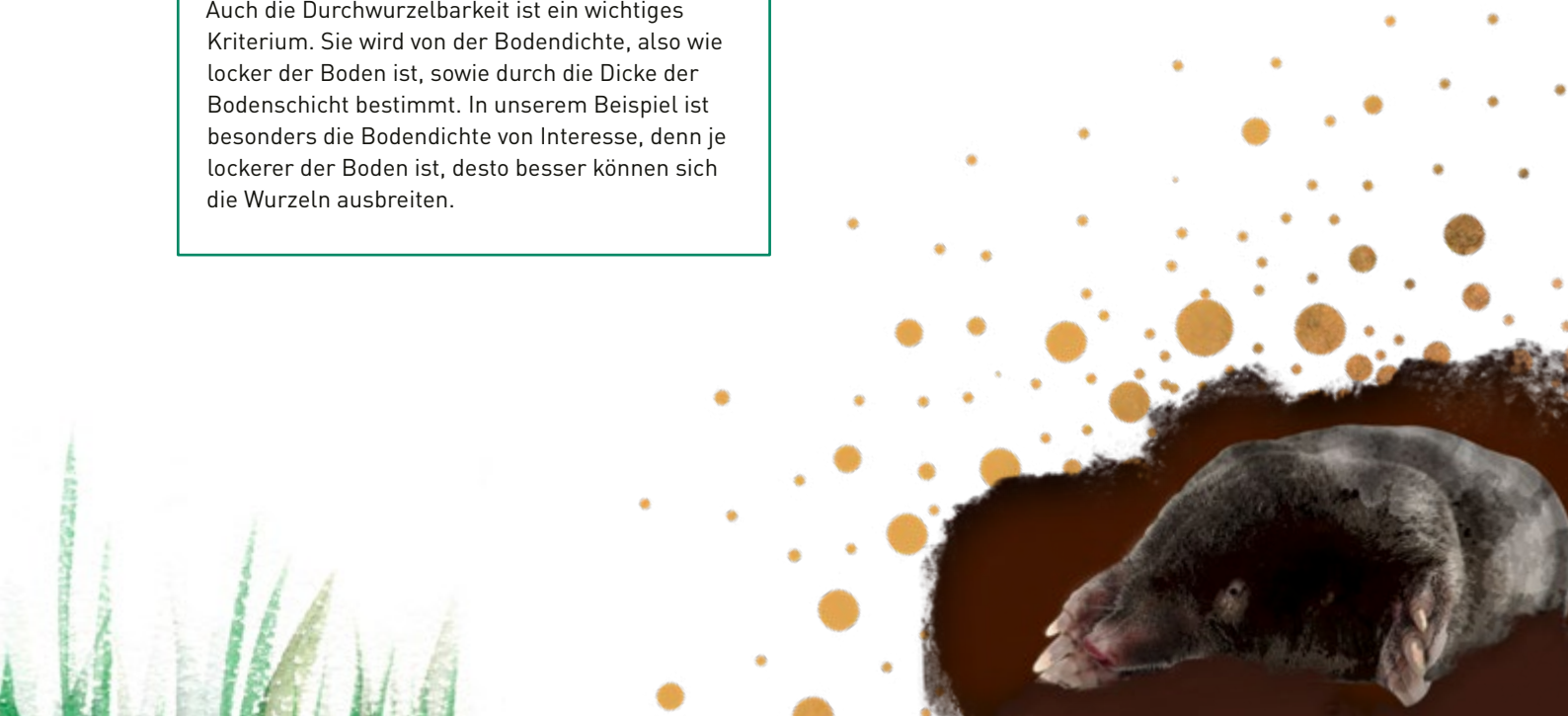


NÄHRSTOFFVERFÜGBARKEIT

Pflanzen brauchen zum Wachsen Nährstoffe. Sandböden können nur schwer Nährstoffe speichern und geben auch bei der Bodenbildung kaum Nährstoffe frei. Ton kann hingegen viele Pflanzennährstoffe speichern und wieder abgeben. Tonteilchen können also Nährstoffe, wie beispielsweise Natrium und Calcium, gut bereithalten. In Schluffböden ist die Nährstoffspeicherung zwar besser als in Sandböden, aber nicht so gut wie bei Tonböden.

DURCHWURZELBARKEIT

Auch die Durchwurzelbarkeit ist ein wichtiges Kriterium. Sie wird von der Bodendichte, also wie locker der Boden ist, sowie durch die Dicke der Bodenschicht bestimmt. In unserem Beispiel ist besonders die Bodendichte von Interesse, denn je lockerer der Boden ist, desto besser können sich die Wurzeln ausbreiten.

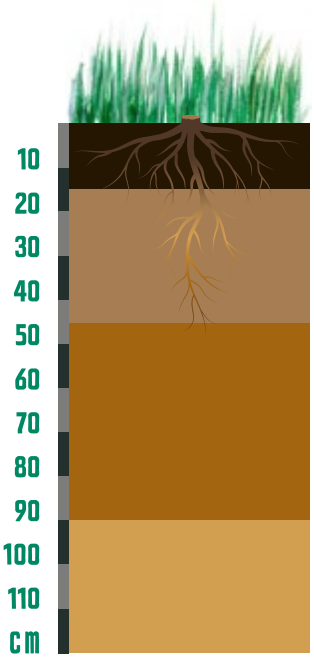


ARBEITSBLATT 5

MODUL 2

Boden – ein echt vielschichtiger Typ

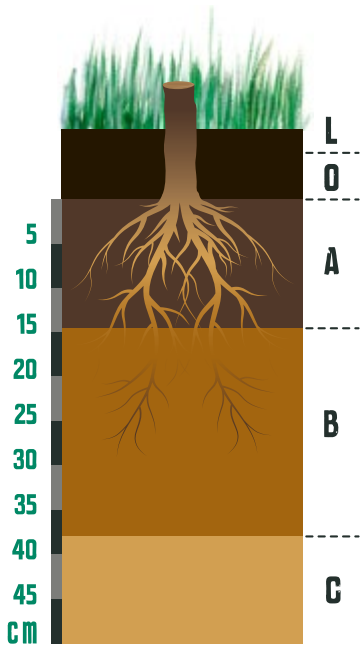
Familie Fischer möchte sich im Sommer endlich den lang ersehnten Swimmingpool in den Garten bauen. Alle Nachbarn helfen mit. Auf einer Fläche von 8 × 4 m muss zunächst der Boden 1,5 m tief ausgehoben werden. Nach getaner Arbeit steigen die einzelnen Familienmitglieder vorsichtig in das ausgehobene Loch und betrachten ihr Werk.



Das Bodenprofil, welches sich rund um sie herum erstreckt, ist rechts abgedruckt. „Das sieht ja aus wie bei einer Torte, da sind ja ganz verschiedene Schichten!“, meint Pascal, das jüngste Familienmitglied. Auch der Rest der Familie ist erstaunt: „Das sieht ja merkwürdig aus. Liegen da mehrere Böden aufeinander oder ist das etwa alles ein Boden?“
Eine gute Frage. Um sie zu beantworten, lohnt es sich, den Boden genauer unter die Lupe zu nehmen.

BODENHORIZONTE

Auffällige Schichtungen, die im Bodenprofil, also im Querschnitt des Bodens, erkennbar sind, werden Bodenhorizonte genannt. Gekennzeichnet ist ein Horizont durch spezifische Merkmale, wie beispielsweise die Farbe und Bodenart.



Auf dem Boden befindet sich die Streuschicht, diese nennen wir den **L-Horizont**. Sie besteht aus „frischem“ und abgestorbenem organischen Material von Pflanzen und Tieren. Das L in L-Horizont steht für den englischen Begriff *Litter*, der so viel wie Abfall bedeutet.

Unterhalb der Streuschicht beginnt die Humusschicht, der **O-Horizont**. Sie entsteht durch die Zersetzung der Streu durch Bodentiere, Pilze und Mikroorganismen (Humifizierung).

Der **A-Horizont** wird auch Oberboden genannt. Hier vermischen sich Humus und die mineralischen Bodenpartikel Sand, Schluff und Ton. Er kann humusarm oder humusreich sein und kennzeichnet den Lebensbereich der meisten Bodenorganismen.

Der **B-Horizont** wird auch Unterboden genannt. Er liegt zwischen dem Oberboden und dem Ausgangsgestein, dem C-Horizont. Durch Verwitterung werden im Unterboden feine Bodenpartikel, wie Eisenoxide oder Tonminerale, neu gebildet oder mit dem Sickerwasser aus dem A-Horizont nach unten verlagert. Die Eisenoxide geben dem Boden die typische rostbraune Farbe.

Der **C-Horizont** beschreibt das Ausgangsgestein. Dieses kann fester Fels oder auch lockeres Sediment sein wie beispielsweise Sand.

5

AUFGABEN

1 **Betrachte das Schema des im Garten gefundenen Bodenprofils. Was würdest du Familie Fischer auf ihre Frage antworten?**

BODENTYPEN

Die einzelnen Bodenhorizonte unterscheiden sich in bestimmten Eigenschaften, zum Beispiel darin, ob sie besonders humushaltig oder tonig sind. Böden, die immer die gleiche Abfolge an Bodenhorizonten aufweisen, fassen wir unter dem Begriff Bodentyp zusammen. Familie Fischer hat in ihrem Garten eine Parabraunerde gefunden.

Das Besondere an der **Parabraunerde** ist, dass viele Tonteilchen aus dem A-Horizont in den B-Horizont verlagert wurden. Schau dir die Abbildung aus dem Garten der Familie Fischer noch einmal an. Dort siehst du, dass die Parabraunerde durch die Verlagerung der Tonteilchen eine typische dunklere, meist rötliche Färbung im B-Horizont bekommt.

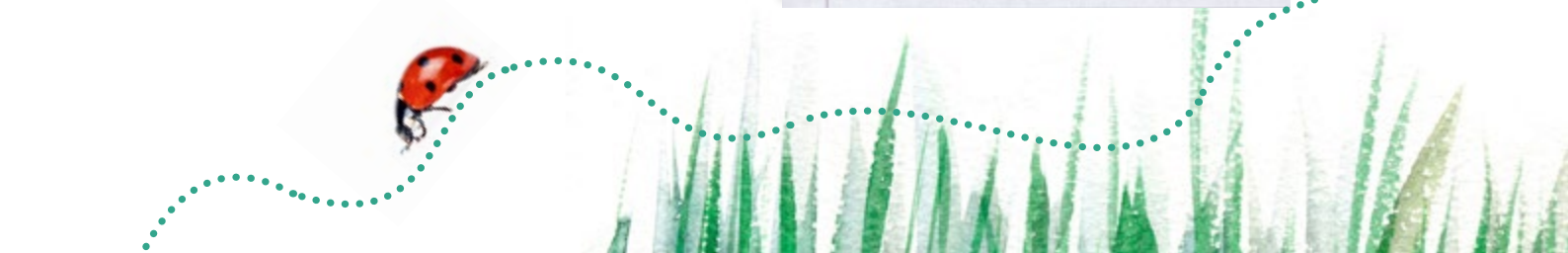
2 **Recherchiere, warum die Parabraunerde ein guter Ackerboden ist. Was kann passieren, wenn sich immer mehr Tonteilchen vom A-Horizont in den B-Horizont verlagern?**

Wusstest du eigentlich?

Seit 2005 wird jedes Jahr ein „Boden des Jahres" ausgerufen, um auf die Bedeutung der Böden für den Menschen und den Bodenschutz aufmerksam zu machen. Spannende Informationen zum diesjährigen Boden des Jahres und zu den Böden aus vergangenen Jahren findest du im Internet (**bit.ly/2A2TLav**).

Wusstest du auch?

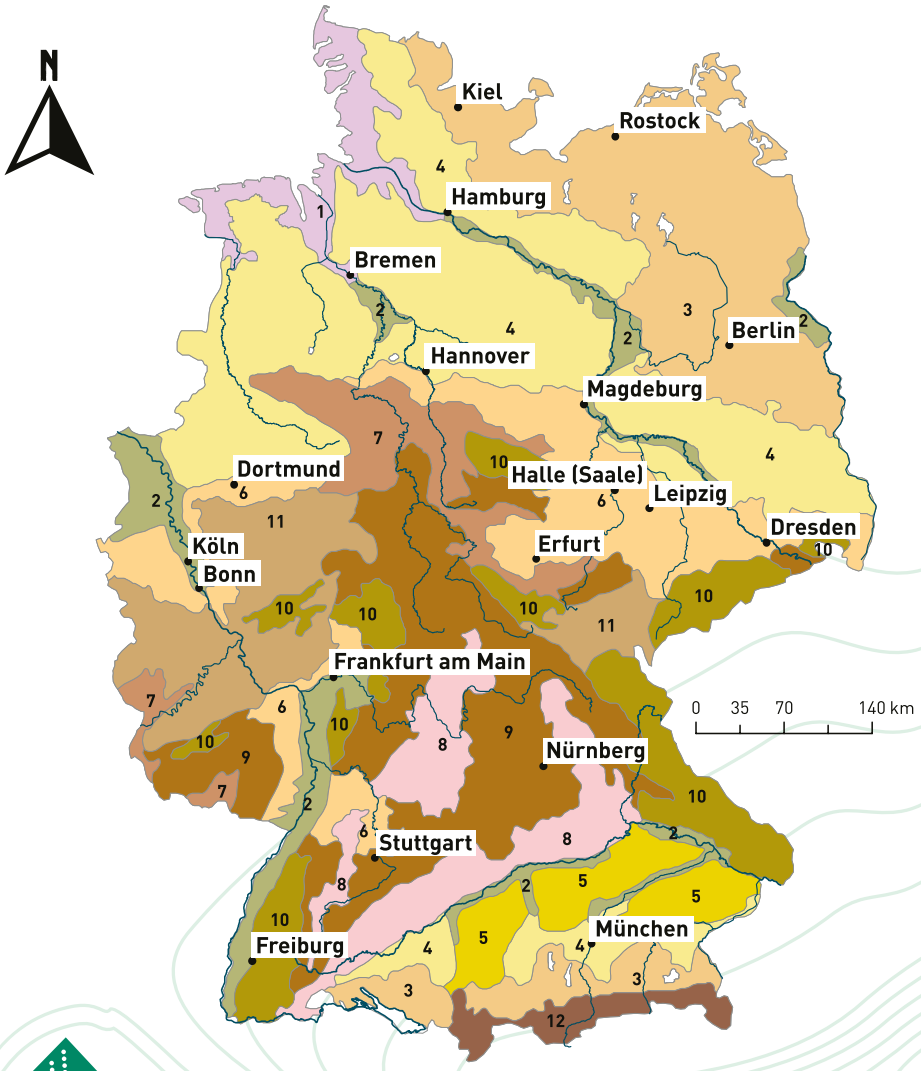
In Deutschland gibt es 56 unterschiedliche Bodentypen! Da gleiche Bodentypen einen ähnlichen Entwicklungsstand aufweisen, haben ältere Böden meistens mehr und deutlich ausgeprägtere Horizonte als junge Böden.



DEUTSCHLAND UND DIE BODENTYPEN

Einige Bodentypen eignen sich besser zur landwirtschaftlichen Nutzung als andere.
Mehr Informationen zu den Bodentypen findest du auf der Website **expedition-erdreich.de**.

3 **Vergleiche die hier abgedruckte Bodenkarte mit einer Übersichtskarte zur Landnutzung, die du in einem Atlas finden kannst. Welche Bodentypen eignen sich zum Anbau welcher Kulturpflanzen? Notiere die Antwort in deinem Aufgabenheft.**



LEGENDE

1 Küsten, z. B. Watt, Marsch

2 Flusslandschaften, z. B. Auenboden, Gley

3 Ablagerungen der letzten Inlandsvereisung und von Gletschern, z. B. Parabraunerde, Braunerde

4 Ablagerungen von älteren Inlandsvereisungen und von Gletschern, z. B. Podsol, Moorboden

5 Flussschotter und Hügelländer des Alpenvorlandes, z. B. Parabraunerde, Braunerde

6 Lössgebiete, z. B. Parabraunerde, Schwarzerde

7 Berg- und Hügelländer mit Sedimentdecken, z. B. Braunerde, Parabraunerde

8 Berg- und Hügelländer aus Kalkgesteinen, z. B. Terra fusca

9 Berg- und Hügelländer aus Sedimentgesteinen, z. B. Pseudogley, Podsol

10 Berg- und Hügelländer aus magmatischen und metamorphen Gesteinen, z. B. Ranker, Podsol, Braunerde

11 Berg- und Hügelländer aus Schiefergesteinen, z. B. Braunerde, Pelosol

12 Alpen, z. B. Felshumusboden, Rendzina

ARBEITSBLATT 6

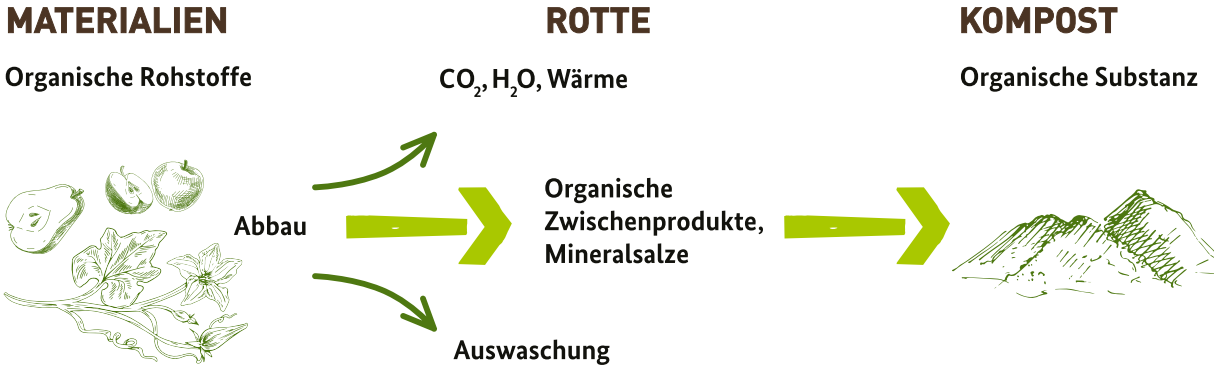
MODUL 2

Kompostieren – aus Abfällen wird wertvoller Dünger

Auf den vorherigen Arbeitsblättern hast du gelernt, wie Boden entsteht und welche physikalischen, chemischen und biologischen Prozesse bei der Bodenentwicklung eine Rolle spielen. In diesem Zusammenhang haben wir auch die Humifizierung und ihre zentrale Rolle bei der Entstehung von Boden betrachtet. Erinnerst du dich noch?

AUFGABEN

1 **Frische dein Wissen auf und erkläre anhand des Schaubildes, welche Rolle die Humifizierung bei der Kompostierung einnimmt. Notiere die Erklärung in deinem Aufgabenheft.**



Bei der Kompostierung ahmen wir die natürlich ablaufenden Recyclingprozesse im Boden nach. Einen Kompost zu betreiben, hat viele Vorteile. Die „recycelte" Erde besteht aus Humus, sie besitzt viele Nährstoffe und ist besonders förderlich für das Pflanzenwachstum. Komposterde kann darüber hinaus vielen Lebewesen als Nahrungsquelle dienen und steigert somit die biologische Aktivität im Boden. Ein praktischer Vorteil ist auch die Verwertung von Küchen- und Gartenabfällen. Die landen nämlich direkt auf dem Kompost und die darin enthaltenen Nährstoffe können in den natürlichen Kreislauf zurückgeführt werden.



Wusstest du eigentlich?

Einen ähnlichen Kreislaufgedanken verfolgen wir in der Bioökonomie. Auch hier überlegen wir, wie pflanzliche Reststoffe der Industrie verwertet werden können, um möglichst wenig zu verschwenden.

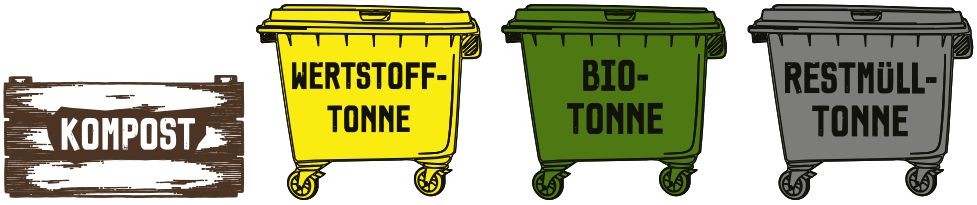
6

WAS DARF DRAUF UND WAS NICHT?

Zu den Vorteilen der Kompostierung gehört die Verwertung von Abfällen. Aber Vorsicht – nicht alle organischen Abfälle eignen sich für den Kompost! Unproblematisch sind kleine Portionen biologisch abbaubarer Küchen- und Gartenabfälle, wie rohe Obst- und Gemüsereste oder Laub.

Gekochte Lebensmittel, Fleisch- und Milchprodukte und Zitrusfrüchte gehören nicht auf den Kompost, denn diese verrotten schlecht und werden langsamer in Humus umgewandelt. Zitrusfrüchte sind zudem häufig durch Pestizide belastet und gehören deshalb lieber nicht auf den Kompost.

2 **Ordne die Abfälle den korrekten Tonnen beziehungsweise dem Kompost zu. Wenn du alle Abfälle richtig zuordnen konntest und ein bisschen knobelst, kommst du auf das Lösungswort und damit auf ein weiteres Lebensmittel, das in kleineren Mengen auf den Kompost darf.**



LÖSUNGSWORT:
(mit Bleistift ausfüllen)



WIE WÄRE ES MIT EINEM EIGENEN KOMPOST?

Bis jetzt haben wir uns nur mit den traditionellen Methoden der Kompostierung beschäftigt, also mit dem bekannten Gartenkompost. Doch nicht jeder hat einen Garten. Was kann man machen, wenn man trotzdem kompostieren möchte? Eine Wurmkiste ist eine prima Alternative. So kannst du auch in der Wohnung, auf dem Balkon oder im Keller kompostieren. Mit der Wurmkiste kannst du Bioabfälle aus der Küche in wertvollen Dünger für Balkon- und Zimmerpflanzen verwandeln. Aber nicht die Würmer vergessen! Da die Wurmkiste nicht in direktem Kontakt mit dem Boden steht, müssen die Würmer extra hinzugefügt werden. Du kannst sie im Gartencenter oder im Internet kaufen.



Verschiedene Anleitungen zum Bau deines Komposts oder deiner eigenen Wurmkiste findest du auf zahlreichen Seiten im Internet. Erkundige dich dort auch nach den optimalen Standortbedingungen für deinen Kompost oder für die Wurmkiste. Achte dabei besonders auf Faktoren wie die Temperatur, die Sonneneinstrahlung und den Feuchtigkeitsgehalt, damit es deinen Kompostbewohnern gut geht und du bald wertvollen Wurmhumus „ernten" kannst.

MODUL 3

DER BODEN – WERT UND FUNKTIONEN



Worum geht es in diesem Modul?

Der Boden bildet im wahrsten Sinne des Wortes die Grundlage des menschlichen Lebens. Wie das Einstiegsmodul zeigt, ist unser Leben ohne Boden nicht möglich. Böden sind „Multitalente". Unsere Böden erfüllen nicht nur eine einzige Aufgabe, sondern eine Vielzahl wesentlicher Funktionen, die gemeinsam ihren Wert ausmachen. In diesem Modul lernen Schülerinnen und Schüler praxisnah und auf vielfältige Weise die einzelnen Bodenfunktionen kennen. So entwickeln sie sowohl eine Wertvorstellung vom als auch eine Wertschätzung für den Boden.

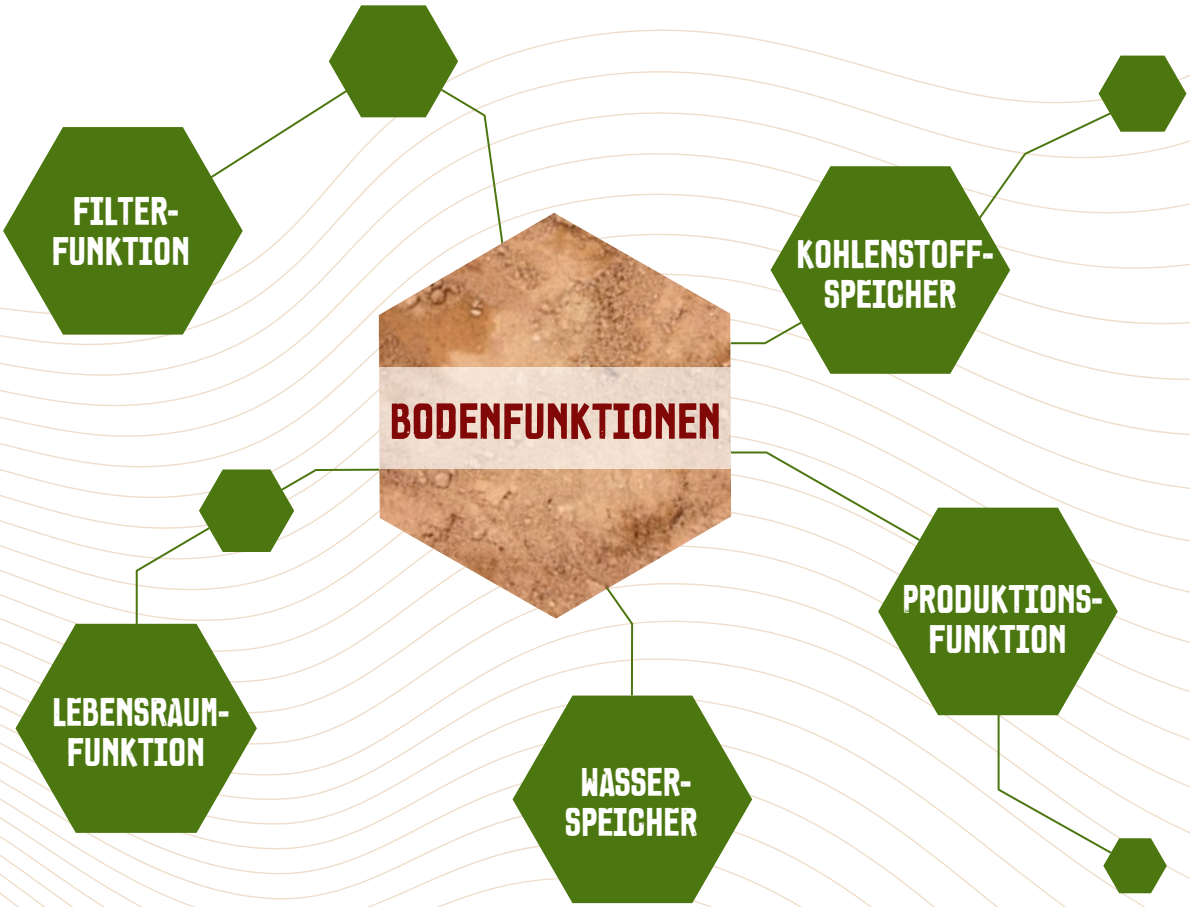
Aus ethischer Perspektive besitzen Böden, so wie die gesamte Natur, einen Eigenwert. Meistens wird Boden aber danach bewertet, wofür wir ihn brauchen und benutzen. Aus Naturschutzperspektive wird der Wert der Böden durch deren Bedeutung für alle Lebewesen und die Umwelt bestimmt – dabei sind Böden viel mehr als nur ein Standort.

Böden sichern unsere Ernährung. Sie bilden die Grundlage des Ackerbaus. In der Landwirtschaft werden Nahrungs- und Futtermittel, aber auch Energiepflanzen angebaut. Durch die Flächenknappheit und vor dem Hintergrund der Ernährungssicherung und des Klimawandels stehen die verschiedenen Nutzungsmöglichkeiten zunehmend im Konflikt zueinander.

Im Boden kommen verschiedene Tiere, Pflanzen, Pilze und Bakterien vor. Sie sind größtenteils winzig, doch in ihrer riesigen Anzahl nicht zu unterschätzen. In einer Handvoll Boden leben mehr Lebewesen als Menschen auf unserer Erde. Die Bodenlebewesen sind sehr wichtig für die Bodenbildung.

Zu den vielfältigen Funktionen des Bodens zählen das Speichern und Filtern von Wasser. Dies ist vor allem für den Hochwasser- und Trinkwasserschutz von Bedeutung.

Biologische und chemische Prozesse im Boden gewährleisten eine gute Nährstoffversorgung für Pflanzen. Wichtige anorganische Nährstoffe für den Nährstoffkreislauf sind Stickstoff (N), Phosphor (P), Kalium (K), Calcium (Ca), Magnesium (Mg) und Schwefel (S).



Didaktisch-methodische Hinweise für Lehrkräfte

In diesem Modul befassen sich Schülerinnen und Schüler mit Werten und Funktionen des Bodens. Dabei setzen sie sich mit Wertesystemen auseinander, üben das kriteriengeleitete Ordnen von Bodenlebewesen ein, führen ein Planspiel zur Problematik der Bodenknappheit sowie Versuche zur Speicher- und Filterfunktion des Bodens durch. Ein Kettenquiz ermöglicht die Erarbeitung der wesentlichen Schritte des Nährstoffkreislaufs. Die Themen können in beliebiger Reihenfolge bearbeitet werden. Eine Ausnahme bildet das Arbeitsblatt „Ziele für nachhaltige Entwicklung", dessen Bearbeitung sich am Ende der Unterrichtsreihe empfiehlt.

LEGENDE

Phase | Sozialform | Zeit | Schwierigkeit

Arbeitsblatt 7

ERARBEITUNG | EINZEL-, PARTNERARBEIT | 45 MIN. | MITTEL

WELCHEN WERT HAT DER BODEN?

Dieses Arbeitsmaterial macht Schülerinnen und Schülern bewusst, dass es für den Boden verschiedene Wertzuschreibungen gibt. Diese konkurrieren häufig miteinander. Ein Beispiel: Eine Gemeinde prüft, ob eine bestimmte Fläche Boden als Bauland ausgeschrieben, als Ackerland genutzt oder als Trinkwasserschutzgebiet ausgewiesen wird.

Die Schülerinnen und Schüler arbeiten die Wertzuschreibungen heraus – in diesem Fall also die Abwägung zwischen Wohnraumbeschaffung, Landwirtschaftsnutzung und Schutz des Trinkwassers. Sie begründen die Wertzuschreibungen mit eigenen Argumenten. Dabei müssen Wertehierarchien aufgestellt und deren Bedeutung für die Meinungsbildung über den jeweiligen Wert eines Bodens bewusst gemacht werden.

Arbeitsblatt 8

ERARBEITUNG | PARTNER-, GRUPPENARBEIT | 45 MIN. | LEICHT

LEBEWESEN IN UNSEREM BODEN

Das Arbeitsblatt „Lebewesen in unserem Boden" macht Schülerinnen und Schüler mit den Bodenlebewesen und ihrer Bedeutung für die Bodenbildung vertraut. Zunächst recherchieren sie Eigenschaften und Lebensweisen von Bodenlebewesen und fassen sie kurz zusammen. Anschließend ordnen sie die Namen der vorgegebenen Lebewesen den Abbildungen zu. Mit Hilfe der Rechercheergebnisse und der Bilder erstellen die Schülerinnen und Schüler Kriterien (bspw. Größe, Räuber/Nichträuber), nach denen sie die Lebewesen anordnen. Zuletzt wird ein Nahrungsnetz aus den Bodenlebewesen modelliert. Dies geschieht mit Hilfe von Wollfäden, die die Nahrungsbeziehungen visualisieren. Da sich der Arbeitsbogen gezielt mit Bodenlebewesen beschäftigt, werden die Primärproduzenten in dieser Aufgabe nicht berücksichtigt. Im Anschluss überlegen sich die Schülerinnen und Schüler, welche Folgen es hat, wenn Lebewesen aus dem Nahrungsnetz verschwinden. Das vermittelt die Beziehungen und Abhängigkeiten zwischen den Bodenlebewesen.

Arbeitsblatt 9

ERARBEITUNG | PARTNER-, GRUPPENARBEIT | 45–90 MIN. | MITTEL

BODEN: FILTER UND SPEICHER ZUGLEICH

Das Arbeitsblatt „Boden: Filter und Speicher zugleich" besteht aus drei Versuchsanleitungen. Ziel der Versuche ist es, dass Schülerinnen und Schüler sich die Speicher- und Filterfunktion des Bodens selbstständig erarbeiten. Die anschließenden Fragen haben die Funktion, dass Schülerinnen und Schüler die Bedeutung dieser Bodenfunktion erkennen. Wenn alle Versuche nacheinander durchgeführt werden sollen, können die Versuchsmaterialien wiederverwendet werden. Es bietet sich an, die Versuche in der angegebenen Reihenfolge durchzuführen, damit das Trocknen der Probe zu Beginn erfolgt. Die Versuche können jedoch auch einzeln und unabhängig voneinander durchgeführt werden. Zur Dokumentation der Ergebnisse kann die Anleitung des Versuchsprotokolls verwendet werden.

Arbeitsblatt 10

ERARBEITUNG | PARTNER-, GRUPPENARBEIT | 45 MIN. | LEICHT

NÄHRSTOFFKREISLAUF IM GARTEN: ZWISCHEN GEMÜSEBEET UND KOMPOSTHAUFEN

In diesem Kettenquiz erarbeiten die Schülerinnen und Schüler die wesentlichen Schritte des Nährstoffkreislaufs mit Fokus auf die Prozesse im Boden. Jeder Schritt des Nährstoffkreislaufs wird im Kettenquiz durch das Zusammenführen zweier Tabellenzeilen dargestellt, die jeweils in eine rechte und eine linke Spalte untergliedert sind. In der linken Spalte werden die einzelnen Schritte des Nährstoffkreislaufs durch einen übergreifenden Begriff zusammengefasst. In der rechten Spalte jeder Tabellenzeile befindet sich ein Erklärtext, welcher dem richtigen Begriff (linke Spalte jeder Tabellenzeile) zugeordnet werden muss. Eine genaue Erläuterung der Vorgehensweise befindet sich auf dem Arbeitsblatt.

Arbeitsblatt 11

ERARBEITUNG, TRANSFER | GRUPPENARBEIT, PLENUM | 2 × 90 MIN. | SCHWER

TANK, TROG ODER TELLER – WIE WOLLEN WIR UNSEREN BODEN NUTZEN?

Die *Fishbowl*-Diskussion zum Thema „Tank, Trog oder Teller – wie wollen wir unseren Boden nutzen?" verfolgt das Ziel, Schülerinnen und Schüler auf die Problematik der Bodenknappheit aufmerksam zu machen. Die Produktionsfunktion des Bodens sowie die globalen Ziele für nachhaltige Entwicklung, die *Sustainable Development Goals (SDGs),* Nummer 2, 7 und 15 bilden hierbei den fachlichen Hintergrund. Über die unterschiedlichen Nutzungsmöglichkeiten der Böden und den Flächenverbrauch für den Anbau von Kartoffeln, die Nutztierhaltung zur Fleischerzeugung oder den Anbau von Biomasse zur Stromerzeugung z. B. für die Smartphone-Nutzung kann ein Lebensweltbezug für Schülerinnen und Schüler hergestellt werden. Bei der Erarbeitung sollte darauf geachtet werden, dass Bioenergie und erneuerbare Energien nicht als Synonyme verwendet, sondern voneinander abgegrenzt werden. Neben der Kommunikationskompetenz kann in diesem Modulabschnitt die eigene Meinungsbildung von Schülerinnen und Schülern gefördert werden. Das Anforderungsniveau ist eher hoch einzustufen, sodass dieser Abschnitt nach Möglichkeit eher am Ende einer Unterrichtseinheit durchgeführt werden sollte.

*Diskussionen in der gesamten Klasse zu führen, ist nicht immer einfach. Die **Fishbowl-Methode** hat sich bewährt, um größeren Gruppen eine geordnete Diskussion zu ermöglichen. Der Name entspricht der Sitzordnung, bei der eine kleinere Gruppe in einem inneren Kreis diskutiert – wie in einem Goldfischglas. Die anderen Teilnehmerinnen und Teilnehmer sitzen in einem Außenkreis und folgen der Diskussion. Sie haben jederzeit die Möglichkeit, in den Innenkreis zu wechseln und ihre Argumente einfließen zu lassen. Durch fiktive Rollen können unterschiedliche Perspektiven eingenommen werden – diese Multiperspektivität fördert die Meinungsbildung.*



ABLAUF

Die *Fishbowl*-Diskussion teilt sich in drei Phasen ein:

In der vorbereitenden **Phase 1** wird die Klasse in sechs Gruppen eingeteilt. Jede Gruppe übernimmt eine Rolle, auf die sie sich mit Hilfe der Rollenkarte und des Artikels „Tank, Trog, Teller" von Johannes Kaiser vorbereitet. **bit.ly/38PxbhK**

Anschließend findet in **Phase 2** die Diskussion statt. Dafür wird der Klassenraum vorbereitet. Sechs Stühle bilden in der Mitte einen Kreis, das Goldfischglas (engl. *Fishbowl*). Dort spielt sich die Diskussion ab. Um den inneren Kreis herum wird ein weiterer für das Publikum gebildet. Aus jeder Gruppe nimmt eine Person im *Fishbowl* Platz.

Die anderen Teilnehmenden bilden das Publikum. Die Moderatorin oder der Moderator eröffnet die Gesprächsrunde. Während der Diskussion können Schülerinnen und Schüler ihre Plätze tauschen, auch Personen aus dem Publikum können in den inneren Kreis wechseln. Es hat sich bewährt, kleine Pausen zur Diskussion innerhalb der Gruppen zu ermöglichen.

Es folgt die Reflexion in **Phase 3**. Schülerinnen und Schüler werden durch Perspektivwechsel zwischen der fiktiven Rolle und ihren Ansichten für die Vielschichtigkeit der Konflikte sensibilisiert. Sie formulieren und überdenken ggf. ihre Meinung auf Basis der Diskussion.

Arbeitsblatt 12

ERARBEITUNG, TRANSFER | EINZEL-, PARTNERARBEIT, PLENUM | 90 MIN. | MITTEL

ZIELE FÜR NACHHALTIGE ENTWICKLUNG

Bei der Bearbeitung der Kopiervorlage „Ziele für nachhaltige Entwicklung" werden Schülerinnen und Schüler selbst aktiv. Sie erkennen, dass viele Nationen zusammenarbeiten, um gemeinsam globale Probleme zu lösen. Die *Sustainable Development Goals (SDGs)* wurden von den Vereinten Nationen entwickelt und bestehen aus 17 Zielen für eine nachhaltige Entwicklung.

Ziel des Modulabschnitts ist die Entwicklung eines SDGs für den Boden, das spielerisch auf einer Generalversammlung in der Klasse vorgestellt und verabschiedet wird. Das soll die Handlungskompetenz der Teilnehmenden fördern. Die Recherche der Zielvorgaben kann im Internet oder anhand von Informationsmaterial, das von der Lehrkraft den Schülerinnen und Schülern bereitgestellt wird, durchgeführt werden.

Um den Schülerinnen und Schülern die Recherche zu erleichtern, bietet sich das Papier der Generalversammlung (**bit.ly/3a0thr4**) an. Schülerinnen und Schüler können über die Suchfunktion leichter recherchieren, bei welchen Zielvorgaben der Boden berücksichtigt wird. Alternativ können die einzelnen SDGs auch in Gruppen bearbeitet und im Anschluss die Ergebnisse in der Klasse zusammengetragen werden.

ARBEITSBLATT 7

MODUL 3

Welchen Wert hat der Boden?

Im Immobilienteil der Zeitung findest du Angaben zu Grundstückspreisen. Diese geben den Geldwert von Baugrundstücken an. Doch neben diesem gibt es weitere Werte, die wir dem Boden zuschreiben können. Sie sind uns meist gar nicht bewusst.

Der Boden ist für uns selbstverständlich. Wir nehmen ihn meistens nur als Standort oder Fläche wahr. Auch du nutzt den Boden und denkst wahrscheinlich kaum über seinen Wert nach. Du spielst darauf z. B. Fußball oder erntest Gemüse. Der Wert des Bodens liegt dann für dich darin, dass du auf ihm deine Freizeit verbringst oder aus ihm einen Teil deiner Nahrung gewinnst.

In diesem Fall bewertest du den Boden nach einem konkreten Nutzen. Daraus ergeben sich Wertzuschreibungen. Sie können je nach Blickwinkel unterschiedlich sein, wie das Beispiel zeigt: Stell dir vor, eine Gemeinde steht vor der Frage, was mit einem ungenutzten Grundstück passieren soll. Soll die Bodenfläche als Bauland, Ackerfläche oder Trinkwasserschutzgebiet ausgeschrieben werden? Bei dieser Entscheidung konkurrieren Werte miteinander. Es gilt abzuwägen, ob Wohnraum, Trinkwasserschutz oder Landwirtschaft den Vorzug erhalten.

Für manche Menschen in der Gemeinde besitzt Wohnraum einen höheren Wert als die Landwirtschaft oder der Trinkwasserschutz. Für andere ist es umgekehrt. Die persönliche Wertehierarchie, also die Reihenfolge der Werte nach ihrer Wichtigkeit, ist ausschlaggebend dafür, welche Nutzung des Bodens bevorzugt wird. Bei Entscheidungen, in denen Werte eine Rolle spielen, gibt es häufig schwächere und stärkere Argumente. Gibt es in unserer fiktiven Gemeinde zum Beispiel nicht genug Flächen zur Trinkwassergewinnung, hätte jemand, der den Wert Wohnraum höher bewertet, das schwächere Argument. Jede Entscheidung wirkt sich in den meisten Fällen auf die übrigen Bodenfunktionen aus.

Denn eine bebaute Fläche kann kein Wasser mehr filtern. Oder ein Trinkwasserschutzgebiet kann nicht mehr landwirtschaftlich genutzt werden.

Der Wert des Bodens wird also aus den konkreten Nutzungsmöglichkeiten abgeleitet, indem wir unterschiedliche Möglichkeiten abwägen. Böden erfüllen für Mensch und Umwelt vielfältige Funktionen, die weit über ihre Eigenschaft als Standort hinausgehen: Böden sind Lebensraum für Pflanzen und Tiere, sie filtern Wasser, speichern Kohlenstoff und weil sie Nährstoffe bereithalten, können wir Ackerbau betreiben. Welche dieser Bodenfunktionen den höchsten Wert zugewiesen bekommt, das hängt vom jeweiligen Ziel ab.

Wir können Böden aber auch einen Wert zuschreiben, der sich nicht aus dem direkten Nutzen für uns, die Menschen, ergibt. Dass Böden Nährstoffe speichern, ist für Pflanzen und Tiere von entscheidender Bedeutung, unabhängig davon, ob wir davon profitieren oder nicht. Bei dieser Wertzuschreibung liegt der Wert im Nutzen für alle Lebewesen. Die dritte Betrachtungsweise für die Wertzuschreibung ist eine, die den Boden unabhängig von jeglicher Nutzung und Bedeutung für andere Umweltbereiche wertschätzt. Aus ethischer, kultureller oder religiöser Perspektive haben Böden mit all den Pflanzen, Tieren, Pilzen, Bakterien und unbelebten Bestandteilen einen Eigenwert.

Die unterschiedlichen Wertesysteme sind wichtig, weil sich aus ihnen verschiedene Bewertungen, Motivationen und Handlungsmöglichkeiten für den Menschen ergeben können. Diese Wertesysteme sind häufig der Grund für Konflikte. Daher haben bspw. die UN oder das Bundesamt für Naturschutz die unterschiedlichen Wertesysteme als gleichberechtigt anerkannt und versuchen, zwischen ihnen zu vermitteln.

AUFGABEN

1 **Erläutere mit deinen eigenen Worten die im Text beschriebenen Wertesysteme.**

2 **Wie wertvoll ist Boden für dich? Nenne drei Werte, die für dich den Boden wertvoll machen. Ordne sie nach ihrer Wichtigkeit für dich an.**

ARBEITSBLATT 8

MODUL 3

Lebewesen in unserem Boden

In einer Handvoll Boden leben unzählige Lebewesen. Die meisten von ihnen sind so klein, dass wir sie mit bloßem Auge gar nicht sehen können. Sie sind unverzichtbar für die Bodenbildung und all die verschiedenen Bodenfunktionen, denn sie zersetzen organisches Material und tragen zur Humusbildung bei.

Bei den Bodenlebewesen unterscheiden wir Konsumenten und Destruenten. Konsumenten sind die Verbraucher im Boden. Sie ernähren sich von Pflanzen, jagen als Räuber andere Tiere oder fressen deren Ausscheidungen. Destruenten sind die Zersetzer im Boden. Sie zerlegen abgestorbene Biomasse (tote Pflanzen, Aas) wieder in die Ausgangsstoffe wie Wasser, Kohlenstoffdioxid und Mineralsalze. Zusammen sorgen die Bodenorganismen für den natürlichen Nährstoffkreislauf im Boden.

AUFGABEN

1 **Schaut euch zunächst die Namen der Bodenlebewesen aus Kasten 1 genauer an und recherchiert ihre Ernährungs- und Lebensweise. Wovon ernähren sie sich? Oder wem dienen sie als Nahrung? Haltet eure Rechercheergebnisse steckbriefartig fest. Findet zudem heraus, was ein Erstzersetzer und ein Endzersetzer ist.**

KASTEN 1

Asseln

Pilze

Fadenwurm

Mistkäfer

Einzeller

Regenwurm

Vielfüßler

Springschwanz

Raubmilbe

Maulwurf

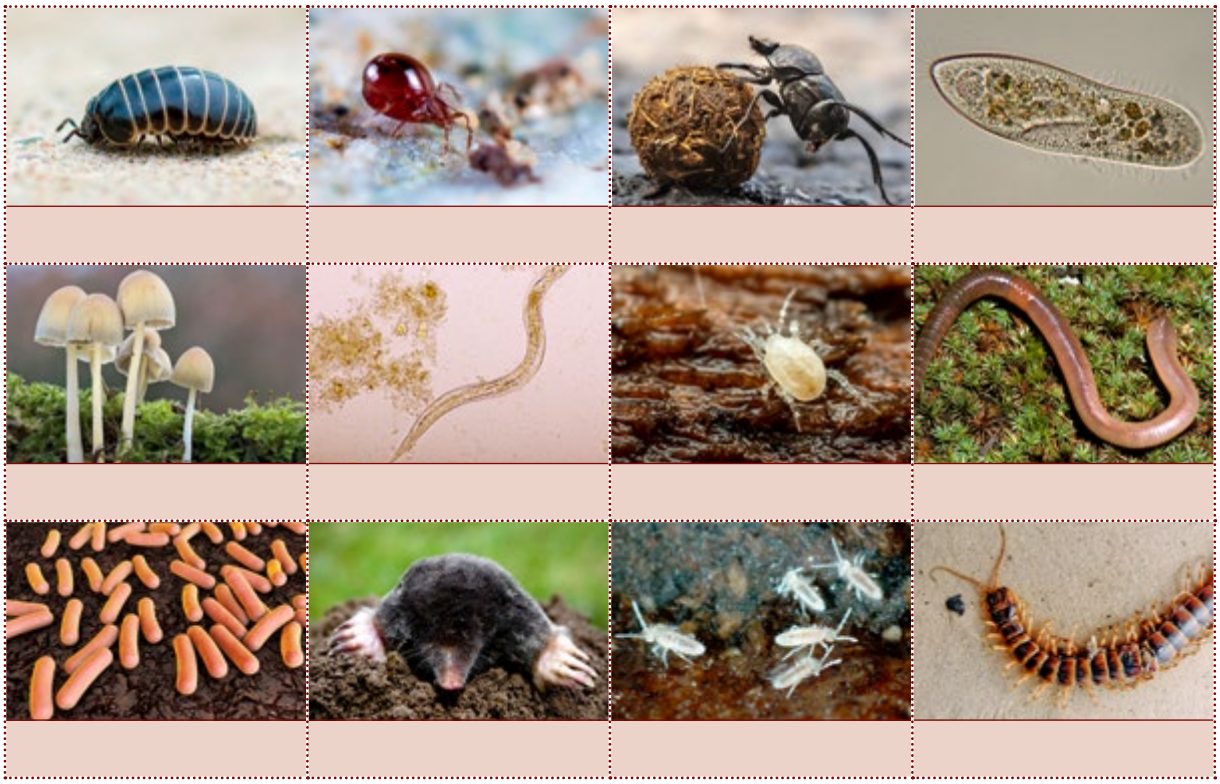
Hornmilbe

Bakterien

2 **Ordnet nun die Namen der Bodenlebewesen den entsprechenden Bildkärtchen aus Kasten 2 auf der nächsten Seite zu. Ihr könnt die Namen ausschneiden und unter die jeweiligen Bildkärtchen kleben oder die passenden Namen unter den Bildern notieren.**



KASTEN 2



Die Abbildungen entsprechen nicht den tatsächlichen Größenverhältnissen und natürlichen Farben der Lebewesen.

3 **a) Schaut euch die Bilder der Bodenlebewesen an und beschreibt sie so genau wie möglich.**

Findet ihr Gemeinsamkeiten im Erscheinungsbild? Ihr könnt äußere Merkmale der Lebewesen und die Informationen aus den Steckbriefen nutzen, um Ordnungskriterien aufzustellen. Ordnungskriterien sind Eigenschaften (z. B. Größe), die sie besitzen, oder Funktionen (z. B. Zersetzer), die sie erfüllen.

b) Wählt ein Ordnungskriterium aus Aufgabe a) und ordnet die Bodenlebewesen entsprechend an.

Dabei könnt ihr Gruppen (z. B.: Ist das Lebewesen ein Konsument oder Zersetzer?) oder Reihen (z. B.: Welches Lebewesen ist größer?) bilden. Haltet die Ergebnisse fest. Wenn euch weitere Lebewesen einfallen, die in eure Gruppe oder Reihe passen, erstellt eine neue Karte und fügt sie hinzu.

4 **Ihr wisst jetzt schon einiges über Bodenlebewesen, ihre Eigenschaften und Lebensweisen. Jedes steht in Beziehung zu vielen anderen Bodenlebewesen! Ein Wollknäuel hilft euch, die Beziehungen sichtbar zu machen.**

Bildet dazu kleine Gruppen und stellt euch in einen Kreis. Jede/-r in der Gruppe zieht ein Bildkärtchen eines Bodenlebewesens, welches er oder sie verkörpert. Überlegt nun, mit welchen Bodenlebewesen in der Gruppe ihr in Beziehung steht. Ein Bodenlebewesen beginnt (z. B.: „Ich bin ein Fadenwurm und fresse Bodenbakterien.“) und gibt das Wollknäuel entsprechend weiter (hier: Bodenbakterien). Nun überlegt sich das Bodenbakterium, mit wem es in Beziehung steht (z. B.: „Ich bin ein Bodenbakterium, und ich zersetze den Maulwurf nach seinem Tod.“). Eine Beziehung kann wiederholt und in beide Richtungen gespielt werden, bis alle Lebewesen verbunden sind. Diskutiert, was passiert, wenn ein Bodenlebewesen nicht mehr da wäre. Was geschieht mit eurem Netz und welche Auswirkungen hätte das für den Boden?

MATERIAL
- Wollknäuel

ARBEITSBLATT 9

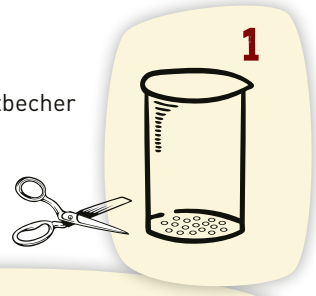
MODUL 3

Boden: Filter und Speicher zugleich

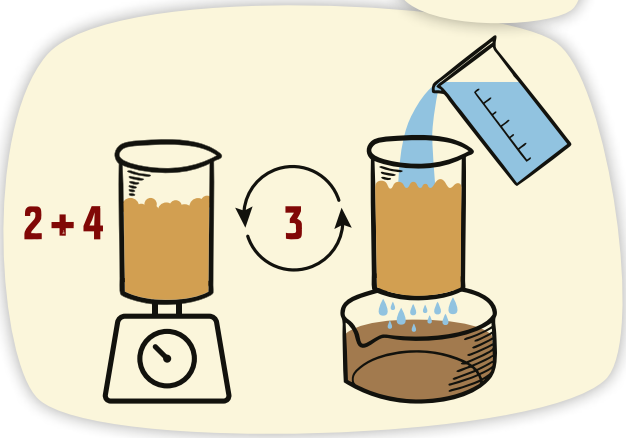
Versuch 1

WIE VIEL WASSER SPEICHERT DER BODEN?

Benötigte Materialien:
- Bodenmaterial: Lehm, Kies, Sand, Humus
- 4 Plastikbehältnisse, z. B. Flaschen oder Joghurtbecher
- spitzer Gegenstand, z. B. Nagel oder Schere
- Küchenwaage
- Leitungswasser
- Schüssel



Durchführung:
Trocknet das Bodenmaterial für mindestens drei Tage an einem warmen Ort. Bohrt mit dem spitzen Gegenstand Löcher in den Boden der Plastikbehältnisse **(1)**. Füllt die einzelnen Plastikbehältnisse mit dem unterschiedlichen Bodenmaterial und wiegt einzeln jedes gefüllte Plastikbehältnis **(2)**. Die Plastikbehältnisse werden in eine Schüssel gestellt und mit Wasser befüllt, bis der Boden kein Wasser mehr aufnehmen kann. Haltet sie so lange über die Schüssel, bis sie nicht mehr tropfen **(3)**. Nun könnt ihr die Plastikbehältnisse erneut wiegen und die Gewichte mit den Ausgangsgewichten vergleichen **(4)**.



- **Welcher Boden speichert am meisten Wasser? Legt eine Reihenfolge fest.**
- **Stellt Vermutungen an, warum welcher Boden wie viel Wasser speichert.**

Versuch 2

DER WEG DES WASSERS DURCH DEN BODEN

Benötigte Materialien:
- Bodenmaterial: Lehm, Kies, Sand, Humus
- 4 Plastikbehältnisse, z. B. Flaschen oder Joghurtbecher
- spitzer Gegenstand, z. B. Nagel oder Schere
- Leitungswasser
- Messbecher
- Schüssel
- Stoppuhr



9

Durchführung:
Bohrt mit dem spitzen Gegenstand Löcher in den Boden der Plastikbehältnisse. Achtet dabei darauf, dass es möglichst gleich viele und gleich große Löcher sind. Füllt die einzelnen Plastikbehältnisse mit dem unterschiedlichen Bodenmaterial, sodass sie ungefähr zu drei Vierteln gefüllt sind. In jedem Plastikbehältnis muss etwa gleich viel Material sein. Testet nun alle Bodenmaterialien nacheinander. Füllt dafür 0,5 l Wasser in einen Messbecher und bereitet die Stoppuhr vor. Haltet das Plastikbehältnis über die Schüssel oder befestigt es so, dass es nicht umfallen kann. Gießt das Wasser langsam in das Plastikbehältnis mit dem Bodenmaterial und stoppt die Zeit, bis das Wasser aus den Löchern tropft.

- **Notiert eure Beobachtungen!**
- **Welche Bodenmaterialien werden vom Wasser leicht, schwer oder überhaupt nicht durchdrungen?**
- **Welche Folgen hat das für den Boden?**

Hinweis: Der Versuch vermittelt eine ungefähre Vorstellung davon, wie sich Wasser durch den Boden bewegt. In der Natur hängt die Fließgeschwindigkeit des Wassers im Boden stark davon ab, wie fest oder locker der Boden ist und wie viele Poren er besitzt.

Versuch 3

DIE FILTERFUNKTION DES BODENS

Benötigte Materialien:
- Bodenmaterial: Lehm, Kies, Sand, Humus
- 4 Plastikbehältnisse, z. B. Flaschen oder Joghurtbecher
- spitzer Gegenstand, z. B. Nagel oder Schere
- Leitungswasser
- Tusche
- Messbecher
- Schüssel

Durchführung:
Bohrt mit einem spitzen Gegenstand Löcher in den Boden der Plastikbehältnisse. Füllt die einzelnen Plastikbehältnisse mit dem unterschiedlichen Bodenmaterial, sodass sie ungefähr zu drei Vierteln gefüllt sind. In jedem Plastikbehältnis muss etwa gleich viel Bodenmaterial sein. Testet nun alle Bodenmaterialien nacheinander. Füllt dafür Wasser in einen Messbecher und färbt es mit Tusche. Haltet das Plastikbehältnis über die Schüssel oder befestigt es so, dass das Wasser in die Schüssel fließen kann. Gießt dann das gefärbte Wasser vorsichtig auf das Bodenmaterial im Plastikbehältnis.

- **Notiert eure Beobachtungen!**



Was gehört alles in ein Versuchsprotokoll?

Überschrift: Was ist das Thema des Versuchs?

Fragestellung: Was soll untersucht werden?

Hypothese: Was, denke ich, wird bei der Untersuchung herauskommen?

Durchführung: Wie gehe ich vor, um meine Vermutungen zu überprüfen?

Beobachtungen (Ergebnis): Was nehme ich dabei wahr?

Schlussfolgerung: Was finde ich heraus?

ARBEITSBLATT 10

MODUL 3

Nährstoffkreislauf im Garten: zwischen Gemüsebeet und Komposthaufen

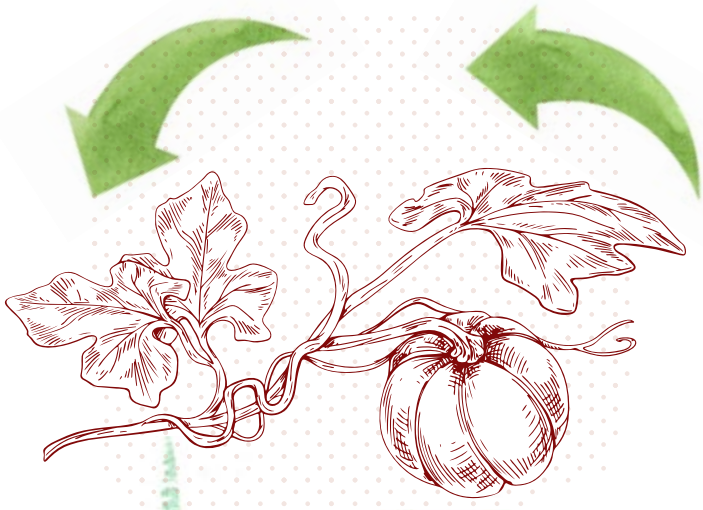
Pflanzen, Pilze und andere Bodenorganismen benötigen Nährstoffe. 17 Elemente werden als notwendige (essenzielle) Stoffe für das Pflanzenwachstum angesehen – dazu zählen unter anderem Stickstoff (N), Calcium (Ca), Kalium (K) und Phosphor (P). Sie werden von Pflanzen aus dem Boden aufgenommen. Bei der Verwitterung der mineralischen Bodenbestandteile und der Zersetzung von organischer Substanz werden sie freigesetzt. In der Landwirtschaft und auch in privaten Gärten werden zusätzlich Nährstoffe als Dünger in den Boden eingebracht, um das Wachstum der Pflanzen zu fördern.

AUFGABE

1 **Die folgende Tabelle benennt in der linken Spalte die einzelnen Schritte des Nährstoffkreislaufs. In der rechten Spalte sind die Benennungen erklärt. Aber Achtung – die Zeilen sind verrutscht, Begriffe und Erklärungen passen nicht zueinander. Außerdem stimmt die Reihenfolge der Schritte des Nährstoffkreislaufs nicht.**

- Bringt deshalb wieder Ordnung in die Tabelle, indem ihr die Zeilen ausschneidet und sie in der richtigen Reihenfolge wieder aneinanderlegt. Beginnt mit dem Streifen, auf dem **START** steht. Lest den Text auf der rechten Streifenseite und denkt darüber nach, welcher der übrigen Begriffe zu diesem Erklärungstext passen könnte. Legt diesen Begriff dann hinter den Text.

- Lest nun wieder den Erklärungstext auf der rechten Streifenseite und prüft erneut, welcher der übrigen Begriffe dazu passen könnte. So arbeitet ihr weiter, bis alle Streifen im Nährstoffkreislauf angeordnet sind. Wenn ihr sie kreisförmig anordnet, wird der Nährstoffkreislauf noch besser erkennbar.



10

START	Im Frühjahr säst du einen Kürbiskern im Gemüsebeet aus und bedeckst das Saatkorn mit Boden. Nach einigen Tagen keimt deine Pflanze und bildet Wurzeln aus. Wenn der Keimling die Bodenoberfläche erreicht hat und Sonnenlicht bekommt, beginnt die Photosynthese.
NÄHRSTOFFAUFNAHME	Deine Kürbispflanze wird immer größer. Sie bildet mit Hilfe der Photosynthese ihre Biomasse und entwickelt verschiedene Pflanzenteile. Aus der befruchteten Blüte entsteht so mit der Zeit die Kürbisfrucht, kurz Kürbis genannt.
AUSSAAT UND KEIMUNG	Weil der Boden Nährstoffe „festhalten" kann, ist er ein wichtiger Nährstoffspeicher. Nährstoffe sind im Bodenwasser gelöst oder an Bodenteilchen und Humus gebunden. Ein Teil der Nährstoffe, z. B. Eisen, stammt aber auch aus dem Mineralboden und wird durch Verwitterung freigesetzt.
WACHSTUM, FRUCHT-BILDUNG UND REIFE	Es ist so weit! Du kannst deinen Kürbis nun ernten. Weil du ihn aus dem Garten entfernst und isst, entziehst du die in ihm gespeicherten Nährstoffe dem natürlichen Kreislauf. Die Schale und auch die abgeerntete Kürbispflanze bleiben übrig.
NÄHRSTOFFVORRAT	Mit dem Wasser nimmt deine Kürbispflanze Nährstoffe auf. Dafür gibt sie über ihre Wurzeln aktiv Stoffe in den Boden ab. Sie bewirken, dass die Bodenteilchen gespeicherte Nährstoffe ins Bodenwasser abgeben, sodass die Wurzeln sie aufnehmen können.
HUMUSBILDUNG UND MINERALISIERUNG	Weil du deinen Kürbis gegessen hast, also du dem Stoffkreislauf Nährstoffe entzogen hast, musst du dein Gemüsebeet düngen. Mit der Komposterde und etwas Mineraldünger gibst du die Nährstoffe zurück in den natürlichen Kreislauf. So erhältst du die Bodenfruchtbarkeit und kannst auch im nächsten Jahr wieder Gemüse ernten.
ZERSETZUNG	Auf dem Kompost wandeln Bodenorganismen die Abfälle deines Kürbisses mit der Zeit in Humus um und sorgen so für gute Komposterde. Die im Humus gespeicherten Nährstoffe können wieder von Pflanzen aufgenommen werden.
ERNTE UND VERZEHR	Die übriggebliebene Schale deines Kürbisses sowie andere Pflanzenreste und alle darin enthaltenen Nährstoffe bringst du auf den Kompost. Bodentiere wie Milben oder Springschwänze und Pilze machen sich sofort an die Arbeit und beginnen die Reste deiner Kürbispflanze zu zerkleinern. Die Ausscheidungen der Bodentiere sind Nahrung für Mikroorganismen wie Bakterien oder Einzeller, die die Pflanzenstoffe weiter zersetzen.
DÜNGEN	**ENDE**

ARBEITSBLATT 11

MODUL 3

Tank, Trog oder Teller – wie wollen wir unseren Boden nutzen?

EINSTIEG HINTERGRUND

PHASE 1 VORBEREITUNG

PHASE 2 DISKUSSION

PHASE 3 REFLEXION

Die Fläche auf unserer Erde ist begrenzt.
Wir Menschen müssen festlegen, wie diese Fläche genutzt werden soll. Böden sichern unsere Ernährung. Auf ihnen können Nahrungs- und Futtermittel, aber auch Energiepflanzen angebaut werden. Der Mensch nutzt die Produktionsfunktion der Böden auch für die Erzeugung pflanzlicher Biomasse.

Wenn einzelne Nutzungsformen miteinander konkurrieren, spricht man von Nutzungskonflikt. Das Nachhaltigkeitsziel „Kein Hunger" (*Ziel* 2) soll den Hunger weltweit beenden. Das Nachhaltigkeitsziel „Bezahlbare und saubere Energie" (*Ziel* 7) fordert den Ausbau erneuerbarer Energien. Mit dem Nachhaltigkeitsziel „Leben an Land" (*Ziel* 15) und dem Unterziel 3 „Keine Landdegradation" soll unser Boden geschützt und dessen Verschlechterung weltweit gestoppt werden.
Wie nutzen wir also den Boden in der Landwirtschaft sinnvoll? Zur Produktion von Nahrung für den Teller, von Futtermitteln für den Trog oder von Energie für den Tank?

NAHRUNGSPFLANZEN

Aus Nahrungspflanzen werden unsere Lebensmittel hergestellt. Kartoffeln oder anderes Gemüse essen wir direkt. Aus Getreide wird beispielsweise erst Mehl hergestellt, mit dem man Brot backen kann.

FUTTERPFLANZEN

Futterpflanzen sind Tiernahrung und dienen indirekt der menschlichen Ernährung. Wie wir Menschen können sich auch Tiere z. B. von Mais ernähren. Die Tiere sind wiederum eine unserer Nahrungsquellen.

ENERGIEPFLANZEN

Energiepflanzen werden zur Erzeugung von Bioenergie angebaut. Bioenergie ist Energie, die aus Pflanzen gewonnen wird. Aus Mais kann bspw. Biogas hergestellt werden, aus Raps Biodiesel.

DURCH DAS ANBAUEN DIESER UNTERSCHIEDLICHEN PFLANZEN AUF DER FLÄCHE EINES FUSSBALLFELDES KANN MAN:



11

EINSTIEG
HINTERGRUND

AUS DEM PROJEKT „2000 m²“

2015 lebten rund 7,5 Milliarden Menschen auf unserer Erde. Bevölkerungsentwicklungen zeigen, dass wir stetig mehr werden. Die globale Ackerfläche liegt bei 1,5 Milliarden ha. Wenn wir diese Fläche durch die weltweite Zahl der Menschen im Jahr 2015 teilen, ergibt sich eine Ackerfläche von rund 2.000 m² pro Person.
Auf dieser Fläche muss alles wachsen, was wir für unser Leben brauchen: Nahrungsmittel, die wir verzehren, Futtermittel für Tiere, die eine weitere Nahrungsquelle für uns darstellen, und Energiepflanzen, die zur Herstellung von Bioenergie verwendet werden.

Um sich das Ganze besser vorstellen zu können, wurde in Berlin ein 2.000 m² großer Acker angelegt, der die weltweite Verteilung der Ackerfrüchte dokumentiert.

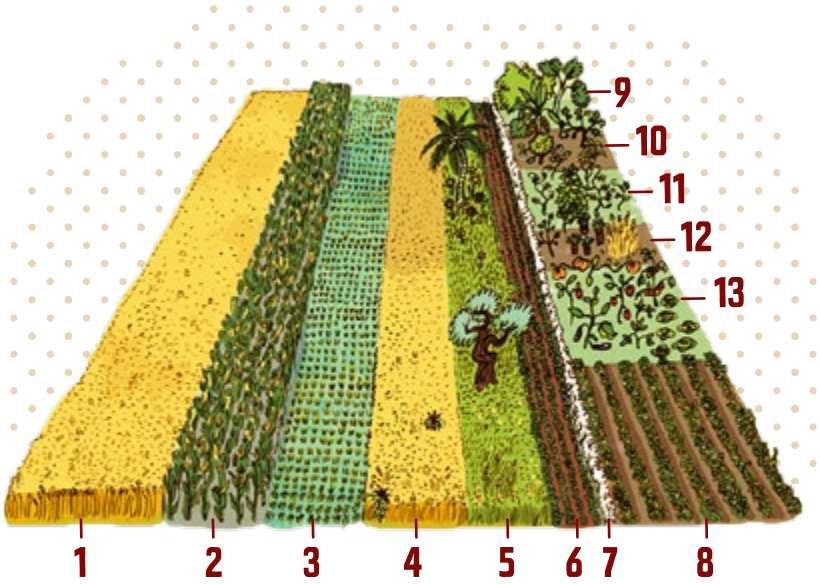
Wenn du mehr über das Projekt erfahren möchtest, kannst du dich unter **2000m2.eu/de** informieren.

Wusstest du eigentlich ...

Im Jahr 2019 lebten bereits 7,7 Milliarden Menschen auf unserer Erde, Tendenz steigend!

In einigen Teilen der Welt ist die Nahrungsmittelknappheit nur ein Verteilungsproblem. Weltweit werden Lebensmittel für 12 Milliarden Menschen produziert. Viele der Lebensmittel kommen nicht dort an, wo sie benötigt werden, und ein Teil davon wird sogar weggeworfen.

DIE WICHTIGSTEN ACKERKULTUREN UND IHR ANTEIL AN DER WELTWEITEN LANDWIRTSCHAFTSFLÄCHE



LEGENDE

1 Weizen	4 Sonstige Getreide	7 Baumwolle	10 Hülsenfrüchte	13 Erdfrüchte
2 Mais	5 Ölsaaten	8 Nüsse	11 Fasern	
3 Reis	6 Soja	9 Obst	12 Gemüse	

11

PHASE 1
VORBEREITUNG

SCAN!

bit.ly/385x8gW

Nun seid ihr gefragt! Diskutiert, wofür ihr den Boden eures (fiktiven) Dorfes/eurer (fiktiven) Stadt nutzen wollt. Teilt euch in sechs Gruppen auf. Jede Gruppe übernimmt eine der Rollen. Jede Rolle sollte besetzt sein. Schlüpft nun in eure Rolle und bereitet euch auf die anschließende Diskussion vor, indem ihr (a) die Texte auf der ersten Seite und den Artikel „Tank, Trog, Teller" (von Johannes Kaiser) lest und (b) die Aufgaben auf euren Rollenkarten bearbeitet. Den Artikel könnt ihr über den **QR-Code** oder den bit.ly-Link mit einem Smartphone oder Tablet öffnen. Erstellt eine Moderationskarte, die ihr als Argumentationsgrundlage in der Diskussion nutzen könnt.

ROLLENKARTEN

MODERATOR/-IN
Leitet die Diskussion.

AUFGABEN ZUR VORBEREITUNG
Schreibt eine Eröffnungsrede. (Die Flächenknappheit ist ein Problem, das in der Öffentlichkeit intensiv diskutiert wird. Dieses Problem besteht unter anderem darin, dass …) Bereitet Fragen vor, die ihr in der Diskussion stellen könnt.

ENERGIEUNTERNEHMEN
Vertritt die Position der Energiewirtschaft.
Diese ist am Ausbau erneuerbarer Energien interessiert.

AUFGABE ZUR VORBEREITUNG
Bereitet Argumente vor, die für den Anbau von Energiepflanzen sprechen.

UMWELTSCHÜTZER/-IN
Vertritt die Position von Umweltverbänden.
Diese setzen sich für die Natur und den Schutz von Böden ein.

AUFGABE ZUR VORBEREITUNG
Bereitet Argumente vor, wie ihr den Boden nutzen und gleichzeitig schützen könnt.

BÜRGERMEISTER/-IN
Vertritt die Position der Stadt/des Dorfes.

AUFGABE ZUR VORBEREITUNG
Informiert euch über die Nachhaltigkeitsziele *SDG* 2 „Kein Hunger", *SDG* 7 „Bezahlbare und saubere Energie" und *SDG* 15 „Leben an Land". Überlegt, wie diese Ziele Eingang in die Politik der Stadt/des Dorfes finden können. Schreibt drei konkrete Vorschläge auf.

FLEISCHINDUSTRIE
Vertritt die Position der Fleischindustrie.

AUFGABE ZUR VORBEREITUNG
Bereitet Argumente vor, die für die Tierhaltung und Fleischproduktion sowie den Anbau von Futterpflanzen sprechen.

LANDWIRT/-IN
Vertritt die Interessen der Landwirtschaft.
Verdient ihren/seinen Lebensunterhalt durch Ackerbau, also den Anbau von Pflanzen.

AUFGABE ZUR VORBEREITUNG
Überlegt euch, was aus Sicht der Landwirtin/des Landwirtes jeweils für oder gegen den Anbau von Nahrungs-, Futter- und Energiepflanzen sprechen könnte.

PHASE 2
DISKUSSION



Diskutiert die Frage: „Tank, Trog oder Teller – wie wollen wir unseren Boden nutzen?" Sucht euch eine Person aus eurer Gruppe aus, die im *Fishbowl* Platz nimmt und als Erstes an der Diskussion teilnimmt (während der Diskussion kann gewechselt werden, sodass jede/-r von euch einmal eure Rolle vertritt). Der/Die Moderator/-in eröffnet die Diskussionsrunde.

PHASE 3
REFLEXION

Nimm aus der Sicht einer Bürgerin oder eines Bürgers des Dorfes/der Stadt Stellung zu der Debatte, indem du deine eigene Meinung schriftlich festhältst. Gehe dabei auch auf die Werte ein, die deiner Meinung zu Grunde liegen.

ARBEITSBLATT 12

MODUL 3

Ziele für nachhaltige Entwicklung

Die Vereinten Nationen sind ein Zusammenschluss aus fast allen Ländern der Welt. Mitgliedsländer setzen sich für die Sicherung des Weltfriedens ein, wollen das Völkerrecht einhalten und die Menschenrechte schützen. Zudem kümmern sie sich um die internationale Zusammenarbeit und entwickeln gemeinsam Lösungen für globale Probleme.

Auf einer Generalversammlung der Vereinten Nationen im Jahr 2015 wurden 17 Ziele für eine nachhaltige Entwicklung verabschiedet. Nach diesem Leitbild soll unsere Erde so erhalten werden, dass auch zukünftige Generationen ein würdevolles und chancenreiches Leben führen können. Eine nachhaltige Entwicklung sollte sozial gerecht, ökologisch verträglich und wirtschaftlich leistungsfähig sein.

Die Ziele für nachhaltige Entwicklung werden auch „*SDGs*“ genannt. *SDG* steht für *Sustainable Development Goal*.
Die einzelnen Ziele findest du unten aufgeführt. Jedem Ziel sind konkrete Zielvorgaben zugeordnet, die genauer beschreiben, wie eine nachhaltige Entwicklung erreicht werden soll. Ziel der Vereinten Nationen ist es, dass diese Ziele bis 2030 erfüllt werden.



AUFGABEN

1 Recherchiere die Zielvorgaben der 17 Nachhaltigkeitsziele und prüfe, in welchen Zielen der Boden berücksichtigt wurde. Erstelle eine Übersicht der Zielvorgaben, die den Boden berücksichtigen.

2 Beurteile, ob der Boden in den *SDGs* ausreichend berücksichtigt wird, und begründe deine Einschätzung.

3 Entwickle ein 18. *SDG* „Boden“ und formuliere konkrete Zielvorgaben.



4 Reiche deinen Vorschlag bei deiner Lehrkraft ein.

5 Versammelt euch zu einer Generalversammlung und diskutiert die Vorschläge des *SDG* „Boden“. Einigt euch auf eine einheitliche Formulierung, die ihr verabschiedet.

MODUL 4

DER BODEN IN GEFAHR



Worum geht es in diesem Modul?

Ging es im vorherigen Modul um die Eigenschaften des Bodens und seine Funktionen, so soll es in diesem Modul um die Gefahren gehen, denen der Boden ausgesetzt ist.

Bei den vielfältigen Umweltproblemen, denen sich unsere Gesellschaft gegenübersieht, kommt der Boden im Vergleich zur Atmosphäre (menschlich verstärkter Treibhauseffekt, Luftverschmutzung, Ozonloch) und zum Wasser (Plastikmüll, Versauerung der Meere, Verunreinigungen) oft in der Betrachtung zu kurz. Welche Auswirkungen hat es aber, wenn immer mehr fruchtbare Äcker betoniert werden? Was passiert, wenn landwirtschaftlich genutzte Böden durch nicht nachhaltige Nutzung verdichtet werden? Welchen Einfluss hat der Verlust von Humus und Feuchtgebieten auf die Atmosphäre?

Die folgenden Arbeitsblätter behandeln verschiedene Gefahren, die den Boden und seine Funktionen bedrohen. Zudem werden mögliche Konsequenzen und Nutzungskonflikte aufgezeigt.

Die Gefährdungen, denen der Boden ausgesetzt ist, dürfen nicht isoliert betrachtet werden. Sie stehen immer auch im Zusammenhang mit gesellschaftlichen Aspekten. Das wird in diesem Modul verdeutlicht.

Die Schülerinnen und Schüler erkennen bei der Bearbeitung, dass es sich z. B. bei Versiegelung nicht um ein abstraktes Phänomen handelt. Ob in der Großstadt oder im ländlichen Raum – alle haben selbst einmal erlebt, wie naturnahe Flächen mit Gebäuden wie Einkaufszentren oder Wohnhäusern bebaut wurden.

Durch die Bearbeitung der Arbeitsbögen in diesem Modul vertiefen die Schülerinnen und Schüler ihr Wissen. Sie setzen sich kritisch mit der komplexen Thematik der Bodengefährdungen auseinander.

Didaktisch-methodische Hinweise für Lehrkräfte

Dieses Modul zeigt, dass Böden auf verschiedene Weise in Gefahr sind.
Es gibt nicht nur das *eine* Problem mit *einer* Lösung.

Es ist wichtig, grundlegende Konflikte neutral darzustellen: Wenngleich nicht nachhaltiges Wirtschaften und Konsum zum Beispiel große Umweltprobleme hervorrufen und diesbezüglich Veränderungen notwendig sind, so ist bei jeder Entscheidung auch dafür Sorge zu tragen, die Bedürfnisse aller Betroffenen im Blick zu behalten. Die unterschiedlichen Perspektiven auf die Ressource Boden stehen im Mittelpunkt dieses Moduls.

LEGENDE

Phase | Sozialform
Zeit | Schwierigkeit



Arbeitsblatt 13

ERARBEITUNG, TRANSFER | EINZELARBEIT, PLENUM | 45 MIN. | MITTEL

LANDRAUB – DER KONFLIKT UM BÖDEN

Das Arbeitsblatt befasst sich aus einer globalen Perspektive mit den Nutzungs- und Interessenkonflikten zwischen gesellschaftlichen Gruppen. Das Thema bietet sich als Exkurs an, um die soziale, ökologische und wirtschaftliche Relevanz von Bodenflächen auf der ganzen Welt zu verdeutlichen. Ziel ist es, dass Schülerinnen und Schüler das Phänomen des Landraubs (engl. *Land Grabbing*) beschreiben, erklären und dazu Stellung beziehen können. Der Boden steht dabei im Zentrum der Konflikte. Welche Zusammenhänge zwischen den einzelnen Akteuren gibt es? Was sind ihre Motive?

Arbeitsblatt 14

TRANSFER | GRUPPENARBEIT | 90 MIN. | SCHWER

VERSIEGELUNG – WENN DER ACKER VERSCHWINDET

Das Arbeitsblatt setzt sich mit dem Verlust von Ackerböden durch Versiegelung auseinander und zeigt ein konkretes Beispiel für einen Nutzungskonflikt. In einer Diskussion setzen sich Schülerinnen und Schüler mit den unterschiedlichen Argumenten verschiedener Interessengruppen zu den Nutzungsmöglichkeiten von Boden auseinander. Zusätzliche Rollenkarten können durch die Lehrkraft hinzugefügt werden. Gibt es in ihrer Nähe vergleichbare Situationen, in denen Flächen versiegelt werden? Sie kann auch dieses lokale Beispiel für die Diskussion wählen.

Arbeitsblatt 15

ERARBEITUNG | EINZELARBEIT, PLENUM | 30 MIN. | LEICHT

BODENVERDICHTUNG

Durch das Arbeitsblatt „Bodenverdichtung“ sollen Schülerinnen und Schüler den Unterschied zwischen lockeren und schadverdichteten Böden selbstständig erarbeiten. Dabei werden sie aufgefordert, Hypothesen aufzustellen und diese zu überprüfen.

Darüber hinaus befassen sich die Schülerinnen und Schüler mit den Konsequenzen von Bodenverdichtung und setzen sich mit den Möglichkeiten zur Vermeidung von Bodenverdichtung in der Landwirtschaft auseinander.



Arbeitsblatt 16

 EINSTIEG, ERARBEITUNG  EINZEL-, PARTNERARBEIT, PLENUM  45 MIN.  SCHWER

DER BODEN ALS SPEICHER FÜR KOHLENSTOFF

Dieses Arbeitsblatt verbindet die Themen Boden und Klima. Zentral sind dabei die Funktion von Böden als Kohlenstoffspeicher und ihre Rolle im natürlichen Kohlenstoffkreislauf. Die Speicherung von Kohlenstoff, dessen Freisetzung als CO_2 und die Wirkung dieses Treibhausgases auf den menschengemachten Klimawandel werden anhand der Themen Humus im Boden und organische Biomasse in Mooren dargestellt. Mittels der Aufgaben werden die Konsequenzen von Humusverlust und dem Abbau von Mooren herausgestellt. Die Schülerinnen und Schüler sollen sich durch eigene Denkansätze und vertiefende Recherche aktiv mit Handlungsoptionen auseinandersetzen.

Arbeitsblatt 17

 ERARBEITUNG, TRANSFER  PARTNER-, GRUPPENARBEIT  90 MIN.  SCHWER

VOM RIND ZUR ERNTESCHWANKUNG – EIN MYSTERY

Die Kopiervorlage zeigt spielerisch, wie die Themen Boden, Klima und Landwirtschaft in Beziehung zueinander stehen. Bei der Mystery-Methode erarbeiten Schülerinnen und Schüler die Zusammenhänge eines Fallbeispiels, indem sie ungeordnete Informationen miteinander in Beziehung setzen. Das Mystery besteht aus einer Leitfrage, auf die durch die Erstellung einer *Concept-Map* mit Hilfe der Informationskärtchen eine Antwort gefunden werden soll (weitere Informationen zu der Methode *Concept-Map* vgl. Modul 1). Es bietet sich an, diese Aufgabe in Gruppenarbeit durchzuführen und sich die Ergebnisse im Anschluss gegenseitig vorzustellen.

Das komplexe Zusammenspiel von Boden, Klima und Landwirtschaft ist auf der Vorlage stark vereinfacht. Vor der Bearbeitung sollten die Begriffe Wetter, Witterung und Klima besprochen und differenziert werden. Stellen Sie innerhalb der Bearbeitung möglichst heraus, dass hoher Fleischkonsum zwar eine wichtige, aber bei Weitem nicht die einzige Ursache für den anthropogenen (menschengemachten) Klimawandel ist. Die Verurteilung von Fleischessern ist zu vermeiden. Das Mystery bietet sich an, um auch die zeitlichen (Aufsummierung von Treibhausgasen) und räumlichen (lokalen beziehungsweise globalen) Dimensionen von Emissionen zu thematisieren.

Arbeitsblatt 18

 ERARBEITUNG  GRUPPENARBEIT, PLENUM  45 MIN.  MITTEL

BÖDEN UND ALTLASTEN – EINE GEFAHR FÜR MENSCH UND UMWELT

Dieses Arbeitsblatt beschäftigt sich mit der Beeinträchtigung und Veränderung von Böden durch Schadstoffe auf Altlastflächen. Diese Flächen wurden in der Vergangenheit z. B. als Mülldeponien genutzt.

Von den Altlasten geht auch heute noch eine Gefahr aus – für Mensch und Umwelt. Durch kombinatorisches Herangehen erarbeiten Schülerinnen und Schüler Merkmale von Altlasten.

ARBEITSBLATT 13

MODUL 4

Landraub – der Konflikt um Böden

Eine wachsende Weltbevölkerung und sich verändernde Lebensstile steigern die Nachfrage nach Nahrungs- und Energiepflanzen. Gleichzeitig gehen weltweit jeden Tag große Flächen an fruchtbarem Boden verloren. Durch diese Prozesse steigen der Preis für Böden und der Anreiz, Bodenbesitz als Geldanlage zu nutzen.

Unter *Land Grabbing* (zu dt. Landraub) wird meist der großflächige Erwerb von Agrarland durch finanzstarke internationale Akteure in Ländern des globalen Südens wie Uganda, Ghana, Vietnam oder Argentinien verstanden. Ein Beispiel dafür ist die drastische Ausweitung von Palmölplantagen in Indonesien auf Kosten der lokalen Bevölkerung und des Regenwaldes.

Aber auch in Deutschland führt *Land Grabbing* zu Spannungen zwischen wirtschaftlichen, gesellschaftlichen, politischen und ökologischen Interessen. So erwerben beispielsweise immer mehr nicht landwirtschaftliche Unternehmen Ackerböden in Ostdeutschland. Dadurch sind die Preise für Ackerland drastisch gestiegen und Landwirtinnen und Landwirte finden kaum noch bezahlbares Land.

Die Folgen von *Land Grabbing* für Landwirtschaft, Gesellschaft und Umwelt sind je nach Land sehr unterschiedlich. Vor allem in Ländern, in denen die Bevölkerung nicht ausreichend durch staatliche Stellen und Eigentumsrechte geschützt ist, kommt es zu Vertreibungen und großen ökologischen Schäden.

Häufig ergeben sich Interessenkonflikte zwischen Wirtschaft, Umweltschutz und sozialer Gerechtigkeit. Aus wirtschaftlicher Sicht sollen fruchtbare Böden möglichst hohe Erträge bringen und damit Gewinne erzeugen. Auf lokaler Ebene werden Investitionen in die Landwirtschaft als Chance für die wirtschaftliche Entwicklung einer Region verstanden.

Das Gewinnstreben internationaler Investorinnen und Investoren und deren fehlendes lokales Verantwortungsbewusstsein führen allerdings häufig zu sehr intensiver, nicht nachhaltiger Bodennutzung. Dort stehen sich Landwirtschaft und Bodenschutz als Gegensatz gegenüber.



Das wirtschaftliche Ziel der Gewinnmaximierung kann aus gesellschaftlicher Sicht auch im Gegensatz zu sozialer Gerechtigkeit stehen. Denn durch *Land Grabbing* werden zunehmend auch Böden und Landschaften privatisiert, die zuvor gemeinschaftlich genutzt wurden. Land und Boden werden zu einer käuflichen Ware, die auf dem internationalen Markt gehandelt wird. Boden wird damit zu einer mit Gold und Erdöl vergleichbaren Ressource.

AUFGABEN

1. **Beschreibe die obige Karikatur!**
2. **Benenne die unterschiedlichen Akteure und ihre Motive.**
3. **„Boden ist heißer als Gold und Erdöl.“ Erkläre die Aussage und beziehe Stellung!**

ARBEITSBLATT 14

MODUL 4

Versiegelung – wenn der Acker verschwindet



Böden sind wegen ihrer vielfältigen Funktionen wertvoll. Doch auch als Bauland sind sie gefragt. Unternehmen sind bereit, hohe Summen für Baugrundstücke zu zahlen. Damit verschwinden wertvolle Ackerböden durch Versiegelung.

Ein reales Beispiel hierfür ist der Neubau eines Logistikzentrums in der Wetterau, der Kornkammer Hessens. Ein Unternehmen hat sich einen Standort nahe Wölfersheim ausgesucht, der direkt an einer Autobahn liegt und so eine schnelle Warenan- und -auslieferung ermöglicht.

Die geplante Versiegelung durch das Logistikzentrum würde Ackerflächen größer als 40 Fußballfelder vernichten. Eine Bürgerinitiative zum Schutz der fruchtbaren Böden, Kirchengemeinden und weitere Organisationen demonstrieren gegen den Neubau. Denn es handelt sich bei den betroffenen Flächen um sehr fruchtbare Parabraun- und Schwarzerdeböden, die sich hervorragend für die landwirtschaftliche Nutzung eignen. Auch für eine funktionierende Bioökonomie sind solche Standorte von großer Bedeutung.

AUFGABE

1 **Bereitet eine Diskussion in Gruppen vor. Jede/-r von euch erhält eine Rolle, die sie/er vertreten soll. Suchbegriffe, die sich zur Recherche eignen, sind z. B.: Bodenversiegelung, Logistikzentrum, Bürgerinitiative für Bodenschutz.**

PERSON A: Moderator/-in Du leitest die Diskussion. Schreibe Fragen auf, die du in die Debatte einwerfen möchtest. Recherchiere dafür, welche Themen in Medienberichten aufgegriffen wurden.	**PERSON B: Vertreter/-in des Logistikzentrums** Du möchtest, dass dein Unternehmen hier bauen kann. Recherchiere, welche Ausgleichsmaßnahmen für die bebaute Fläche getroffen werden und wie viele Arbeitsplätze entstehen können.
PERSON C: Vertreter/-in des örtlichen Landwirtschaftsverbandes Die durch dich vertretenen Betriebe besaßen die Äcker, die für das Bauprojekt versiegelt werden. Du bist gegen den Bau. Recherchiere, wie wertvoll Parabraun- und Schwarzerden für die Landwirtschaft sind und wo sie verloren gehen.	**PERSON D: Vertreter/-in des Arbeitnehmerverbandes** Du freust dich über die Arbeitsplätze, die das Logistikzentrum schafft. Du bist also für den Bau. Recherchiere, wie viele Arbeitsplätze geschaffen werden könnten und wie hoch die Arbeitslosenzahlen in Hessen sind.
PERSON E: Boden- und Umweltschützer/-in Du gibst zu bedenken, dass der Bau des Logistikzentrums dem Boden und der Natur schadet, und bist daher gegen den Bau. Recherchiere, welche Effekte der Bau eines so großen Gebäudes auf Böden und seine Funktionen, Tiere und Pflanzen haben kann. Welche Gründe könnten darüber hinaus gegen den Neubau sprechen?	

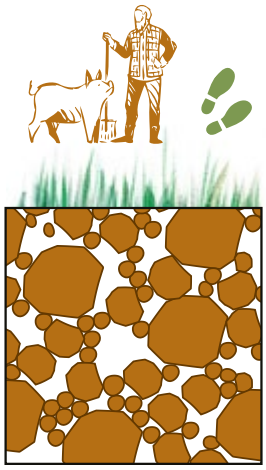
ARBEITSBLATT 15

MODUL 4

Bodenverdichtung

In den vergangenen Jahrzehnten gab es große Veränderungen in der Landwirtschaft. Landmaschinen wurden leistungsfähiger und damit immer größer und schwerer. Die größten wiegen im beladenen Zustand bis zu 60 t. Das entspricht dem Gewicht von 120 Pferden! Zum Vergleich: Auf Straßen dürfen nur Fahrzeuge mit einem Maximalgewicht von 44 t fahren. Diese Beispiele zeigen, dass wir unsere Böden extrem großem Druck aussetzen.

Was passiert genau im Boden, wenn bis zu 60 t über den Acker rollen? Der Boden besteht aus unterschiedlich großen Bodenpartikeln. Zwischen diesen befinden sich Luft und Wasser. Schaue dir zunächst das noch lockere Bodengefüge im ersten Bild an. Nun stelle dir vor, dass schwere landwirtschaftliche Maschinen über den Acker rollen.





AUFGABEN

1 **Stelle eine Hypothese auf, wie sich das Bodengefüge verändert. Skizziere oben in das zweite, noch leere Bildkästchen, wie du dir das Gefüge nach der Bearbeitung durch schwere landwirtschaftliche Maschinen vorstellst.**

2 **Diskutiert eure Ideen und Skizzen im Plenum. Überprüft eure Hypothesen, indem ihr den Prozess der Verdichtung im Internet recherchiert.**

VERDICHTUNG: WO IST DAS PROBLEM?

Ein verdichteter Boden kann zum Beispiel Regenwasser nicht schnell genug aufnehmen und es von der Oberfläche in die tieferen Bodenschichten leiten. Das ist aber wichtig, damit der Boden die Feuchtigkeit gleichmäßig speichert und sich kein Wasser im Boden staut. Kann Regenwasser nicht versickern, fließt es außerdem über die Bodenoberfläche ab und schwemmt fruchtbares Bodenmaterial weg. Bodenverdichtung erhöht somit das Risiko für Bodenabtrag (Bodenerosion).

HANDLUNGSMÖGLICHKEITEN GEGEN VERDICHTUNG

Boden ist besonders im nassen Zustand durch Verdichtung gefährdet. Es ist wichtig, den Boden dann zu bearbeiten, wenn er nicht zu feucht ist. Zudem gibt es technische Möglichkeiten, Bodenverdichtung zu vermindern: Moderne Landmaschinen haben breite Reifen, können den Reifendruck anpassen oder sie fahren nur auf Fahrspuren. Auch eine geeignete Bepflanzung, das Aufbringen von Kalk und eine schonende Lockerung des Bodens helfen, Verdichtung zu vermeiden.

ARBEITSBLATT 16

MODUL 4

Der Boden als Speicher für Kohlenstoff

Das Klima spielt eine aktive Rolle bei der Entstehung von Böden. Es wirkt sich stark auf die Bodenfunktionen aus. Umgekehrt beeinflussen auch Böden das Klima, indem sie große Mengen Kohlenstoff im Humus binden. Kohlenstoff ist ein zentraler Baustein des Lebens auf der Erde.

In der Luft/Atmosphäre trägt CO_2 zum Treibhauseffekt bei. Es ist einer der Gründe dafür, dass auf der Erde Temperaturen herrschen, die Leben ermöglichen. Menschen und Tiere atmen Kohlendioxid (CO_2) aus. Kohlenstoff wird von Pflanzen als CO_2 aufgenommen. Über Jahrmillionen wurde durch Pflanzen der Atmosphäre CO_2 entzogen und im Untergrund gespeichert. Es findet sich heute als Kohlenstoff unter anderem in Braun- und Steinkohle. Das Verbrennen von Braun- und Steinkohle sowie Erdöl setzt in kurzer Zeit riesige Mengen Kohlenstoff in Form von CO_2 frei. Zurück in der Atmosphäre verstärkt diese enorme Menge an CO_2 den natürlichen Treibhauseffekt und führt zur Erderwärmung.

Böden speichern riesige Mengen Kohlenstoff und enthalten mehr davon als die Atmosphäre und alle Pflanzen auf der Erde zusammen. Der allergrößte Anteil des Kohlenstoffs ist im Humus und im Torf in Mooren gebunden. Humus entsteht, wenn Pflanzen und Lebewesen sterben und ihre Überreste abgebaut werden. Das zuvor in den Pflanzen gespeicherte CO_2 bleibt im Humus sowie in intakten Mooren gebunden.

LANDWIRTSCHAFTLICH GENUTZTE BÖDEN

Im Vergleich zu Böden mit natürlicher Vegetation enthalten landwirtschaftlich genutzte Böden weniger Humus und damit auch weniger Kohlenstoff. Durch eine nicht nachhaltige Bearbeitung des Bodens kann der Kohlenstoff aus dem Humus auch wieder freigesetzt und in Form von CO_2 in die Atmosphäre abgegeben werden. Eine an den Standort angepasste Landwirtschaft erhält hingegen den Humusgehalt im Boden. Mit geeigneten Maßnahmen ist es sogar möglich, den Humusanteil im Boden zu erhöhen.

MOORE UND FEUCHTGEBIETE

Moore und Feuchtgebiete enthalten viel Kohlenstoff, weil hier das abgestorbene Pflanzenmaterial besonders lang vor Zersetzung geschützt wird. Unter Wasser fehlt den Mikroorganismen der Sauerstoff, den sie brauchen, um organisches Material abzubauen. Über die Zeit sammeln sich so große Mengen Kohlenstoff an.

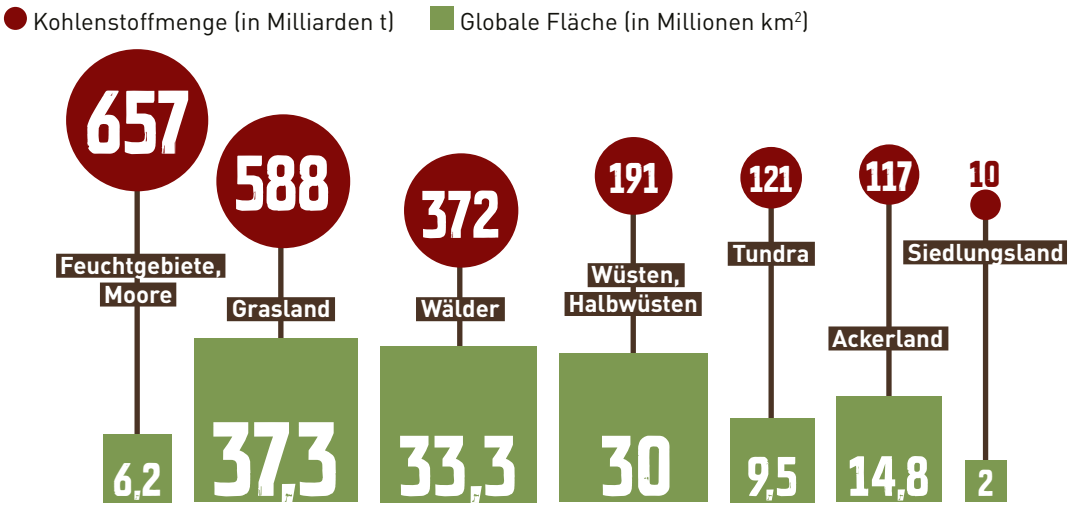
Daher sind Moore und Feuchtgebiete, obwohl sie nur eine geringe Fläche einnehmen, die größten Kohlenstoffspeicher an Land. Allerdings wurden die meisten Moore und Feuchtgebiete in Deutschland in der Vergangenheit für die landwirtschaftliche Nutzung oder den Torfabbau trockengelegt.
Nun gelangen größere Mengen Sauerstoff an den Boden. Dadurch setzt der Abbau des angesammelten Pflanzenmaterials ein, wodurch große Mengen CO_2 freigesetzt werden, die den Treibhauseffekt verstärken und damit zum Klimawandel beitragen.

Moore und Feuchtgebiete könnten in der Zukunft mehr Kohlenstoff speichern. Dazu müssten sie wieder unter Wasser gesetzt werden.



16

DIE WICHTIGSTEN KOHLENSTOFFSPEICHER AN LAND



AUFGABEN

1 Recherchiere, wie Humus im Boden geschützt werden kann. Benutze bei deiner Suche die Hashtags:
#regenerativelandwirtschaft
#FIBL
#humusfürbodenfruchtbarkeit
#konservierendeBodenbearbeitung
#humusaufbau

2 Beschreibe in deinen eigenen Worten, warum wir humusreichen Böden und Mooren eine ganz besondere Rolle im Kampf gegen die Erderwärmung zuschreiben und warum deren Verlust so schwerwiegend ist.

3 Wie können wir unsere Moore schützen beziehungsweise wiederherstellen? Stelle eigene Überlegungen an. Tausche dich dann mit einer Partnerin/einem Partner aus. Recherchiert gemeinsam weitere Strategien. Welche Rolle spielt die *Wiedervernässung*? Diskutiert eure Ergebnisse mit der Klasse.

ARBEITSBLATT 17

MODUL 4

Vom Rind zur Ernteschwankung – ein Mystery

Bestimmt kennt ihr die Klimabewegung *„Fridays for Future“*. Im Rahmen dieser Streiks war häufig die Rede von den anthropogenen – also den menschengemachten – Ursachen des Klimawandels. Aber was hat der Boden damit zu tun? Bei der Bearbeitung dieser Aufgaben geht ihr dieser Frage auf den Grund.

AUFGABEN

LEITFRAGE

Welchen Einfluss kann der übermäßige Konsum von Fleisch- und Milchprodukten in Deutschland und anderen Ländern auf die zukünftigen Ernten der Landwirtinnen und Landwirte in Deutschland haben?

1 Erstellt in eurer Gruppe eine *Concept-Map* zum Mystery.

A) **Schneidet die Informationskärtchen aus.**

B) **Untersucht die Zusammenhänge zwischen den Informationskärtchen und erstellt aus diesen die *Concept-Map*.**

2 Beantworte die Leitfrage schriftlich in deinem Arbeitsheft.

1. Konsum von Fleisch- und Milchprodukten
Im Jahr 2018 wurden in Deutschland durchschnittlich 60 kg Fleisch pro Person gegessen. Davon kamen rund 10 kg von Rindern und Kälbern.
Im gleichen Jahr wurden in Deutschland pro Person knapp 51 l Kuhmilch verbraucht.
Im Vergleich dazu wurden 2018 weltweit im Durchschnitt weniger als 7 kg Rindfleisch pro Person verzehrt.

2. Niederschlag
Veränderte Niederschlagsmengen und -zeiträume wirken sich auf den Wasserkreislauf und damit auf die Menge des verfügbaren Wassers aus. Beobachtungen zeigen, dass die Niederschläge in Deutschland zugenommen haben. In den Wintermonaten regnet es deutlich mehr. In den Sommermonaten ist es dagegen trockener und Dürre somit wahrscheinlicher.

3. Rinder und ihr Methanausstoß
Die Haltung von Rindern ist eine der wesentlichen Quellen für das Treibhausgas Methan (CH_4). Methan entsteht besonders dann, wenn Rinder verdauen.

Global stammen fast 15 % der anthropogenen Ausstöße (Emissionen) von Methan aus der Tierhaltung. Allein die Rinderhaltung macht davon 65 % aus.

4. Lange Trockenperioden
Damit Pflanzen wachsen können, braucht der Boden Wasser. Die Fähigkeit, Wasser zu speichern, ist je nach Bodentyp sehr unterschiedlich. Kommt es zu Wassermangel, erleiden Pflanzen Trockenstress. Manche Pflanzen können für eine Zeit lang besser mit diesem Mangelzustand umgehen als andere. Lange Dürren können aber große Teile einer Ernte zerstören. In diesem Zusammenhang noch wichtiger: Die Fähigkeit, Wasser zu speichern, ist je nach Bodenart sehr unterschiedlich – humusreicher Boden kann mehr Wasser speichern.

5. Der anthropogene Klimawandel

Ohne natürlich vorkommende Treibhausgase in der Erdatmosphäre wäre das Leben auf unserem Planeten Erde nicht möglich. Erst durch den natürlichen Treibhauseffekt hat die Atmosphäre eine durchschnittliche Temperatur von +14 Grad Celsius. Ohne natürlichen Treibhauseffekt wäre die Erde bei –19 Grad Celsius nicht bewohnbar. Vom anthropogenen Treibhauseffekt sprechen wir, wenn durch menschliche Aktivität zusätzliche Treibhausgase in die Atmosphäre gelangen. Die erhöhte Konzentration verstärkt den (natürlichen) Treibhauseffekt und führt zu einem globalen Temperaturanstieg.

6. Der *IPCC*

Der *Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)* ist eine Institution der Vereinten Nationen. Unter dem Dach des *IPCC* kommen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler weltweit zusammen, um aktuelle Ergebnisse der Klimaforschung zusammenzutragen, diese zu bewerten und zu veröffentlichen. Bei einer Zunahme der globalen Durchschnittstemperatur von über 1,5 Grad Celsius werden nach den Modellen des *IPCC* unter anderem Extremwetterlagen, wie bspw. starke Hitze und heftige Niederschläge, vermehrt auftreten. Diese veränderten Witterungsbedingungen werden auch Auswirkungen auf die Funktionen und die landwirtschaftliche Nutzung unserer Böden haben.

7. Methan (CH_4) als Treibhausgas

Methan, auch mit der Summenformel CH_4 bezeichnet, kann aus natürlichen Quellen, zum Beispiel Sümpfen und Wäldern, stammen. Es gibt aber auch Methan, das durch unser menschliches Handeln freigesetzt wird: Dieses Methan stammt hauptsächlich aus der landwirtschaftlichen Tierhaltung, der Deponierung von Abfall sowie aus Gewinnung und Transport von Brennstoffen. Aktuell stellt die Tierhaltung die größte menschengemachte Quelle für Methan in der Atmosphäre dar. Die Emission von Methan hat in Deutschland aktuell einen Anteil von 6,1 % an den bundesweiten Treibhausgasemissionen. Das klingt jetzt erst mal nicht so viel. Doch Methan ist als Treibhausgas 21-mal klimawirksamer als Kohlendioxid. Weltweit beträgt der Anteil von Methan sogar circa 17 % der gesamten Treibhausgasemissionen.

8. Bodenfeuchte

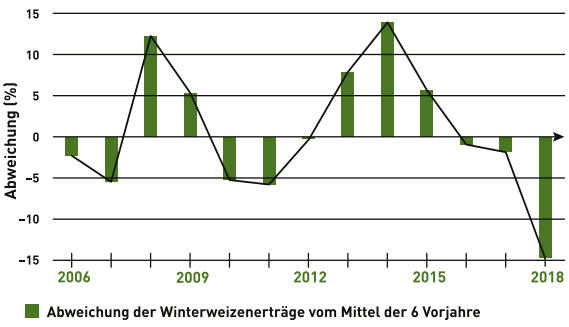
Durch eine Veränderung der Niederschlagsmengen und der -verteilung sowie der Temperaturen kann es zu einer Veränderung der Bodenfeuchte kommen. In Deutschland geht man davon aus, dass die durch den Klimawandel veränderten Niederschlagsbedingungen dazu beitragen werden, dass die Böden im Winter sowie im Frühjahr eine höhere Bodenfeuchte als bisher aufweisen werden, während sie im Sommer und Herbst dafür häufiger austrocknen werden.

9. Herausforderungen für Landwirtinnen/Landwirte

Der Ernteertrag ist die Existenzgrundlage der Landwirtinnen/Landwirte. Weniger Ernte stellt sie vor große Herausforderungen. Weniger Ertrag auf den landwirtschaftlichen Flächen bedeutet, dass sie weniger Geld verdienen. Und weniger Ernte hat auch zur Folge, dass weniger Lebensmittel und pflanzliche Rohstoffe zur Verfügung stehen.

10. Ertragsschwankungen

Ändern sich die Witterungsbedingungen, hat das auch Auswirkungen auf die Ernten und es kommt zu Ertragsschwankungen. Nehmen Schwankungen zu, steigt das finanzielle Risiko für Landwirtinnen/Landwirte.



11. Rinderbestand in Deutschland

Insgesamt leben circa 11,9 Millionen Rinder in Deutschland. Diese werden überwiegend für die Milch- und/oder Fleischerzeugung gehalten.

17

12. Hochwasser und anhaltende Nässe

Bei Hochwasser können Pflanzen unter Sauerstoffmangel leiden und faulen. Nasse Böden sind schwer befahrbar, sodass landwirtschaftliche Maschinen den Acker nicht bewirtschaften können.

13. Bodenbearbeitung und -nutzung

Zum Anbau von Pflanzen muss der Boden bearbeitet, die Saat ausgesät, die Pflanzen gedüngt und geerntet werden. Dafür muss der Acker mit Landmaschinen bearbeitet werden. Schwere Maschinen sollten nasse Böden jedoch nicht befahren, um tiefe Spuren und Verdichtung zu vermeiden. Nasse Böden können also kaum bearbeitet werden, sodass z. B. Aussaat und Ernte erschwert sind.

14. Bodenerosion

Durch starke Regenfälle oder Sturm können Bodenteilchen in Bewegung geraten und abtransportiert werden. Hierbei wird die oberste Bodenschicht abgetragen und es geht fruchtbarer Boden verloren. Erosion findet vor allem auf Flächen statt, die keine schützende Pflanzendecke haben.

15. Bodenfruchtbarkeit

Die Bodenfruchtbarkeit beschreibt, wie gut ein Standort geeignet ist, um Pflanzen anzubauen, und kann am Ertrag gemessen werden. Ein fruchtbarer Boden hat eine optimale Zusammensetzung aus Humus und Feinboden. Er kann Pflanzen deshalb gut mit Nährstoffen und Wasser versorgen. Der dafür wichtige Humus befindet sich im oberen Bereich des Bodens. Bodenfruchtbarkeit kann durch Übernutzung, Abtragung und Verdichtung abnehmen.

16. Hagel, Sturm und Starkregen

Extremwetterereignisse wie Hagel, Sturm und Starkregen werden infolge des Klimawandels zunehmen. Sie können Nutzpflanzen stark beschädigen. Sie brechen ab, Blätter werden durchschlagen oder zerfetzt. Ein Fünftel aller Ertragsausfälle in der deutschen Pflanzenproduktion werden gegenwärtig durch Hagel, ein Sechstel durch Sturm, Starkregen und Überschwemmung verursacht.

Quellen:

1. *Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (2018). Versorgungsbilanzen für Fleisch sowie Milch und Milcherzeugnisse.* **bmel-statistik.de** *OECD (2020). Meat consumption (indicator).* **data.oecd.org**
2. *Max-Planck-Gesellschaft (2017). Mehr Regen im Winter, mehr Dürre im Sommer.* **mpg.de** **Klimafakten.de** *und Climate Service Centre Germany (2015). Klimawandel: Was er für die Landwirtschaft bedeutet.* **klimafakten.de**
3. *Umweltbundesamt (2019). Beitrag der Landwirtschaft zu den Treibhausgas-Emissionen.* **umweltbundesamt.de** *Food and Agriculture Organization of the United Nations (2013). Tackling climate change through livestock.* **fao.org**
4. *Umweltbundesamt (2019). Monitoringbericht 2019.* **umweltbundesamt.de**
5. *Umweltbundesamt (2013). Und sie erwärmt sich doch – Was steckt hinter der Debatte um den Klimawandel?* **umweltbundesamt.de**
6. *Intergovernmental Panel on Climate Change (2018). Zusammenfassung für politische Entscheidungsträger.* **de-ipcc.de**
7. *Umweltbundesamt (2019). Methan-Emissionen.* **umweltbundesamt.de** *Max-Planck-Gesellschaft (2006). Forschungsbericht 2006 – Methan, Pflanzen und Klima.* **mpg.de** *Umweltbundesamt (2019). Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention der Vereinigten Nationen und dem Kyoto-Protokoll 2019.* **umweltbundesamt.de** *JRC Science Policy Report (2018). Global trends of methane emissions and their impacts on ozone concentration.* **eea.europa.eu/de**
8. *Europäische Umweltagentur (2015). Boden und Klimawandel.* **eea.europa.eu** *Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (2011). Klimawandel und Boden.* **umwelt.nrw.de**
9. *Umweltbundesamt (2015). Monitoringbericht 2015 zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel: Ertragsschwankungen.* **umweltbundesamt.de**
10. *Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (2018). Versorgungsbilanzen für Fleisch.* **bmel-statistik.de**
11. *Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (2017). Extremwetterlagen in der Land- und Forstwirtschaft.* **bmel.de**
12. *Umweltbundesamt (2019). Erosion.* **umweltbundesamt.de**
13. *Projekt Hypersoil (2004). Bodenfruchtbarkeit.* **hypersoil.uni-muenster.de**
14. *Umweltbundesamt (2015). Monitoringbericht 2015 zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel: Hagelschäden in der Landwirtschaft.* **umweltbundesamt.de**
15. *Projekt Hypersoil (2004). Bodenfruchtbarkeit. hypersoil.* **uni-muenster.de**
16. *Umweltbundesamt (2015). Monitoringbericht 2015 zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel: Hagelschäden in der Landwirtschaft.* **umweltbundesamt.de**

ARBEITSBLATT 18

MODUL 4

Böden und Altlasten – eine Gefahr für Mensch und Umwelt

Stell dir vor: Als Teil der Garten-AG deiner Schule habt ihr es euch zur Aufgabe gemacht, Orte zu finden, an denen man Pflanzen und Lebensmittel inmitten eures Stadtviertels anbauen kann (das nennt man dann *Urban Gardening*). Gerade erhaltet ihr die Nachricht, dass ein weiterer möglicher Standort gefunden wurde: die „alte Grube". Um herauszufinden, ob dieser Standort für einen Gemeinschaftsgarten geeignet ist, müsst ihr das Grundstück zunächst auf sogenannte Altlasten überprüfen.

Was sind Altlasten überhaupt? Wir sprechen immer dann von einer Altlast, wenn Böden aufgrund früherer Nutzung mit Schadstoffen belastet sind und eine Gefahr für die Gesundheit von Mensch und Tier oder die Umwelt besteht. Zu Altlastenflächen zählen zum Beispiel ehemalige Müllkippen, Tankstellen oder Industriegelände, also Grundstücke, auf denen in der Vergangenheit mit umweltgefährdenden Schadstoffen hantiert wurde. Je nachdem, wie das Grundstück genutzt wurde, kann sich die Zusammensetzung der Schadstoffe unterscheiden. Ein häufig vorkommender Schadstoff ist das Schwermetall Blei.

Ihr wisst bereits, dass die Böden der „alten Grube" mit Blei belastet sein könnten. Um herauszufinden, ob es sich bei der „alten Grube" tatsächlich um eine Altlast handelt, haben wir euch die nötigen Informationen zu diesem Standort zusammengetragen.

Auszug aus der Bundesbodenschutzverordnung zur Altlastenbewertung:
Vorsorge- und Prüfwerte für den Schadstoff Blei

VORSORGEWERTE ZUR EINSCHÄTZUNG EINES MÖGLICHEN RISIKOS

	Ton	Lehm/Schluff	Sand
Blei	**100 mg/kg**	**70 mg/kg**	**40 mg/kg**

Der **Vorsorgewert** gibt an, ab welcher Schadstoffmenge (Dosis) im Boden ein unerwünschtes Risiko für den Menschen besteht. Diese Dosis ist noch ohne schädliche Wirkung, aber eine weitere Verschmutzung muss vermieden werden.

PRÜFWERTE ZUR EINSCHÄTZUNG, OB MENSCHEN IN GEFAHR SIND

	Kinderspielflächen	Wohngebiete	Park- und Freizeitanlagen	Industrie- und Gewerbegrundstücke
Blei	**200 mg/kg**	**400 mg/kg**	**1.000 mg/kg**	**2.000 mg/kg**

Unter **Prüfwert** versteht man den Wert, ab dem ein Verdacht auf eine Altlast besteht. Genaue Bodenuntersuchungen sind notwendig. Um eine Gefahr für spielende Kinder auszuschließen, sind die Prüfwerte für Spielplätze beispielsweise strenger als für Industriegebiete.

18

WOHER KOMMT DAS BLEI IM BODEN?

An ehemaligen Standorten von bleiproduzierenden Fabriken kann der Boden eine hohe Bleibelastung aufweisen. Die Verwendung von Dünger oder die Aufbewahrung von bleiummantelten Kabeln können ebenso zum erhöhten Bleigehalt beitragen.

DIE HISTORIE DES STANDORTES

Auf dem Grundstück an der „alten Grube" befand sich eine metallverarbeitende Firma. Diese wurde nach Leerstand abgerissen. Kürzlich wurde nun die Fläche vom Schutt befreit und euch angeboten.

BLEI – GEFÄHRLICH?

Blei ist ein toxischer Schadstoff. Es kann eine chronische Vergiftung hervorrufen. Hohe Bleigehalte in Böden haben auch negative Auswirkungen auf das Wachstum von Pflanzen.

WIE KOMMT BLEI AUS DEM BODEN ZUM MENSCHEN?



Schadstoffe geraten auf unterschiedlichen Wegen, sogenannten Wirkungspfaden, in Pflanzen und Grundwasser und werden dadurch auch später vom Menschen aufgenommen. Grundlegend unterscheidet man im Bodenschutz zwischen drei Wirkungspfaden:

1. Boden – Mensch (z. B. Kinder nehmen Erde in den Mund)
2. Boden – Pflanze (z. B. Nahrungsaufnahme Gemüse)
3. Boden – Grundwasser (z. B. Versickerung ins Trinkwasser)

SCHADSTOFFE – BEISPIEL BLEI

Unter Schadstoffen versteht man jene Substanzen, die durch ihre Wirkung für den Menschen oder die Umwelt schädigend sein können. Zu den häufigsten Schadstoffen im Boden zählen Schwermetalle wie Arsen, Quecksilber und Blei. Je nachdem, in welcher Konzentration sie vorkommen, können sie mehr oder weniger gefährlich sein.

DER GEMESSENE BLEIWERT IN DER „ALTEN GRUBE"

Böden enthalten von Natur aus zwischen 2 und 60 mg/kg Blei. In den lehmig-schluffigen Böden am Standort betrugen die Messwerte 85 mg Blei pro kg trockene Bodenprobe.

AUFGABE

1 **Lies die Informationen sorgfältig durch. Beschreibe, ob oder unter welchen Bedingungen sich die „alte Grube" für *Urban Gardening* anbietet.**

ALTERNATIVE HOCHBEET

Hochbeete bieten den Vorteil, dass Wildpflanzen für Bienen und Gemüse auch an Orten angebaut werden können, an denen dies durch Schadstoffe im Boden normalerweise nicht möglich ist.
Das liegt daran, dass Hochbeete keinen direkten Bodenkontakt haben.
Stattdessen bestehen sie aus mehreren Schichten Erde, Kompost und Grünschnitt und bieten so optimale Voraussetzungen für die Humifizierung.



BEFÜLLEN DES HOCHBEETS

Schicht 5: Hochbeeterde
Schicht 4: Kompost
Schicht 3: Gartenerde
Schicht 2: Laub, Rasenschnitt oder Grünabfälle
Schicht 1: grobe Holzabfälle von Baum- und Strauchschnitt

MODUL 5

DATEN AUSWERTEN — BODENZUSTAND ANALYSIEREN



Worum geht es in diesem Modul?

Mit der Expedition Erdreich, der Citizen-Science-Aktion im Wissenschaftsjahr 2020l21 – Bioökonomie, ist die Bevölkerung deutschlandweit aufgerufen, die Wissenschaft zu unterstützen. Das Modul 5 bietet Schülerinnen und Schülern die Möglichkeit, die im Rahmen der Expedition Erdreich erhobenen Daten zu nutzen, um den Zustand der Böden in Deutschland zu bewerten.

Citizen Science (Bürgerwissenschaft) beschreibt die Zusammenarbeit von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern mit interessierten Bürgerinnen und Bürgern. Letztere sind in den Forschungsprozess eingebunden und helfen bei der Datenerhebung und Auswertung. Bei unserer Aktion werden Bürgerinnen und Bürger selbst wissenschaftlich tätig, indem sie Böden untersuchen und Daten erheben. Ihre Ergebnisse können sie dann der Wissenschaft und der Öffentlichkeit zugänglich machen und den Forschungsprozess so weiter vorantreiben.

Um die Auswertung dieser Daten geht es auf den Arbeitsbögen. Die Website **expedition-erdreich.de** stellt die von Bürgerinnen und Bürgern gesammelten Daten für Standorte überall in Deutschland bereit. Das ermöglicht den Vergleich und ein tieferes Verständnis für die Zusammenhänge von Standort- und Bodeneigenschaften. Die Schülerinnen und Schüler betrachten die Böden hinsichtlich Bodennutzung, Bodenart, pH-Werten und der Zersetzungsrate. Mit Hilfe der Filterfunktion auf der Website lassen sich die räumliche Verteilung der Standorteigenschaften auf einer Deutschlandkarte sowie deren Häufigkeiten in Diagrammen darstellen.

Anhand der Darstellungen werden Zusammenhänge gut erkenn- und analysierbar. Beispielsweise kann die Zersetzungsrate aller Waldstandorte in Abhängigkeit vom pH-Wert angezeigt werden. Dadurch wird das Wechselspiel der Eigenschaften erkennbar.

Das Modul ermöglicht außerdem eine Diskussion über die Flächennutzung in Deutschland. Die Schülerinnen und Schüler thematisieren und analysieren dabei aktuelle Entwicklungen und mögliche Trends.

Didaktisch-methodische Hinweise für Lehrkräfte

Das Modul umfasst die Auswertung der Daten, die während der Expedition Erdreich in Deutschland erhoben und dokumentiert wurden.

Das Modul erweitert das Wissen über Böden und fördert den Umgang mit digitalen Medien, Daten und Datenbanken sowie das Lesen und Interpretieren von Diagrammen und Geoinformationen. Nicht zuletzt werden Schülerinnen und Schüler darin geschult, räumliche Muster zu erkennen.

Für die Bearbeitung von Arbeitsblatt 19 wird ein Internetzugang empfohlen. Es wird empfohlen, vor Bearbeitung des Moduls die anderen Themen des Lehr- und Arbeitsmaterials zu erarbeiten, da für die Aufgaben teilweise Vorkenntnisse nötig sind. Das Anforderungsniveau dieses Moduls liegt im mittleren bis höheren Bereich. Bevor die Schülerinnen und Schüler mit den Arbeitsblättern beginnen, sind eine Einführung in die Auswertungstools der Website sowie eine Auffrischung des Lesens von Karten und Diagrammen hilfreich. Im Anschluss können sich die Schülerinnen und Schüler in Partnerarbeit mit den Standortgegebenheiten auseinandersetzen. Sie testen Kombinationen von Standorteigenschaften aus und erkennen spielerisch die Zusammenhänge der Eigenschaften. Schülerinnen und Schülern kann der Umgang mit abstrakten Größen und Proportionen Schwierigkeiten bereiten.

In dem Modul geht es u. a. um Witterungsbedingungen und ihre Auswirkung auf Böden. Die Parameter Temperatur und Niederschlag eines Standorts werden bei der Bodenanalyse berücksichtigt und mit anderen Standorten verglichen. So kann der Zusammenhang zwischen Witterung und Zersetzungsraten erarbeitet werden. Möglich wird dies durch eine Anwendung auf der Website, die die Daten unterschiedlicher Wetterstationen anzeigt.

Für das Arbeitsblatt zur Flächennutzung in Deutschland sollten im besten Fall auch Hintergrundinformationen im Internet recherchiert werden können (**bit.ly/2U3SKq7**). Die Jugendlichen erkennen und reflektieren so die mit dem Flächenverbrauch verbundenen Konflikte.

ARBEITSBLATT 19

MODUL 5

Auswertung der Expedition Erdreich



In welchem Zustand sind die Böden Deutschlands?
Auf der Website expedition-erdreich.de seht ihr eine Deutschlandkarte, auf der alle Standorte angezeigt werden, an denen der Boden untersucht wurde. Ab Herbst 2021 findet ihr dort auch die Daten, die euch zum dortigen Bodenzustand Auskunft geben.

AUFGABEN

1 Macht euch mit den Funktionen der interaktiven Deutschlandkarte vertraut. Könnt ihr die Frage unten aus der Beispiel-Blase beantworten?

2 Kombiniert nun verschiedene Standorteigenschaften miteinander (siehe A, B, C). Auf der Karte werden nur die Standorte angezeigt, die den gewählten Eigenschaften entsprechen. Das dazugehörige Diagramm zeigt die prozentuale Verteilung der Standorte an. Druckt eure Diagramme aus und klebt sie entsprechend den Angaben von A, B und C in euer Aufgabenheft.

A) Anzeige einer Eigenschaft für alle Standorte

B) Anzeige von zwei kombinierten Eigenschaften

C) Anzeige des Tea-Bag-Index (Zersetzungsrate) in Abhängigkeit von Nutzung und pH-Wert

BEISPIEL ZUM UMGANG MIT DER FILTERFUNKTION:

In welchen Regionen findet ihr eine *hohe Zersetzungsrate*, wenn ihr die Nutzungsform *Wald* auswählt?

3 Beschreibt eure Diagramme. Welche Zusammenhänge zwischen den Standorteigenschaften könnt ihr aus den Diagrammen ablesen?

19

4 **Vergleicht eure Ergebnisse und Diagramme in einer Gruppe von vier Personen. Könnt ihr weitere Zusammenhänge erkennen?**

DER EINFLUSS DER WITTERUNG

Auf der Deutschlandkarte, die ihr auf der Website findet, könnt ihr euch die Wetterstationen im ganzen Land anzeigen lassen. Über diese könnt ihr etwas über die Witterungsbedingungen (Temperatur- und Niederschlagsverlauf) verschiedener Standorte herausfinden.

WETTER = Augenblickszustand der Atmosphäre

WITTERUNG = Zustand der Atmosphäre über mehrere Wochen und Monate

KLIMA = Zustand der Atmosphäre über einen langen Zeitraum

5 **Wählt einen Standort aus und sucht die nächstgelegene Wetterstation. Beschreibt den Verlauf der Temperatur und des Niederschlags an diesem Standort für den Versuchszeitraum. Welchen Einfluss könnten die Witterungsbedingungen auf die untersuchten Zersetzungsraten haben?**

6 **Sucht euch nun eine weitere Wetterstation, die möglichst weit von eurem Standort entfernt ist. Vergleicht die Temperatur- und Niederschlagskurve für den Versuchszeitraum. Beschreibt die möglichen Unterschiede. Stellt eine Hypothese auf, an welchem Standort die Zersetzungsrate im Boden geringer ist. Versucht, eure Hypothese mit Hilfe der vorhandenen Daten zu belegen.**

ARBEITSBLATT 20

MODUL 5

Flächenverbrauch in Deutschland

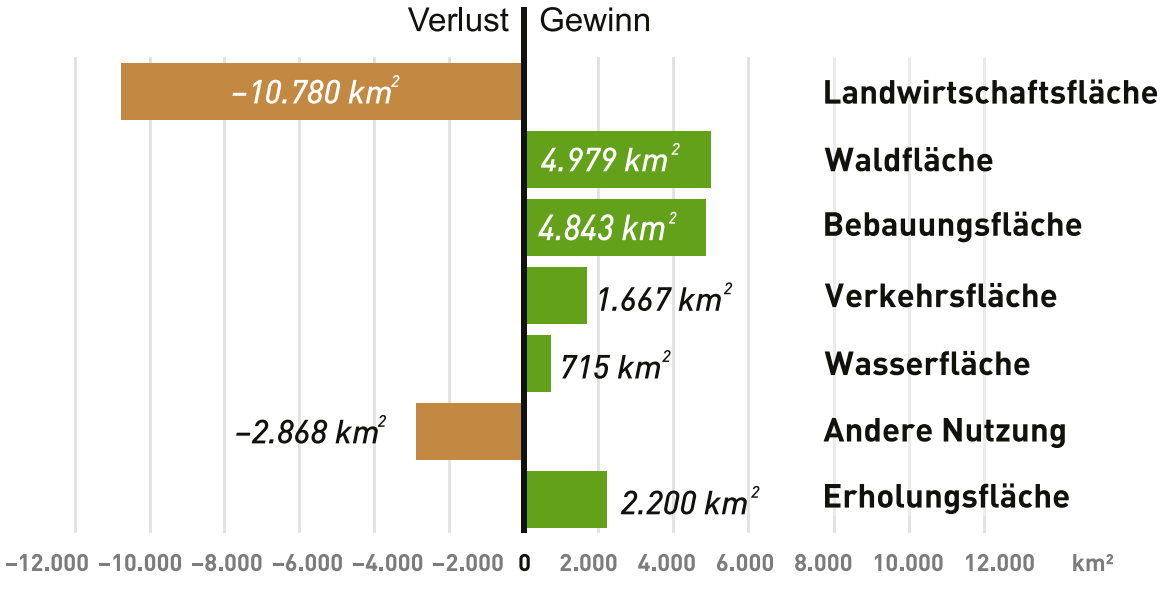
Der Flächenverbrauch für den Ausbau von Siedlungen und Verkehrswegen hat direkte Auswirkungen auf die Umwelt. Durch Versiegelung (Bebauung) gehen Böden und ihre Funktion als Lebensraum, Wasserspeicher und Wasserfilter verloren. Außerdem stehen versiegelte Flächen nicht mehr für die Landwirtschaft zur Verfügung.

Die Bundesregierung hat deshalb das Ziel, den derzeitigen Flächenverbrauch von ca. 58 ha pro Tag, das entspricht 81 Fußballfeldern, bis 2030 auf weniger als 30 ha pro Tag zu senken.

AUFGABEN

1 **Beschreibe das Diagramm in Abbildung 1. Insgesamt beträgt die Fläche Deutschlands rund 357.390 km². Wie hat sich die Flächennutzung in Deutschland zwischen 1992 und 2015 verändert? Nenne mögliche Gründe.**

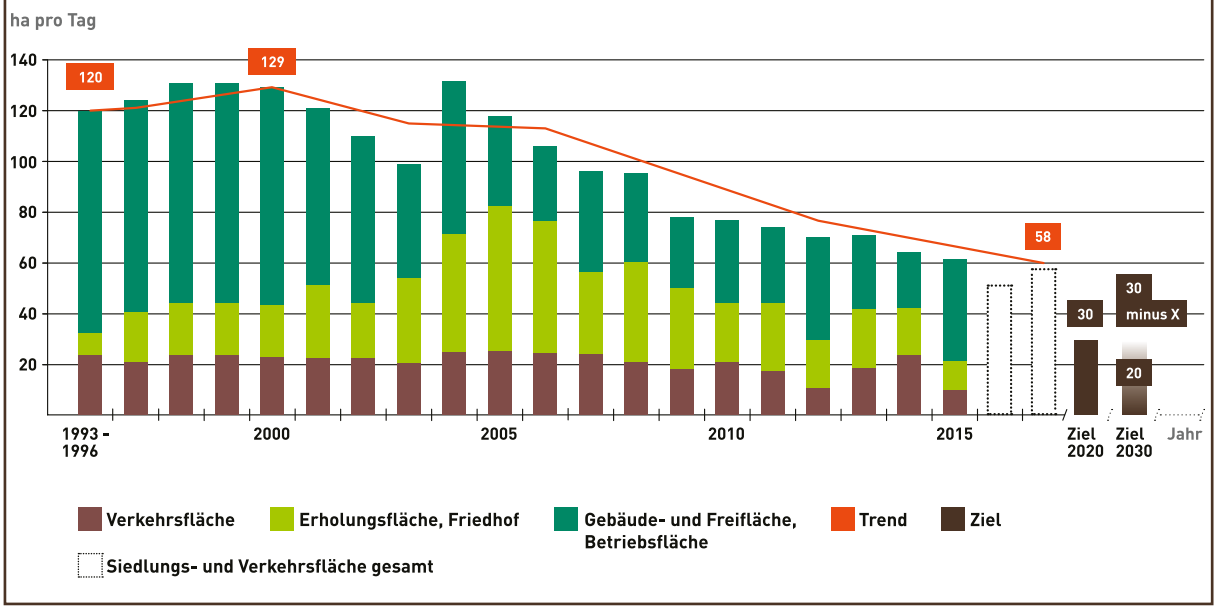
Veränderung der Flächennutzung von 1992 bis 2015 **Abbildung 1**



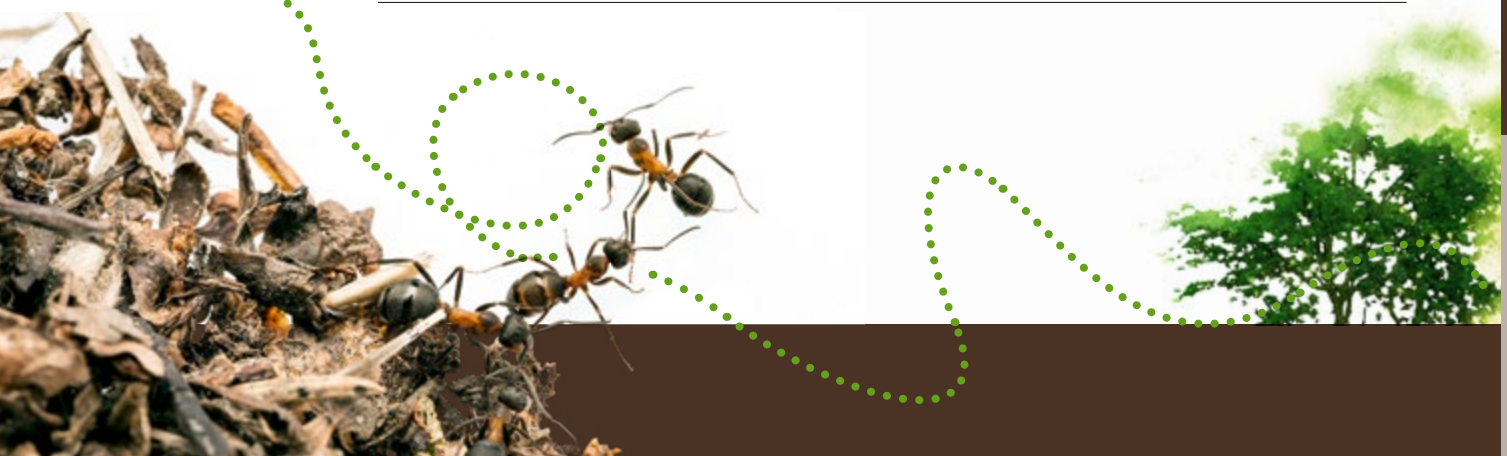
20

2 **Schaue dir auch das Diagramm in Abbildung 2 an. Überlege, wie sich die Flächennutzung in Bezug auf Wald-, Verkehrs-, Siedlungs- und landwirtschaftliche Flächen in der Zukunft verändern wird. Begründe deine Thesen.**

Anstieg der Siedlungs- und Verkehrsfläche **Abbildung 2**



3 **Diskutiere verschiedene Möglichkeiten, um den Flächenverbrauch zu begrenzen. Überlege, ob und wie das auf Seite 62 genannte Ziel der Bundesregierung erreicht werden kann. Nutze die Diagramme, um deine Antwort mit Argumenten zu untermauern!**



MODUL 5

Glossar

Altlasten	Flächen, die durch menschliches Handeln mit Schadstoffen belastet sind und von denen eine Gefahr für Mensch und/oder Umwelt ausgeht.
Anthropogener Klimawandel	Durch den Menschen verstärkter natürlicher Prozess, bei dem atmosphärische Gase und Wolken die langwellige Rückstrahlung der Sonneneinstrahlung reflektieren und absorbieren und so eine Temperaturerhöhung nahe der Erdoberfläche bewirkt wird.
Ausgangsgestein	Fest- oder Lockergestein, aus dem sich durch bodenbildende Prozesse (z. B. Verwitterung) Boden entwickelt.
Bioenergie	Aus pflanzlichen Rohstoffen gewonnene Energie. Die dafür nötigen Rohstoffe werden weitgehend konventionell angebaut.
Biologische Aktivität	Bezeichnet die Gesamtheit aller im Boden ablaufenden biologischen Prozesse (u. a. Zersetzung von organischem Material).
Bioökonomie	Wirtschaftsform auf Grundlage nachwachsender Rohstoffe.
Bodenart (Körnung)	Korngrößenzusammensetzung des mineralischen Bodenmaterials nach dem prozentualen Anteil der drei Kornfraktionen Sand, Schluff und Ton.
Bodendegradation	Durch natürliche Prozesse oder menschliche Eingriffe verursachte Verschlechterung der Nutzbarkeit des Bodens.
Bodenerosion	Abtragung von Bodenmaterial durch Wasser und Wind.
Bodenfruchtbarkeit	Fähigkeit des Bodens, Nährstoffe zu speichern und sie an Pflanzen abzugeben.
Bodengefüge (Bodenstruktur)	Räumliche Anordnung der festen Bodenbestandteile.
Bodenhorizont	Mehr oder weniger parallel zur Erdoberfläche verlaufende Bereiche im Boden, die durch Bodenentwicklung entstanden sind und sich durch spezifische Eigenschaften (z. B. Farbe und Körnung) unterscheiden.
Bodenorganismen	Gesamtheit der im Boden lebenden Tiere, Pflanzen, Pilze und Mikroorganismen.
Bodenschutzverordnung (BBodSchV)	Ergänzt das Bundesbodenschutzgesetz, präzisiert den Umgang mit Altlasten und enthält u. a. die Vorsorge-, Prüf- und Maßnahmenwerte für den Bodenschutz.
Bodentypen	Beschreibt Böden anhand ihrer charakteristischen Horizonte, Horizontabfolgen und vergleichbaren Bodeneigenschaften. In Deutschland werden mehr als 50 Bodentypen unterschieden.
Bodenverdichtung	Vorgang, bei dem das Gesamtporenvolumen des Bodens und z. B. dessen Versickerungsleistung verringert werden. Vor allem landwirtschaftliche Maschinen tragen zur Verdichtung bei.
Durchwurzelbarkeit	Bodeneigenschaft, die bestimmt, wie gut oder schlecht Pflanzenwurzeln in den Boden eindringen können; hängt von der Bodendichte, der Bodenmächtigkeit und dem Steingehalt ab.
Grundwasser	Unterirdische Wasservorkommen in der äußeren Gesteinsschicht der Erde.
Humifizierung	Die Zersetzung abgestorbener Pflanzen- und Tierreste im Boden und deren Umwandlung in Humusverbindungen.
Humus	Die Gesamtheit der abgestorbenen organischen Substanz (tierisches und pflanzliches Material) im Boden.
Hypothese	Eine als logische Aussage formulierte Annahme, die noch nicht nachgewiesen ist.
***Land Grabbing*, Landraub**	Bezeichnung von zumindest teilweise illegitimer oder illegaler Aneignung von landwirtschaftlich nutzbaren Flächen durch (ausländische) wirtschaftliche oder politische Akteure.
Mineralisierung	Stoffumwandlungsprozess von organischem Material zu anorganischen Verbindungen unter Beteiligung von Mikroorganismen.
Nachhaltigkeit	Handlungsprinzip, nach welchem unsere Erde so erhalten werden soll, dass auch zukünftige Generationen ein würdevolles und chancenreiches Leben führen können.
Natürlicher Treibhauseffekt	Ein auf Treibhausgase (z. B. CO_2, Wasserdampf, Methan) in der Atmosphäre und Wolken zurückzuführender Effekt, der den globalen Wärmehaushalt reguliert.
Ökosystem	Ausschnitt aus der Umwelt, welcher sich aus der Lebensgemeinschaft von Organismen und ihrem Lebensraum zusammensetzt. Die charakteristischen Prozesse im Ökosystem regulieren sich weitgehend selbst.
Pedosphäre (Boden)	Bereich der Erde, in dem sich alle vier Sphären (Lithosphäre, Atmosphäre, Hydrosphäre und Biosphäre) wechselseitig beeinflussen; oberster und belebter Bereich der Erdkruste.
Sedimente	Organische oder mineralische Lockermaterialien, die als Produkt der Verwitterung abgelagert wurden.
Sickerwasser	Wasser (z. B. durch Niederschlag), welches sich abwärts durch den Boden bewegt.
„Tank, Trog, Teller" = Flächenkonkurrenz	Nutzungskonflikte um verfügbare Flächen zwischen Anbau von Energiepflanzen zur Erzeugung von Bioenergie sowie dem Anbau von Futter- und Nahrungsmitteln.
***Urban Gardening* (engl.)**	Bezeichnung für die kleinräumige, gärtnerische Nutzung städtischer Flächen innerhalb von Siedlungsflächen.
Versauerung	Ein Prozess, bei dem die Konzentration von Wasserstoffionen im Bodenwasser zunimmt. Der Boden wird sauerer (pH-Wert sinkt).
Verwitterung	Zerkleinerung und Lösung von Gesteinen und Mineralen durch physikalische, chemische und biologische Prozesse.
Zersetzung	Abbau von abgestorbenen und umgewandelten Pflanzen- und Tierresten. Bei diesem Abbauprozess spielen Mikroorganismen (z. B. Bakterien), Pilze und Bodentiere eine wesentliche Rolle.



Lösungshinweise

Die hier präsentierten Lösungen erheben keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Die Arbeitsblätter/ Kopiervorlagen 1, 2, 7, 8, 11, 12 und 19 enthalten Aufgaben, die von Schülerinnen und Schülern individuell gelöst werden, weshalb hier von Lösungshinweisen abgesehen wurde.

MODUL 1: DER BODEN UND ICH

Kopiervorlage 2: „Ohne den Boden …?", S. 13

Aufgabe 1: Ernährungssicherung – Weltbevölkerung – Problem Hunger – Bodenfruchtbarkeit – Aufmerksamkeit – nicht nachhaltige Landwirtschaft – Erosion – Degradation – Bodenverdichtung – Ökosysteme – Kohlenstoffspeicher – empfindliche Systeme – endliche Ressource – Schutz – Bioökonomie - wertvoll.

MODUL 2: DER BODEN – DIE DÜNNE HAUT DER ERDE

Kopiervorlage 3: „Kann Boden eigentlich neu entstehen?", S. 18–19

Aufgabe 1:
Physikalische Verwitterung (physikalische Kräfte zerkleinern das Gestein und die Minerale).

a) Prozessname: Frostsprengung.
Ablauf: Wasser gefriert in Spalten und Klüften des Gesteins – Volumenzunahme – Sprengung des Gesteins durch entstandenen Druck.

b) Prozessname: Temperaturverwitterung.
Ablauf: Temperaturschwankungen – Gesteinsminerale dehnen sich aus bzw. ziehen sich zusammen – Spannungsschwankungen verursachen Risse und zerkleinern das Gestein.

c) Prozessname: Salzsprengung.
Ablauf: Verdunstung von Wasser – darin enthaltene Salze kristallisieren aus – Kristallisationsdruck führt zur Lockerung des Gesteins.
Chemische Verwitterung (Minerale werden durch chemische Prozesse umgewandelt oder vollständig gelöst).

a) Prozessname: Lösungsverwitterung.
Ablauf: Korrosion des Gesteins durch Lösung und anschließende Auswaschung von Gesteinsbestandteilen in Wasser (Carbonate, Alkali- und Erdalkalisalze).

b) Prozessname: Hydrolyse.
Ablauf: Spaltung chemischer Verbindungen in Mineralen durch Wasser.

Aufgabe 2:
Humifizierung: Zersetzung und Umwandlung abgestorbener Pflanzen- und Tierreste durch Bakterien, Pilze und Bodenlebewesen in Huminstoffe.
Humus: Gesamtheit der organischen Substanz des Bodens (z. B. abgestorbene Pflanzen-, Tier- und Pilzreste sowie Ausscheidungen lebender Organismen). Humus ist wichtig für die Nährstoffversorgung von Pflanzen und den Wasserhaushalt des Bodens.

Aufgabe 3:
Verwitterung des Ausgangsgesteins (physikalische und chemische Verwitterung) – Risse und Sprünge im Gestein – Pflanzen und Pilze beginnen auf dem lockeren, verwitternden Gestein zu wachsen – Humifizierung – Jahrhunderte bis Jahrtausende können vergehen, bis fruchtbarer Boden entstanden ist.

Kopiervorlage 4: „Mehr als einfach nur Boden", S. 20–22

Aufgabe 2: Heidelbeeren: Beet 5; Ackerbohne: Beet 2.

Kopiervorlage 5: „Boden – ein echt vielschichtiger Typ", S. 23–25

Aufgabe 1: Es handelt sich um einen Boden. Jeder Boden weist eine Abfolge verschiedener Bodenhorizonte auf. Diese unterscheiden sich durch spezielle Eigenschaften, bspw. Körnung oder Farbe.

Aufgabe 2: Parabraunerden besitzen gutes Wasserspeichervermögen, sind gut durchlüftet und oft nährstoffreich. Verlagerung von immer mehr Tonteilchen in den B-Horizont kann zu Verdichtung und Staunässe führen.

Aufgabe 3: Ackerbau (Weizen, Mais, Raps) auf fruchtbaren Lössböden; Tierhaltung auf weniger fruchtbaren Böden der Berg- und Hügelländer und auf Altmoränen; Weinanbau auf Böden der Hügelländer. Die Verbreitung der Landwirtschaft hängt aber neben den Böden auch stark von anderen Faktoren ab, z. B. Klima und Geschichte.

Kopiervorlage 6: „Kompostieren – aus Abfällen wird wertvoller Dünger", S. 26–27

Aufgabe 1: Humifizierung als Grundlage der Bodenfruchtbarkeit. Bei der Kompostierung werden abgestorbene, organische Substanzen durch Bakterien, Pilze und Bodenlebewesen zersetzt und zu Humus umgewandelt.

Aufgabe 2: Kompost: Apfelkerngehäuse, Schnittrest von Karotten, Eierschale, ein paar wenige Äste; Wertstofftonne: Joghurtbecher (ausgespült), Zahnpastatube (leer); Biotonne: Fleischreste, Käse; Restmülltonne: Filzstifte, Glühlampe (LED und Energiesparlampen = Sammelstelle). Lösungswort: Kaffeesatz.

MODUL 3: DER BODEN – WERT UND FUNKTIONEN

Kopiervorlage 7: „Welchen Wert hat der Boden?", S. 33

Aufgabe 1: Anthropozentrisch: Nutzwert, Geldwert (landwirtschaftliche Erträge, Pachtpreis, Grundstückspreis); biozentrisch: wertvoll durch Funktionen für Ökosysteme; intrinsischer Wert (Eigenwert): kulturelle und religiöse Wertzuschreibung.

Kopiervorlage 8: „Lebewesen in unserem Boden", S. 34–35

Aufgabe 1: Der Maulwurf ist ein Räuber. Er ernährt sich von Insekten und Regenwürmern. Zersetzt wird der Maulwurf nach seinem Tod von beispielsweise Springschwänzen und Bakterien (Beispielsteckbrief).

Erstzersetzer: sind z. B. Asseln. Sie fressen Löcher in die Blattsubstanz, sodass Bakterien und Pilze diese ebenfalls besiedeln können. Zudem sind ihre Ausscheidungen leicht von Kleinstlebewesen zu besiedeln.
Endzersetzer: sind Bakterien und Pilze, die Nährstoffe aufbereiten und organisches Material mineralisieren.

Aufgabe 2: Bilder in Reihenfolge von links nach rechts und von oben nach unten: Asseln, Hornmilbe, Mistkäfer, Einzeller, Pilze, Fadenwurm, Raubmilbe, Regenwurm, Bakterien, Maulwurf, Springschwanz, Vielfüßler.

Aufgabe 3: Beispielhafte Ordnungskriterien: Anzahl der Beine (Reihenfolge); Räuber/Nichträuber (Gruppe).

Kopiervorlage 9: „Boden: Filter und Speicher zugleich", S. 36–37

Versuch 1: „Wie viel Wasser speichert der Boden?": Kies < Sand < Humus < Lehm.

Vermutung: Das Wasserspeichervermögen hängt mit der Korngröße und dem Porenanteil zusammen. Je grobkörniger das Bodenmaterial, desto weniger Wasser kann es speichern.

Versuch 2: „Der Weg des Wassers durch den Boden":

Beobachtung: Je grobkörniger das Bodenmaterial, desto schneller fließt das Wasser hindurch.
Kies: leicht; Sand: mittel; Humus: schwer; Lehm: kaum.

Reflexion: Böden können durch unterschiedliche Beschaffenheit die Versickerung von Wasser begünstigen oder hemmen. Je nach Körnung und chemischer Beschaffenheit können Böden z. B. versickerndes Wasser filtern und speichern. Dies ist besonders wichtig für die Wasserversorgung von Pflanzen.

Versuch 3: „Die Filterfunktion des Bodens":

Beobachtung: Je grobkörniger das Bodenmaterial, desto weniger Farbe wird aus dem Wasser gefiltert.

Kopiervorlage 10: „Nährstoffkreislauf im Garten: zwischen Gemüsebeet und Komposthaufen", S. 38–39

Aufgabe 1: Start; Aussaat und Keimung; Nährstoffvorrat; Nährstoffaufnahme; Wachstum, Fruchtbildung und Reife; Ernte und Verzehr; Zersetzung; Humusbildung und Mineralisierung; Düngen.

Kopiervorlage 11: „Tank, Trog oder Teller – wie wollen wir unseren Boden nutzen?", S. 40–42

Beispielhafte Slogans und Punkte der Diskutierenden:

- **Moderator/-in:** großer Flächennutzungskonflikt: Anbau Nahrungsmittel, Futtermittel oder Energiepflanzen – Konflikt wird verstärkt durch knapper werdende Bodenflächen.
- **Energieunternehmen:** „Die Gesellschaft fordert Klimaschutz durch Biokraftstoffe, die Politik fördert es, wir setzen es um!"
- **Umweltschützer/-in:** „Nachhaltiger Anbau von Nahrungsmitteln für die ganze Welt! Nötig ist eine Senkung des Energieverbrauchs, nicht Biokraftstoffe aus Monokulturen." – Schutz von Böden und Biodiversität durch standortgerechten, strukturreichen Anbau – fruchtbare Böden in Deutschland sollten für Nahrungsmittel genutzt werden, statt weltweit zusätzlich Böden „zu belegen"!
- **Bürgermeister/-in:** „Nachhaltige Landwirtschaft soll Ertragseffizienz steigern, lokale Ernährung sichern und wenn möglich Rohstoffe liefern." – Schonende Bodenbearbeitung soll Bodendegradation verhindern. Die landwirtschaftlich nutzbaren Flächen sollen in unterschiedliche Nutzungskategorien eingeteilt und dementsprechend bewirtschaftet werden.
- **Fleischindustrie:** „Die Leute wollen frei über ihre Ernährung entscheiden und Fleisch essen!" – Es gibt Ackerflächen, die sich nicht für den Anbau von Nahrungsmitteln eignen. Sie stehen nicht in Konkurrenz mit der Nahrungsmittelproduktion.
- **Landwirt/-in:** „Ich baue an, was auf meinen Boden und in meine Fruchtfolge passt und was meinem Hof Gewinne beschert. Wenn ich mehr Geld für Energiepflanzen bekomme, dann muss ich Mais für die Biogasanlage statt als Futter anbauen. Der Preisdruck ist einfach zu hoch. Würden Sie alle mehr Geld ausgeben für gute lokale Produkte?"

Kopiervorlage 12: „Ziele für nachhaltige Entwicklung", S. 43

Aufgabe 1: Direkter Bezug: *SDG* 1 (Ziel 4), *SDG* 2 (Ziel 3 und 4), *SDG* 3 (Ziel 9), *SDG* 5 (Ziel 6), *SDG* 12 (Ziel 4), *SDG* 15 (Ziel 3); indirekter Bezug: *SDG* 4, *SDG* 6, *SDG* 7, *SDG* 8, *SDG* 9, *SDG* 11, *SDG* 13, *SDG* 6.

Aufgabe 3: Beispielantwort: *SDG* 18: „Nachhaltige Bewirtschaftung von Boden" – Ziel 1: Den gerechten Zugang zu Boden für alle erreichen. Ziel 2: Schutz der Bodenfunktionen (Lebensraum, Filter, Speicher). Ziel 3: Bodenbelastungen wie Verdichtung oder Erosion und stoffliche Belastungen durch Verschmutzung oder Überdüngung reduzieren. Ziel 4: Die Bodenqualität durch nachhaltige Bewirtschaftung erhalten. Ziel 5: Bedrohte Bodenökosysteme schützen und wiederherstellen, Bsp. Moore. Ziel 6: Die Wüstenbildung bekämpfen.

MODUL 4: DER BODEN IN GEFAHR

Kopiervorlage 13: „Landraub – der Konflikt um Böden", S. 48

Aufgabe 1: Die Karikatur zeigt eine Landschaft mit mehreren Ackerflächen. Es werden jeweils vier dunkelhäutige Personen und drei Hände (Anzug, Schmuck, unterschiedliche Hautfarben) dargestellt. Eine Hand greift ein Stück der Ackerfläche und zieht diese weg. Eine Frau versucht die Hände davon abzuhalten.

Aufgabe 2: Wachsende Weltbevölkerung, veränderte Lebensstile und Bodendegradation führen zu Knappheit fruchtbarer Böden – Nachfrage, Handel, Spekulation lassen Preise ansteigen – Interessenskonflikte zwischen:
Wirtschaft/Politik: Entwicklungsversprechen und freie Marktkräfte stehen häufig im Gegensatz zu staatlicher Regulation von ökologischen und sozialen Fragen.
Wirtschaft/Ökologie: Wenn Land- und Forstwirtschaft nur auf Wirtschaftswachstum ausgerichtet wird, treten große ökologische Probleme auf.
Wirtschaft/Soziales: Gewinnmaximierung steht häufig im Gegensatz zu sozialer Gerechtigkeit, insbesondere, wenn finanzielles und politisches Ungleichgewicht zwischen Kleinbäuerinnen/-bauern und großen Unternehmen herrscht.

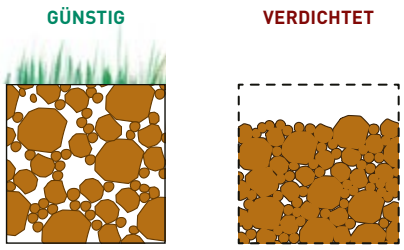
Aufgabe 3: Der Kampf um Bodenflächen wird zukünftig zu einem ernsthaften Problem werden, denn der Boden wird zunehmend zu einer handelbaren und knappen Ressource. Die Nachfrage nach fruchtbaren Böden als Produktionsgrundlage und Anlageobjekt steigt und treibt Preise in die Höhe. Dies ist vergleichbar mit Gold und Erdöl.

Kopiervorlage 14: „Versiegelung – wenn der Acker verschwindet", S. 49

Beispielhafte Punkte des jeweiligen Diskussionsbeitrags:
Moderator/-in: großes Presseecho – Verlust fruchtbarer Ackerböden (z. B. Schwarzerde) – starke Zunahme an Logistikflächen auf der grünen Wiese – großes, bundesweites Problem – Bildung von Bürgerinitiative für Bodenschutz – Proteste und Ackerbesetzungen.
Vertreter/-in Logistikzentrum: Arbeitsplätze in der Region – Steuereinnahmen im Ort – Notwendigkeit aufgrund steigender Nachfrage – Notwendigkeit der Autobahnanbindung – gesetzliche Ausgleichsmaßnahmen – Begrünung des Dachs des Logistikzentrums – Unternehmen fördert Nachhaltigkeitsprojekte.
Vertreter/-in des Landwirtschaftsverbandes: Schwarzerde ist wertvollster Boden – Landwirtschaft zum Erwerb des Lebensunterhalts – Anstieg der Pachtpreise durch Flächenverlust – unterstützt Bürgerinitiative.
Vertreter/-in des Arbeitnehmerverbandes: Arbeitsplätze – Arbeitslosenquote in Wetteraukreis rund 4 % (Stand Dez. 2019) – Umweltschutz darf wirtschaftliche Entwicklung nicht hindern.
Umweltschützer/-in: unwiederbringlicher Verlust fruchtbarster Böden – Zerstörung des Landschaftsbildes – Verlust der Bodenfunktionen – Versiegelung verhindert Versickerung und Grundwasserneubildung – Arbeitsplätze werden lediglich verlagert – Vorschlag: Stärkung lokaler/regionaler Versorgung durch Bäuerinnen/Bauern vor Ort.

Kopiervorlage 15: „Bodenverdichtung“, S. 50

Aufgabe 1:



Aufgabe 2: Hoher Druck auf den Boden verkleinert dauerhaft die Hohlräume (Poren) zwischen den festen Bodenpartikeln. Flüssigkeit und Gas aus den Hohlräumen entweicht, das Verhältnis zwischen festen, flüssigen und gasförmigen Bestandteilen verschiebt sich. Folge: Stauwasser im Boden oder vorwiegend oberflächiger Abfluss.

Kopiervorlage 16: „Der Boden als Speicher für Kohlenstoff“, S. 51–52

Aufgabe 1: Kompostausbringung, Mulchen, minimale Bodenbearbeitung, Minimierung der chemischen Behandlungsmittel, Anbau von humusbildenden Pflanzen und günstigen Fruchtfolgen.

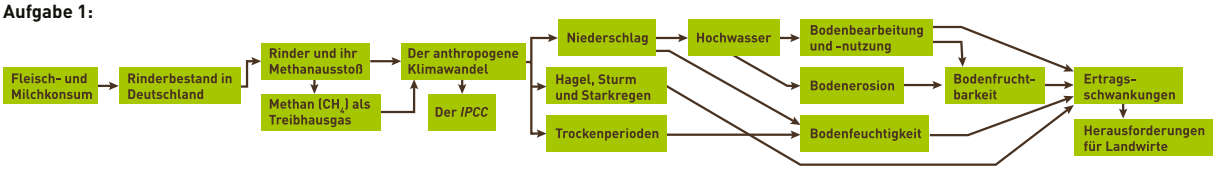
Aufgabe 2: Moore speichern deutlich mehr Kohlenstoff als andere Ökosysteme. Ihr Verlust setzt nicht nur gespeicherten Kohlenstoff wieder frei, sondern verhindert auch zukünftige Bindung.

Aufgabe 3: *Wiedervernässung:* Mooren, denen Feuchtigkeit entzogen wurde, wird Wasser zugeführt, um die dauerhafte Ansammlung von Pflanzenmaterial und damit die Kohlenstoffspeicherung zu reaktivieren.

- Einrichtung von Naturschutzgebieten: Der (weitgehende) Ausschluss menschlichen Einflusses verhindert weiteren Schaden und ermöglicht eine Regeneration des Ökosystems.
- Verbot torfhaltiger Produkte: Verzicht auf torfhaltige Produkte durch Verbraucherinnen und Verbraucher.

Kopiervorlage 17: „Vom Rind zur Ernteschwankung – ein Mystery“, S. 53–55

Aufgabe 1:



Aufgabe 2: Hoher Fleisch- und Milchkonsum bedingt große Rinderbestände – große Rinderbestände bedingen hohen Methanausstoß – mehr Methan (Treibhausgas) trägt zum anthropogenen Klimawandel bei – eine Folge des Klimawandels: Veränderung der Niederschlagsmengen und -muster, vermehrte Extremwetterereignisse, bspw. Dürre, Bodennässe, Erosion und Hochwässer durch veränderte Niederschlagsmengen – Probleme für Bodenbearbeitung und -nutzung sowie Pflanzenwuchs – steigende Ertragsschwankungen bis hin zu Ernteausfällen.

Kopiervorlage 18: „Böden und Altlasten – eine Gefahr für Mensch und Umwelt“, S. 56–57

Aufgabe 1: Standort ist durch eine leicht erhöhte Bleibelastung über dem Vorsorgewert gekennzeichnet. Es besteht aber noch keine gesundheitliche Gefahr, wenn z. B. Kinder auf der Fläche spielen. Für die Nutzung als *Urban Gardening*-Projekt müssen Hochbeete angelegt werden, denn manche Pflanzen könnten Blei aufnehmen.

MODUL 5: DATEN AUSWERTEN – BODENZUSTAND ANALYSIEREN

Kopiervorlage 19: „Auswertung der Expedition Erdreich“, S. 60–61

Aufgabe 5: Höhere Temperatur und optimale Feuchte fördern die Zersetzungsrate.

Aufgabe 6: Es sollte erkennbar sein, dass die Zersetzungsrate an trockeneren Standorten geringer ist. Allerdings hängt die Zersetzungsrate auch von anderen Faktoren wie z. B. dem pH-Wert und der Nutzungsform ab. Daher ist es auch möglich, dass die aufgestellte Hypothese nicht bewiesen werden kann.

Kopiervorlage 20: „Flächenverbrauch in Deutschland“, S. 62–63

Aufgabe 1: Die Hälfte der Landfläche in Deutschland wird landwirtschaftlich genutzt, seit 1992 Abnahme der landwirtschaftlichen Flächen um 10.780 km^2 – eine Größe, die rund dem Vierfachen des Saarlands entspricht. Zunahme der Waldfläche um 4.979 km^2 – eine Größe, die etwas weniger als der Hälfte Schleswig-Holsteins entspricht. Zunahme der Bebauungsfläche um 4.843 km^2 – eine Größe, die ungefähr dem Elffachen der Stadt München entspricht. Mögliche Gründe: Ausbreitung von Städten und Verkehrsflächen, Waldzuwachs durch große Brachflächen in landwirtschaftlich wenig produktiven Landesteilen.

Aufgabe 2: Technischer Wandel (z. B. große landwirtschaftliche Maschinen): Veränderung der Landschaft (Wegfall von Knicks, Ackerrandstreifen, Baumgruppen), Verstädterung, Zunahme des Verkehrsaufkommens, stärkerer Schutz von Waldflächen, Gewässer (ökologischer Stellenwert) – alternativ: geförderte, nachhaltige Landwirtschaft (teilweise digitalisiert) mit leichten Maschinen.

Aufgabe 3: Effektivere Nutzung bestehender Siedlungs- und Verkehrsflächen, nachhaltige Siedlungskonzepte, Kreislaufwirtschaft für Flächen (Umwandlung und Recycling). Das 30-ha-Ziel der Bundesregierung sollte bereits bis 2020 erreicht werden. Daher ist es nun umso wichtiger, es bis 2030 zu erreichen. Maßnahmen zur verbesserten Flächennutzung können sein: Flächenrecycling, Beschränkung von Bebauungsflächen im Umland von Städten, Infrastrukturentwicklung auf dem Land (Internet, ÖPNV), um die Attraktivität zu steigern, Förderung des Schienenverkehrs etc.

- Pro: Der tägliche ha-Verbrauch von Flächen ist über die Jahre stetig gesunken und konnte im Vergleich zu 1993 halbiert werden.
- Contra: Die allgemeine Flächennutzung verzeichnet hingegen einen Zuwachs an Verkehrs- und Siedlungsflächen und einen Rückgang an landwirtschaftlich genutzten Flächen.

Literatur

Auf der Website **expedition-erdreich.de**
finden Sie eine Liste mit passenden Literaturempfehlungen.

Nachweise

S. U1, 48, 64: Adobe Stock/graefin75
S. U1, 5, 6, 8, 14: Adobe Stock/ Richard Villalon
S. U1, 9, 16, 22–24, 30–31, 38, 54, 56–57: Adobe Stock/fotoknips
S. U1, 9, 16, 22–24, 30–31, 38, 54, 56–57, 67: Adobe Stock/natali_mya
S. U1, U4, 4–9, 11–14, 18, 20–22, 26, 28, 30–32, 34–49, 52, 54–57: Adobe Stock/ KatyaKatya
S. U1, U4, 4–9, 11–14, 18, 20–22, 26, 28, 30–32, 34–49, 52, 54–57: Adobe Stock/ rawintanpin
S. U1: Adobe Stock/fotomaster
S. U1: Adobe Stock/stockgraphicdesigns
S. U1, 3, 10, 46, 48, 64: Adobe Stock/ Watercolor_Concept
S. U1, 51, 63: Adobe Stock/ Watercolor_Concept
S. U1: Adobe Stock/daniele
S. U1: Shutterstock/NadzeyaShanchuk
S. U1: Adobe Stock/Agence Design
S. U1, 5, 6: Adobe Stock/Galina
S. U2: Adobe Stock/ Серафима Манекина
S. U2, 34, 51: Adobe Stock/ moderngolf1984
S. U2, 1, 4, 68–U3: Adobe Stock/ carlacastagno
S. U3: Adobe Stock/Sanja
S. 5, 14: Adobe Stock/ Mamuka Gotsiridze
S. 5, 28: Adobe Stock/Georgy Dzyura
S. 5, 28, 42: Adobe Stock/ Marina Gorskaya
S. 5, 44: Adobe Stock/Kadmy
S. 5, 44: Adobe Stock/Andrey Kuzmin
S. 5, 44: Adobe Stock/Rustic
S. 5, 44, 67: Adobe Stock/Kate Macate
S. 5, 44: Adobe Stock/Anna
S. 5, 44: Adobe Stock/Alexander Pokusay
S. 5, 57: Adobe Stock/kazy
S. 5, 56: Adobe Stock/994yellow
S. 8: Getty Images/Caspar Benson
S. 9–11, 16–17, 30–32, 46–47: Adobe Stock/kirasolly
S. 9–11, 16–17, 30–32, 46–47: Adobe Stock/kaidash
S. 12, 19, 24, 26, 33, 35, 41: Getty Images/fotograzia
S. 13: Getty Images/georgeclerk
S. 14–15, 18–21, 23–24, 27: Adobe Stock/ MicroOne
S. 16: Adobe Stock/aksol
S. 17: Adobe Stock/kateleigh
S. 17, 24: Getty Images/Chad Latta
S. 18: Adobe Stock/elleonzebon
S. 19: Abbildung die Entwicklung des Bodens nach Marahrens, s. Umweltbundesamt (2013)
S. 19: Adobe Stock/iliy_z
S. 19: Adobe Stock/canicula
S. 19: Adobe Stock/natality
S. 19: Adobe Stock/istry
S. 19, 23: Adobe Stock/Kirill
S. 20: Getty Images/ Daniel Hurst Photography
S. 20: Getty Images/ PhotoAlto/Laurence Mouton
S. 22: Adobe Stock/Eric Issel.e
S. 23: Abbildungen Bodenhorizonte nach bit.ly/2SlGHne
S. 23: Abbildung Deutschlandkarte, Datenquelle: BGL5000, Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR), Berlin, 2020
S. 26: Abbildung Kompostierung nach bit.ly/2OPQIXL
S. 26: Adobe Stock/Natalya Levish
S. 26: Adobe Stock/Good Studio
S. 26: Adobe Stock/bekkersara
S. 26: Getty Images/svetikd
S. 26, 38: Adobe Stock/Good Studio
S. 27: Adobe Stock/Maria.Epine
S. 27: Adobe Stock/GB_Art
S. 27: Adobe Stock/Qualit Design
S. 27: Adobe Stock/Vikivector
S. 27: Adobe Stock/Vasileva
S. 27: Adobe Stock/Olga
S. 27: Adobe Stock/antimartina
S. 27: Adobe Stock/undrey
S. 27: Adobe Stock/bioraven
S. 27: Adobe Stock/cat_arch_angel
S. 27: Adobe Stock/Om Yos
S. 27: Adobe Stock/Ekaterina Glazkova
S. 27: Adobe Stock/wins86
S. 28: Adobe Stock/rawintanpin
S. 28: Adobe Stock/magicmary
S. 29: Adobe Stock/gmstockstudio
S. 30: Adobe Stock/MARIMA
S. 32, 42: Adobe Stock/nurofina
S. 34: Adobe Stock/creativenature.nl
S. 35: Adobe Stock/lichtpinzel
S. 35: Adobe Stock/creativenature.nl
S. 35: Getty Images/NNehring
S. 35: Adobe Stock/Peggy Boegner
S. 35: Getty Images/Ed Reschke
S. 35: Adobe Stock/galaad973
S. 35: Getty Images/KATERYNA KON/ SCIENCE PHOTO LIBRARY
S. 35: Adobe Stock/Holger T.K.
S. 35: Adobe Stock/jarun011
S. 35: Getty Images/ Sascha Vancauwemberg/500px
S. 35: Shutterstock/Rainer Fuhrmann
S. 35: Shutterstock/thatmacroguy
S. 36: Adobe Stock/drawlab19
S. 36: Adobe Stock/alekseyvanin
S. 36: Adobe Stock/Skellen
S. 37, 39–40, 43, 50, 52–53, 57, 61: Adobe Stock/svetlanais
S. 38: Adobe Stock/Julia
S. 39: Adobe Stock/Goga
S. 40: Adobe Stock/veekicl
S. 40: Adobe Stock/Marija Piliponyte
S. 40: Adobe Stock/Visual Generation
S. 40: Adobe Stock/istry
S. 40: Adobe Stock/ONYXprj
S. 40: Adobe Stock/Solomandra
S. 40: Adobe Stock/robsonphoto
S. 41: Abbildung Ackerkultur weltweite Landwirtschaft, bit.ly/392h9Ax, Annika Huskamp
S. 43: Abbildung Ziele für nachhaltige Entwicklung, bit.ly/2URZg4h
S. 43: Adobe Stock/nadiinko
S. 45: Adobe Stock/yuromanovich
S. 48: polyp.org.uk
S. 49: Adobe Stock/theevening
S. 50: Adobe Stock/drawlab19
S. 50: Adobe Stock/panptys
S. 50: Adobe Stock/alekseyvanin
S. 50: Adobe Stock/rawintanpin
S. 51: Adobe Stock/yod77
S. 52: Die wichtigsten Kohlenstoffspeicher an Land, Bartz/Stockmar (M) Bodenatlas 2015, CC BY-SA 3.0
S. 53: Adobe Stock/veekicl
S. 53–55: Quellen zum Arbeitsblatt Vom Rind zur Ernteschwankung – ein Mystery befinden sich direkt auf dem Arbeitsblatt (S. 55)
S. 54: Abweichung der Winterweizenerträge, Umweltbundesamt, Datengrundlage BMBL
S. 56: Adobe Stock/onot
S. 56: Quelle Vorsorge- und Prüfwerte für den Schadstoff Blei, Bundes-Bodenschutz- und Altlasten-verordnung (BBodSchV)
S. 57: Adobe Stock/smoksi, Abbildung Hochbeet nach bit.ly/2U1iUtw
S. 57: Adobe Stock/Katyr
S. 57: Adobe Stock/artinspiring
S. 57: Adobe Stock/Mariia
S. 57: Adobe Stock/bloomicon
S. 58: Adobe Stock/sunt
S. 58: Adobe Stock/Atlantis
S. 60–61: Adobe Stock/davooda
S. 60–61: Adobe Stock/Colorlife
S. 61: Adobe Stock/Vera Kuttelvaserova
S. 62: Abbildung Veränderung der Flächennutzung von 1992 bis 2015, Dr. Christian Schneider, Datengrundlage Statistisches Bundesamt
S. 63: Abbildung Anstieg der Siedlungs- und Verkehrsfläche, bit.ly/3be85KG
S. 67: Abbildung nach Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung

IMPRESSUM

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

Idee, Redaktion, Gestaltung
DLR Projektträger
familie redlich AG – Agentur für Marken und Kommunikation
KOMPAKTMEDIEN – Agentur für Kommunikation GmbH

Konzeption und Texterstellung
BonaRes-Zentrum für Bodenforschung
Dr. Susanne Döhler

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

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

Redaktionelle Begleitung
Projektträger Jülich – Forschungszentrum Jülich GmbH

Druck
Druck- und Verlagshaus Zarbock GmbH & Co. KG

Stand
September 2020

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

klimaneutral
natureOffice.com | DE-140-1VFF8C5
gedruckt

RECYCLED
Papier aus Recyclingmaterial
Paper made from recycled material
FSC® C003425



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

Expedition Erdreich ist ein gemeinsames Projekt von:

Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

BONARES

UFZ HELMHOLTZ
Zentrum für Umweltforschung

IPN
Leibniz-Institut für die Pädagogik der
Naturwissenschaften und Mathematik