

Boden
Berufs
Bildung



BODEN ENTDECKEN

Unterrichtsmaterial für die 5. und 6. Klasse

Impressum

Herausgeberin:

Freie Universität Berlin
Fachbereich Geowissenschaften
AG Geoökologie
Malteser Str. 74-100, Haus G
12249 Berlin
Web: bodenberufsbildung.com

Autorin:

Dr. Bianca Schemel
unter der Mitarbeit von Lina Geiges-Erzgräber

Illustrationen:

Heide Kolling
<https://neonfisch.de/>

Download der Materialien unter: <https://bodenberufsbildung.com/bildungsmaterialien/>

Die Bildungsmaterialien entstanden im Rahmen des Projektes:

Antragstitel: Verwertung von Gemüse- und Grünschnittabfällen zur Herstellung von Pflanzenkohlesubstrat für ein klimafreundliches Gärtnern – Modellprojekte in der Berufsbildung für nachhaltige Entwicklung

Bewilligungsempfänger: Arbeitsgruppe Geoökologie an der Freien Universität Berlin

Projektzeitraum: 01.04.2017 – 31.09.2019

Projektnummer: 32783/01

Das Projekt wurde

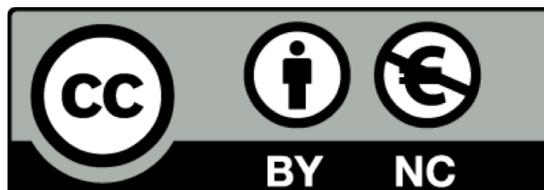
gefördert durch



Deutsche
Bundesstiftung Umwelt

www.dbu.de

Die Nutzung des Materials steht unter **creativecommons**. Die Namen der Urheber*innen und Förderer müssen genannt werden. Es darf für nicht kommerzielle Zwecke verwendet und bearbeitet werden.



Inhaltsverzeichnis

EINLEITUNG	5
UNTERRICHTSMODULE	6
ABLAUF	9
NETZSPIEL: LEBENSRAUM BODEN	10
WISSENSCHAFTLICHER HINTERGRUND LEBENSRAUM BODEN.....	11
BILDKARTEN „BODENORGANISMEN“	18
FOTOS „BEDROHTER BODEN“	21
STATION: BEWOHNTER BODEN	27
BEWOHNTER BODEN.....	28
STATION: WORTSPIELE BODEN	29
WORTSPIELE BODEN	30
STATION: BODEN ENTDECKEN	31
WISSENSCHAFTLICHER HINTERGRUND: WAS IST EIN BODEN?	32
BODEN ENTDECKEN	34
STATION: VOM STEIN ZU FRUCHTBARER ERDE	35
WISSENSCHAFTLICHER HINTERGRUND: WIE ENTSTEHT BODEN?	36
VOM STEIN ZU FRUCHTBARER ERDE.....	37
STATION: VON MENSCHEN GEMACHTER BODEN: DIE TERRA PRETA	38
WISSENSCHAFTLICHER HINTERGRUND: TERRA PRETA.....	39
COMIC: DAS WAHRE GOLD DES AMAZONAS	43
QUIZ: VON MENSCHEN GEMACHTER BODEN– DIE TERRA PRETA.....	53
LÖSUNGSBLATT: VON MENSCHEN GEMACHTER BODEN– DIE TERRA PRETA.....	54
STATION: KOKELN, KOCHEN, KOHLE	56
WISSENSCHAFTLICHER HINTERGRUND PYROLYSE	57
BAUANLEITUNG FÜR EINEN EINFACHEN PYROLYSEOFEN	59
DIE QUALITÄT VON PFLANZENKOHLE: EINFACHE TESTS	60

STATION: KOHLEZEICHNUNG	61
STATION: UNSER KOMPOST	62
WISSENSCHAFTLICHER HINTERGRUND: KOMPOST	63
BODEN SELBER MACHEN – KOMPOST.....	66
KOMPOST IST NICHT GLEICH KOMPOST.....	67
STATION: KOMPOSTVERSUCH.....	68
BAUANLEITUNG: DER KOMPOSTVERSUCH	69
KOMPOSTTEST – KRESSE IN TÖPFEN.....	70
STATION: BODEN SCHÜTZEN.....	71
WISSENSCHAFTLICHER HINTERGRUND: BODENSCHUTZ.....	72
QUELLEN- UND BILDNACHWEISE.....	73

Einleitung

Wie riecht und fühlt sich der Boden unter uns an? Wie entsteht in der Natur fruchtbarer Boden? Welche Lebewesen tummeln sich da unter unseren Füßen und wie können wir selbst fruchtbaren Boden gewinnen? Mit dem vorliegenden Unterrichtsmaterial können Sie gemeinsam mit Schüler*innen (SuS) den Boden entdecken.

Zielgruppe

Das Unterrichtsmaterial ist für SuS der 5. und 6. Klasse konzipiert und eignet sich besonders für die Durchführung eines Projekttags zum Thema Boden. Für einen Projekttag schlagen wir vor, dass Sie gemeinsam mit ein bis zwei Kolleg*innen die Module als Lernstation anbieten und somit die SuS in Kleingruppen lernen können. Einen exemplarischen Ablaufplan für einen Projekttag finden Sie ebenfalls in diesem Material.

Aufbau des Materials

Das Unterrichtsmaterial gibt zunächst einen **Überblick über die einzelnen Module**, beschreibt den Ablauf, welche Materialien Sie benötigen und wie viel Zeit. Dem folgt ein **exemplarischer Ablaufplan** für einen Projekttag. Anschließend finden Sie die **Stationszettel**, die **Arbeitsblätter** für die Schüler*innen, **Lösungsblätter und Erläuterungen** zum wissenschaftlichen Hintergrund der Station. Abschließend finden Sie Literaturhinweise und ein Quellenverzeichnis.

Bezug zum Rahmenlehrplan sowie Ziele und Kompetenzen

Die Module eröffnen verschiedene Perspektiven auf das Thema Boden und sind fächerverbindend konzipiert. Inhalte und Fachmethoden aus den Fächern Deutsch, Kunst und Naturwissenschaft bzw. Biologie werden mit dem Material angesprochen. Die Unterrichtsmodule greifen jedoch insbesondere Themen und Fachbegriffe aus dem Rahmenlehrplan Berlin/ Brandenburg für Naturwissenschaft in der 5. und 6. Klasse auf. Unter **3.5 Pflanzen, Tiere, Lebensräume** ist im Rahmenlehrplan die Erkundung von Lebensräumen und die Wechselwirkungen von Organismen der Schwerpunkt.

In dem vorliegenden Unterrichtsmaterial werden folgende Ziele verfolgt und Kompetenzen angebahnt:

- Der Lebensraum Boden wird erforscht.
- Die Nahrungsbeziehungen von Bodenlebewesen werden spielerisch erkundet.
- Der Boden als wichtiger Einflussfaktor für Lebewesen entdeckt.
- Mit einem Kompostversuch wird die Fachmethode Beobachten und Messen über einen längeren Zeitraum geübt.
- Mit Bodenproben und der Untersuchung von Bodenlebewesen üben die SuS Fachmethoden wie Vergleichen, Ordnen und Unterscheiden, Beobachten und Erklären.
- Die SuS lernen verschiedene Nutzungen des Bodens durch den Menschen und die daraus resultierenden Gefährdungen kennen. Sie entwickeln eigene Ideen zum Schutz des Bodens und diskutieren diese kritisch.
- Sie lernen die Kompostierung als eine Form des nachhaltigen Umgangs mit organischen Reststoffen und als eine Methode zur Erhaltung und zum Aufbau des fruchtbaren Bodens kennen.

Unterrichtsmodule

Netzspiel: Lebensraum Boden

Mit dem Einstiegsspiel lernen die Schülerinnen und Schüler (SuS) die verschiedenen Bodenlebewesen kennen und in welchen Nahrungsbeziehungen sie zu einander stehen, in dem sie untereinander ein „Boden-netz“ spannen. Sie erfahren, wie leicht das Netz durch den Bau von Straßen, intensive Landwirtschaft oder Rodung gefährdet ist.

Ablauf: Die SuS ziehen eine Karte und verbinden die einzelnen Lebewesen in Form eines Nahrungsnetzes durch ein Faden miteinander. Erläutern Sie dabei die Vielzahl an Bodenlebewesen und ihre Funktion. Die Gefährdung des fragilen Systems wird im Anschluss verdeutlicht, in dem die LK (Lehrkraft) einzelne Fotos zeigt, die eine Bedrohung für die Lebewesen und den Boden bedeuten, z.B. Versiegelung durch Straßen und Häuser, Übernutzung durch zu viel Dünger, Verdichtung durch Traktor, Erosion durch Landwirtschaft und Rodung. Diskutieren Sie kurz mit den SuS, welche konkreten Auswirkungen die einzelnen Bedrohungen haben und verdeutlichen sie diese, in dem immer Lebewesen aus dem Netz verschwinden und es dadurch immer mehr zerfällt.

Material: Karten „Bodenlebewesen“, Knäuel, Fotos „Bedrohter Boden“ (Bilder ggf. laminieren)

Zeit: 15 min

Wortspiel: Boden

Die SuS schreiben eine Kurzgeschichte auf, in der sie verschiedene Redewendungen zum Boden und Synonyme für Boden verwenden.

Material: Arbeitsblatt, Stifte, Zettel

Zeit: 20-30 min

Boden entdecken

Die SuS erforschen verschiedene Böden in ihrer Umgebung, sie bestimmen die Bodenart und vergleichen die Proben miteinander.

Ablauf: Die SuS nehmen von einer Stelle eine Bodenprobe und füllen sie in ein Glas. Sie untersuchen die Probe auf Geruch, Farbe und Konsistenz und bestimmen die Bodenart und vergleichen anschließend ihre Untersuchungsergebnisse miteinander.

Materialien: Arbeitsblatt, kleiner Eimer mit Wasser, Löffel, Gläser

Zeit: 20-30 min

Vom Stein zu fruchtbarer Erde

In Experimenten ahmen die SuS die natürlichen Verwitterungsprozesse von Gestein bis zum Boden nach.

Ablauf: Die SuS überlegen zunächst wie Boden entsteht und woraus er besteht. Im nächsten Schritt zeigen Sie den SuS Gestein in unterschiedlichen Größen – vom massiven Stein bis hin zu feinem Sand und loser Organik (Blätter, Erde mit Wurzeln o.ä.). Die SuS sollen nun vermuten, wie aus großem Stein feiner Sand wird. Erläutern Sie denn die verschiedenen Verwitterungsprozesse, die Gestein zu fruchtbaren Boden werden lassen und verdeutlichen Sie die langen zeitlichen Horizonte. Anschließend können die SuS in zwei Experimenten mechanische und chemische Verwitterungsprozesse nachahmen. Mit Hammer sollen sie versuchen einen großen Stein zu zerkleinern. Zeigen Sie nun wie durch chemische Prozesse Gestein zersetzt werden kann, in dem sie Karbonatgestein in eine Petrischale geben und darauf ein paar Tropfen Salzsäure.

Hinweis: Um die chemische Zersetzung zu demonstrieren wurde hier 9% Salzsäure, HCl gewählt. Die chemische Zersetzung erfolgt aber in der Regel durch Wasser und darin gelöste Stoffe. Säuren, die an der Verwitterung von Steinen beteiligt sind, können bei der Ausgasung von Vulkanen oder durch Abgase von Industrie und Verkehr entstehen. Das ist hauptsächlich Schwefelsäure (H₂SO₄).

Materialien: Arbeitsblatt, Hammer, Schutzbrillen, Petrischale, Salzsäure max. 9 %, Kittel, Pipette, Gläser mit unterschiedlich großem Gestein (Kies bis feiner Sand) und großer Stein und Karbonatgestein

Zeit: 20-30 min

Von Menschen gemachter Boden: Terra Preta

Menschen gewinnen schon seit Jahrtausenden fruchtbaren Boden durch die Kompostierung organischer Abfälle und ahmen damit natürliche Prozesse nach. In einem Video bzw. Comic wird ein Beispiel erklärt, die Herstellung von Terra Preta durch die Ureinwohner des Amazonas. Ein anschließendes Quiz vertieft die zuvor geschauten Inhalte.

Ablauf: Die SuS sehen sich das Video an bzw. lesen das Comic und beantworten anschließend die Quizfragen.

Materialien: Comic, Quiz, Lösungsblatt, Fremdwörterbuch

Link Video: <https://youtu.be/StqaRG79Dxs>

Zeit: 20-30 min

Bewohnter Boden

Die SuS untersuchen und bestimmen Bodenlebewesen.

Ablauf: Die SuS suchen im Kompost, Boden oder Laub ein Bodenlebewesen und untersuchen es genauer in der Becherlupe. Welche Farbe hat es? Welche Form? Wie viel Gliedmaßen, Fühler u.ä.? Mit Hilfe der Karteikarten bestimmen sie das Bodenlebewesen. Im Arbeitsheft fertigen sie eine Zeichnung des Lebewesens an. Abschließend vergleichen die SuS die Bodenlebewesen miteinander und bestimmen, welcher übergeordneten Art sie angehören.

Hinweis: Auf den Karteikarten selbst sind auch Forschungsfragen vermerkt, die in die Gestaltung der Station einbezogen werden können. Es empfiehlt sich eine Auswahl unter den Karteikarten zu treffen, die der zu untersuchenden Umgebung entspricht.

Materialien: Arbeitsblatt, Becherlupe, weiße Papierdecke, Löffel, Pinzette, Pinsel, stumpfes Messer mit rundem Ende, Becherlupen-Kartei: Tiere im Kompost, Boden und morschen Bäumen (ca. 21,99 Euro)

Zeit: 20-30 min

Boden selber machen I: Unser Kompost

Die SuS beschäftigen sich mit dem schulischen Kompost, was auf den Kompost darf und wie richtig kompostiert wird. In einem Experiment vergleichen sie den Kompost mit einem sandigen Boden auf die Wasserhaltekapazität.

Ablauf: Anhand von Bildkarten bestimmen die SuS, was kompostiert werden kann und was nicht. Die LK erläutert, welche unterschiedlichen Arten der Kompostierung es gibt. Anschließend führen die SuS einen Kompostcheck durch und überprüfen anhand von Geruch, Temperatur und Feuchtigkeit, ob die Kompostierung optimal verläuft. Die SuS füllen in eine Socke Kompost, in eine andere den sandigen Boden. Dann füllen sie dieselbe Menge Wasser in die Socken und fangen das Wasser, das durchläuft mit einem anderen Becher auf. Abschließend beschreiben sie ihre Beobachtungen.

Materialien: Arbeitsblatt, Kompostthermometer (ab ca. 10 Euro), Bildkarten, Socken, Becher

Zeit: 20-30 min

Boden selber machen II: Kompostversuch

Die SuS bauen einen Mini-Kompostierer und starten einen kleinen Kompostversuch.

Ablauf: Die SuS bauen mithilfe der Bauanleitung aus einer PET-Flasche einen Mini-Kompostierer und beobachten und beschreiben die Zersetzung von organischen Material in den nächsten 14 Wochen.

Hinweis: Die Kompostversuche können variiert werden. So kann beispielsweise erforscht werden, ob sich kompostierbare Tüten zersetzen, Bananenschalen, grobe Holzstücke etc.

Materialien: Bauanleitung, 1,5 Liter PET-Flasche, 1 farbiges A4-Blatt, 1 kleines Stofftuch, Bohrmaschine/ Akkuschauber mit 5-6 mm Bohrer, Cutter-Messer, Gummi, Abfälle

Zeit: 20-30 min

Kokeln, Kochen, Kohle

Die SuS bauen nach Anleitung einen kleinen Pyrolyseofen und stellen damit selbst Pflanzenkohle her. Die Kohle testen sie in ihrem Kompostiersversuchen.

Ablauf: Die SuS bauen mithilfe der Anleitung einen kleinen Pyrolyseofen und verkohlen im Ofen verschiedene organische Materialien.

Hinweis: Die Verkohlung kann in der Pause erfolgen und gleichzeitig die Abwärme zum Teekochen genutzt werden.

Materialien: Bauanleitung, Material zum Bau des Ofens: 1 leere Konservendose Ø 7 cm, 1 leere Konservendose Ø 8,5 cm, 1 Hammer, Nagel 3-4 mm, 1 Metallschere oder scharfes Messer Handschuhe, Pyrolyse: Trockenes Pyrolysematerial: z.B. Holzreste, Äste, Pellets, Feuerzeug, Kohlenanzünder, 2 Kuchenauskühler als Untersetzer und Aufsetzer zum Kochen, Topf, Tee, Tassen, Gießkanne mit Wasser zum Löschen, Zange zum Herausheben der heißen Dose

Zeit: 20-30 min für den Bau, 20-30 min für Pyrolyse

Kohlezeichnung „Bodenschutz“

Die SuS zeichnen mit der hergestellten Pflanzenkohle gemeinsam oder einzeln ein Bild. Themen können sein: „Bodenschutz“ oder „Bedrohter Boden“ oder eine zeichnerische Zusammenfassung des Projekttages.

Materialien: Blätter, Kohle, Fixierspray

Zeit: 20-30 min

Boden schützen

Die SuS entwickeln gemeinsam Ideen, wie der Boden besser geschützt werden kann.

Ablauf: Verteilen Sie die Fotos „Bedrohter Boden“ an der Tafel oder auf dem Tisch (wenn Sie das Modul als Station verwenden) und lassen Sie die SuS nochmals die verschiedenen Bedrohungen des Bodens benennen. Im Anschluss entwickeln die SuS Ideen zum Schutz des Bodens. Jede Person notiert die Ideen auf kleinen Karten. Die Karten werden dann den entsprechenden Fotos zugeordnet. Gibt es Ideen zum Bodenschutz, die an der Schule umgesetzt werden können? Was bräuchten wir dafür? Diskutieren Sie gemeinsam, welche Hindernisse bei der Umsetzung der Ideen auftauchen könnten. Weisen auf bereits bestehende Maßnahmen zum Bodenschutz hin.

Materialien: Bildkarten „Bedrohter Boden“, Magneten, Karten

Zeit: 20-30 min

Boden-Memory

Die SuS entdecken, welche verschiedenen Böden sie in ihrer Umgebung finden. Mit Fotoapparat oder Mobiltelefon fotografieren sie die Böden und erstellen daraus ein Memory.

Materialien: Fotoapparate oder Mobiltelefone, Laptop/ Computer, Drucker, Laminiergerät und -folien

Zeit: 20min + 30 min

Ablauf

Für den Projekttag benötigen Sie insgesamt 5 x 45 Minuten bzw. zwei Doppelstunden und eine Unterrichtsstunde.

Zeit in min	Ablauf
10 - 15	Netzspiel: Lebensraum Boden
Stationen I	
20 -30	Station: Boden entdecken
20 -30	Station: Vom Stein zum fruchtbaren Boden
20 -30	Station: Bewohnter Boden
Pause	
Stationen II	
20 - 30	Station: Von Menschen gemachter Boden- Terra Preta
20 - 30	Station: Boden selber machen – Kompost
20-30	Station: Kokeln, Kochen Kohle: Bau eines einfachen Pyrolyseofens
20-30	Station: Wortspiele Boden
Pause mit Kokeln und Kochen	
20 min	Boden schützen
20 min	Kohlezeichnungen „Boden“

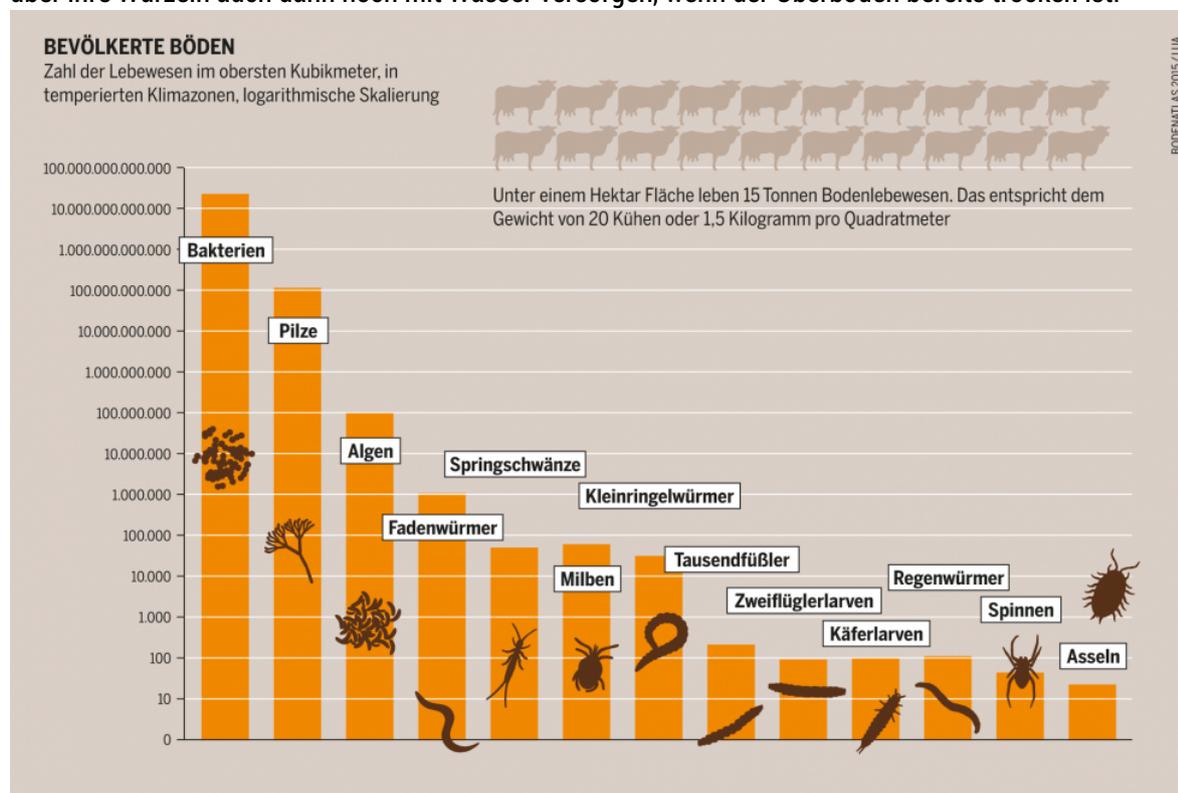
Netzspiel: Lebensraum Boden

Wissenschaftlicher Hintergrund Lebensraum Boden

„Im Oberboden, dem Humus, wimmelt es von Leben: Neben Regenwürmern, Asseln, Spinnen, Milben und Springschwänzen leben in einer Hand voll Boden mehr Mikroorganismen (etwa Bakterien, Pilze oder Amöben) als Menschen auf der Erde. Diese Lebewesen zersetzen abgestorbene Pflanzenteile, wandeln sie in Humus um und verteilen diese fruchtbare Substanz im Boden. Humus speichert Nährstoffe und Wasser und sorgt dafür, dass der Boden eine stabile Struktur mit vielen Poren erhält. Zudem enthält er viel Kohlenstoff, der ursprünglich von Pflanzen im Form des Klimagases CO₂ aus der Luft aufgenommen wurde. Der Boden ist einer der bedeutendsten Kohlenstoffspeicher überhaupt: Er bindet mit etwa 1.500 Milliarden Tonnen allein im Humus fast dreimal mehr Kohlenstoff als die gesamte lebende Biomasse, also alle Lebewesen inklusive Bäumen, Sträuchern und Gräsern.

Beim Boden ist es wie beim Käse: Das beinahe Wichtigste sind die Löcher. Die Poren des Bodens, also die Hohlräume zwischen den festen Bestandteilen wie Mineralien und Humuspartikeln, sorgen dafür, dass der Boden durchlüftet und so die Pflanzenwurzeln und Bodenlebewesen ausreichend mit Sauerstoff versorgt werden. Wasser wird durch Adhäsions- und Kapillarkräfte gegen die Schwerkraft gehalten – ein Boden kann bis zu 200 Liter pro Kubikmeter speichern und Pflanzen auch dann noch mit Flüssigkeit versorgen, wenn es länger nicht mehr geregnet hat. Das Porenvolumen eines Bodens ist abhängig von der Größe der mineralischen Bodenpartikel, dem Humusgehalt und der Durchwurzelung sowie der Aktivität der Bodenlebewesen.

Insbesondere Regenwürmer haben hier eine wichtige Funktion, denn ihre Gänge sind wichtige Wasserleitbahnen, die bei starken Niederschlägen die Aufgabe haben, das Wasser von der Oberfläche in den Unterboden zu transportieren. Dieser enthält weniger Humus und Lebewesen als der Oberboden und ist heller, durch unterschiedliche Eisenverbindungen häufig gelblich-ockerfarben oder auch rötlich. Ein tiefgründiger, gut durchwurzelbarer Unterboden spielt für die Bodenfruchtbarkeit eine große Rolle. Die Pflanze kann sich über ihre Wurzeln auch dann noch mit Wasser versorgen, wenn der Oberboden bereits trocken ist.“



Quelle: Bodenatlas. Das unsichtbare Ökosystem, S. 12

Nahrungsnetz der Bodenorganismen

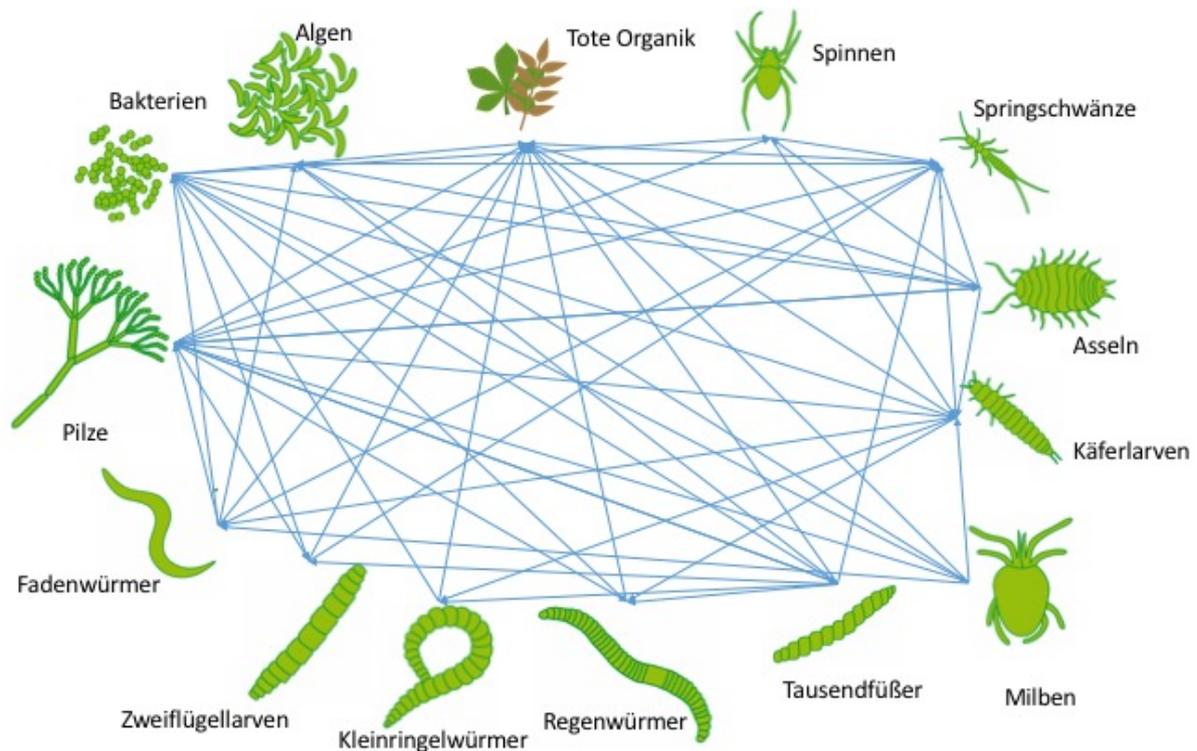


Abb.: Eigene Darstellung

Bakterien: $10^{13}/m^3$

Organismus: Bakterien sind einzellige Organismen ohne echten Zellkern (Prokaryoten), die durchschnittlich Größen zwischen 0,1 und 20 μm erreichen. Im Boden kommen sie vor allem in dem von Pflanzen durchwurzelten Bereich (Rhizosphäre) vor, wo sie im dünnen Wasserfilm, der die Bodenteilchen umgibt oder direkt an der Wurzeloberfläche zu finden sind. Die meisten Arten ernähren sich von abgestorbener organischer Substanz und den Ausscheidungen der Organismen (saprophytisch).

Bodenbakterien lassen sich systematisch in vier Gruppen unterteilen:

- Schleimbakterien (Myxobakterien)
- Blaugrüne Bakterien (Cyanobakterien)
- Eubakterien
- Actinomyceten



Funktion im Boden: Sie gewährleisten den Nährstoffumsatz, stabilisieren die Bodenstruktur, verbessern die Wasserspeicherung und fördern das Pflanzenwachstum. Gemeinsam mit den Pilzen leisten sie den größten Beitrag zum Abbau der organischen Substanz und stellen daraus lebensnotwendige Nährstoffe bereit, die von den Pflanzen aufgenommen werden.

Neben den „guten“ Bakterien gibt es aber auch solche, die in anderen Bodenorganismen oder Pflanzen Krankheiten auslösen können.

Schon gewusst?

In einem Gramm Boden können 100 Mio. Bakterien mit 4.000 bis 7.000 verschiedenen Arten leben.

Pilze: $10^{10}/m^3$

Organismus: Pilze sind Organismen, deren Körper als fadenförmiges Geflecht, dem so genannten Mycel, ausgebildet ist. Pilze leben überwiegend heterotroph, das heißt, sie können im Gegensatz zu den Pflanzen keine Energie aus dem Sonnenlicht gewinnen.

Aufgrund ihrer Ernährungsweise lassen sich vier Gruppen von Pilzen unterscheiden:

- Saprophytische Pilze (Zersetzer)
- Parasiten (pathogene, parasitische Pilze)
- Mykorrhiza-Pilze
- Schimmelpilze, Speisepilze



Funktion im Boden: Pilze zersetzen Pflanzenabfälle und die Kadaver toter Tiere. Im Boden zersetzen sie Eiweiße (Proteine), Kohlenhydrate sowie Lignin (Bestandteil verholzter Pflanzenteile) und bevorzugen ein neutrales bis saures Milieu. Saprophyten sind somit wesentlich am Abbau der organischen Substanz im Boden und dem Prozess der Humifizierung beteiligt. Es gibt außerdem Pilze, die in Symbiose mit Pflanzen leben und diese mit Nährstoffen aus dem Boden versorgen, während sie im Austausch Kohlenhydrate erhalten.

Allerdings gibt es auch zahlreiche parasitäre Pilzarten, die Pflanzen und Tiere infizieren und schwere Krankheiten verursachen.

Schon gewusst?

Die Menge der Pilze im Boden ist gegenüber den Bakterien etwa 50 bis 500 Mal kleiner. Jedoch übersteigt ihre Biomasse die der Bakterien um ein Vielfaches. Sie kann bis zu $1.000\text{ g}/m^2$ Boden betragen. 1000 g Boden kann ein bis zu 300 Meter langes Mycel enthalten. Vor allem in Wäldern sind Pilze die dominanten Mikroorganismen.

Algen: $10^7/m^3$

Organismus: Algen sind kernhaltige, eukaryotische, photoautotrophe, ein- oder vielzellige, verschieden gefärbte Pflanzen. Als photosynthesebetreibende Organismen gehören sie zu den wichtigsten Primärproduzenten. Die meisten Algen sind an das Leben im Wasser gebunden, es gibt aber auch eine Vielzahl an Bodenalgen, welche fast immer von Cyanobakterien begleitet werden.



Funktion im Boden: Bodenalgen sind als Primärproduzenten ein wichtiger Bestandteil des Edaphons. An Sonderstandorten, auf denen aufgrund von abiotischen Umweltfaktoren wie etwa extreme Temperaturen, der Exposition oder der Wasserverfügbarkeit keine höheren Pflanzen aufkommen können, können bestimmte Bodenalgen biogene Bodenkrusten („soil crusts“) entwickeln, die in Begleitung mit Cyanobakterien ein Klimaxstadium darstellen (z.B. in Wüsten oder auf Heideböden). Bedeutsam sind sie oft auch bei der Bodenbildung auf Rohboden-Standorten, wo sie Nährstoffe akkumulieren und durch Biomasse oder Krustenbildung die Bodenstruktur verbessern und die Bodenerosion gebremst werden kann

Schon gewusst?

Aufgrund der geringen Sonnenlichtverfügbarkeit im Boden, sind viele Bodenalgen zu einer mixotrophen Lebensweise übergegangen, d.h. neben der photoautotrophen Ernährung via Photosynthese können sie sich auch von organischen Stoffen ernähren.

Fadenwürmer: $10^6/m^3$

Organismus: Fadenwürmer (auch: *Nematoden*) umfassen eine artenreiche Klasse, die viele Lebensräume besiedelt. Bodennematoden werden zwischen 0,5 und 2 mm lang. Im Boden ist die Aktivität der dort lebenden Fadenwürmer stark feuchtigkeitsabhängig, d.h. sie sind auf den Wassergehalt im Boden angewiesen.



Funktion im Boden: Die meisten Bodennematoden sind Folgezersetzer (*Saprobionten*): sie fressen Bakterien und deren Abbauprodukten. Ihre bodenbiologische Bedeutung liegt hauptsächlich in der Anreicherung stickstoffhaltiger Verbindungen. Fadenwürmer stellen selbst aber auch eine Nahrungsquelle für übrige Bodenorganismen dar.

Schon gewusst?

Neben den Saprobionten gibt es auch Fadenwürmer, welche parasitär Leben und für Krankheiten bei Tieren und Pflanzen verantwortlich sind.

Milben: knapp $10^5/m^3$

Organismus: Milben gehören zu den Spinnentieren (Arachnida) und werden etwa 0,1 bis 4 mm groß. Milben ernähren sich von abgestorbenen Pflanzenmaterial sowie von Pilzen und Algen.



Funktion im Boden: Sie gehören mit zu den Primärzersettern und bilden aus toten organischen Substanzen fruchtbaren Humus.

Schon gewusst?

Neben den humusbildenden Milben gibt es auch Raubmilben, die sich meist parasitär von anderen Bodenlebewesen ernähren.

Springschwänze: knapp $10^5/m^3$

Organismus: Springschwänze werden auch Colembolen genannt. Springschwänze sind flügellose Insekten, die eine Größe von 0,1 bis 3 mm erreichen können. Sie sind besonders zahlreich in Waldböden anzutreffen, da sie eine feuchte Umgebung bevorzugen



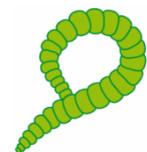
Funktion im Boden: Springschwänze ernähren sich von toter organischer Materie und sind daher der Gruppe der Zersetzer (Destruenten) zuzuordnen. Wie andere Destruenten sind sie entscheidend für den Nährstoffhaushalt und Stoffumsatz im Boden.

Schon gewusst?

Namensgebend für die Springschwänze ist die „Springgabel“ am Hinterleib mit der sie sich bei Gefahr wegkatapultieren können.

Kleinringelwürmer: zwischen 10^4 und $10^5/m^3$

Organismus: Bei den Enchyträen handelt es sich um kleine, etwa 1 bis 50 mm lange Ringelwürmer. Wie viele Würmer gehören sie zu den Substratfressern, d.h. sie nehmen das Substrat ihrer Umgebung auf (im Erdreich sind dies Bodenpartikel wie Sand, etc. in der Laubstreuenschicht Pflanzenpartikel u.Ä.) und ernähren sich von den Mikroorganismen, die an diesen haften. Den für die Würmer unverdaulichen Teil scheiden sie wieder aus.



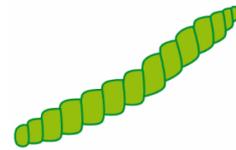
Funktion im Boden: Für den Stoffkreislauf im Boden kommt den Enchyträen eine größere Bedeutung bei der Zersetzung organischer Substanzen als den Regenwürmern zu. Doch auch für die physikalischen Eigenschaften eines Bodens spielen Kleinringelwürmer eine große Rolle, da sie Gänge graben/fressen, die sich günstig auf die Luft- und Wasserführung im Boden auswirken. Die Kotkrümel enthalten Bodenteilchen, die mit Mikrobenschleim verkittet sind. Diese Krümel sind sehr stabil und wirken sich positiv in leicht verschlammten Böden aus.

Schon gewusst?

Ist der Boden zu stark verdichtet (bspw. durch anthropogene Tätigkeiten wie das Befahren mit schwerem Gerät) schaffen es einige Bodenorganismen nicht mehr sich durch den Boden zu graben/fressen.

Tausendfüßer: zwischen 100 und $10^3/m^3$

Organismus: Tausendfüßer bilden einen Unterstamm der Gliederfüßer (Arthropoda) und umfassen die Klassen der Hundertfüßer, Wenigfüßer, Zwergfüßer und Doppelfüßer. Letztere ist im allgemeinen Sprachgebrauch oft mit dem Begriff *Tausendfüßer* gemeint. Die Nahrung besteht hauptsächlich aus toten Pflanzenresten oder kleiner Mikroorganismen, Larven der Tausendfüßer fressen vor allem Pilze und Algen. In Ausnahmefällen werden auch lebende Pflanzen oder Aas verspeist. Diese Arten, welche sich von lebenden Pflanzenteilen ernähren gehören in der Landwirtschaft (bzw. in Gewächshäusern) eher zu den Pflanzenschädlingen. Die Klasse der Hundertfüßer, die auch den Tausendfüßern zugeordnet werden, sind außerdem mit Giftklauen ausgestattet und leben meist räuberisch und ernähren sich von kleinen weichhäutigen Tieren.



Funktion im Boden: Da sie zum Aufschluss von Pflanzenabfällen wie Laub beitragen, gehören sie zu den wichtigen Primärzersettern. Ihre Ausscheidungen können auch die für die Bodenfruchtbarkeit wichtigen Ton-Humus-Komplexe enthalten, die sie vor allem auch in etwas tiefere Bodenbereiche einbringen können.

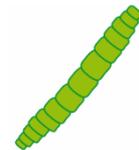
Schon gewusst?
Die Anzahl der Beinpaare schwankt je nach Art zwischen 13 und 250 (bei der Art *Illacme plenipes* wurden sogar 750 Beinpaare gezählt).

Schon gewusst?

Die Anzahl der Beinpaare schwankt je nach Art zwischen 13 und 250 (bei der Art *Illacme plenipes* wurden sogar 750 Beinpaare gezählt).

Zweiflüglerlarven: ca. $100/m^3$

Organismus: Zweiflüglerlarven werden umgangssprachlich auch „Maden“ genannt. Sie bevorzugen in der Regel feuchte bis nasse Böden und sind empfindlich gegenüber Trockenheit. Die Ernährung kann recht unterschiedlich ausfallen, umfasst aber überwiegend abgestorbenes pflanzliches Material.



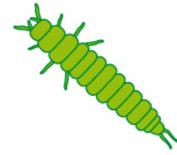
Funktion im Boden: Sehr viele Zweiflüglerlarven gelten als Humusbildner. Sie leben in unterschiedlichsten Böden und ernähren sich dort entweder parasitisch oder räuberisch von lebenden Pflanzen und Tieren. Es gibt auch Arten, die saprophag leben und sich von Detritus, Aas oder Kot ernähren, womit sie eine wichtige Rolle bei deren Beseitigung erfüllen.

Schon gewusst?

Neben dieser sehr nützlichen Funktion als Zersetzer, können diese Larven auch als Parasiten und Pflanzenschädlinge auftreten, die bspw. zur typischen Gallbildung führen.

Käferlarven: ca. 100/m³

Organismus: Im Boden lebende Larven werden auch als Engerlinge bezeichnet. Sie ernähren sich von den Eltern angelegten Futtermitteln aus Exkrementen (Mistkäfer) oder auch von Pflanzenresten oder lebenden Pflanzen.



Funktion im Boden:

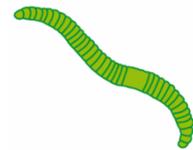
Einlagerungen von Kot in den Boden gewährleisten auch eine Nährstoffzufuhr in diesen, welche evtl. an der Oberfläche durch zu schnelle Verrottungsprozesse verloren gehen oder nicht genutzt werden würde. Grabende Aktivitäten der Larven tragen zur Durchmischung und Durchlüftung des Bodens bei.

Schon gewusst?

Käferlarven, die sich massenweise an den Wurzeln von Nutzpflanzen gütlich tun, gelten als ernst zu nehmende Schädlinge in der Landwirtschaft (z.B. der Maikäfer). Der Einsatz von Insektiziden sollte unter ökologischen Aspekten dennoch äußerst kritisch betrachtet werden.

Regenwürmer: ca. 100/m³

Organismus: Regenwürmer gehören zu den Ringelwürmern (genauer zur Klasse der Gürtelwürmer) und zählen zu den wichtigsten Bodentieren und ihre Anzahl gilt als Indikator für den Gesundheitszustand eines Bodens. Sie ernähren sich von organischen Resten (pflanzlichen und tierischen) und Mikroorganismen. Das ökologische Verhalten der Regenwürmer ist sehr vielfältig. Man kann ungefähr 3 Lebensformtypen unterscheiden:



- **Streuformen** halten sich in der Humusaufgabe der Böden oder anderer Anhäufungen organischer Substanzen auf.
- **Tiefgräber** fressen nur an der Bodenoberfläche. Sie graben jedoch tiefe Gänge.
- **Mineralbodenformen** beschränken sich auf flache Gangsysteme (bis 30 cm maximal 50 cm Tiefe).

Entsprechend ihrer Ernährung produzieren Tiefgräber oder nichtgrabende Streuformen stark humose eher schwach mineralische Kotballen. Mineralbodenformen aber auch Tiefgräber nehmen beim Graben die gesamten Bodensubstanzen auf und verdauen die organischen Anteile und Mikroorganismen. Diese Kotballen sind dementsprechend mineralhaltiger.

Funktion im Boden:

Regenwürmer verbessern die Qualität eines Bodens, indem sie dessen Stabilität, Porosität und Fähigkeit Wasser zu speichern deutlich verbessern. In den mit Wurmlosung ausgekleideten Gängen sind Wasser und Nährstoffe für Pflanzenwurzeln leicht verfügbar. Durch den Verdauungsvorgang werden Tonteilchen, Huminstoffe und andere organische Teilchen fest mit einander vermengt. Es entstehen so genannte Ton-Humus-Komplexe (*organo-mineralische Komplexe*), welche mit dem Wurm Kot ausgeschieden werden. Diese Verbindungen aus Ton- und Humusteilchen können sehr gut Wasser anlagern und wertvolle Nährstoffe tauschen.

Schon gewusst?

Die Regenwürmer, die auf einem Hektar leben, können zusammen ein Gewicht von bis zu 2500 kg erreichen und verantwortlich sein für 600 t Wurmlosung pro Jahr sowie einer Gesamtlänge der gegrabenen Gänge von rund 9000 km.

Schon Charles Darwin soll den Regenwurm als wichtigsten Helfer der Bauern bezeichnet haben.

Spinnen: zwischen 10 und 100/m³

Organismus: Bei den Spinnen handelt es sich um eine sehr artenreiche Klasse von denen viele am und im Boden leben. Neben den größeren und bekannten Spinnen gibt es auch die Familie der Bodenspinnen. Bei diesen handelt es sich um recht kleine Spinnen, die maximal 3 mm groß werden. Sie kommen sowohl in feuchten Regionen als auch in trockenen Wäldern vor.



Funktion im Boden: Die Bedeutung von Spinnen für die biologischen Prozesse im Boden wird oft als zu gering eingeschätzt. Obwohl Spinnen bereits seit Jahrmillionen existieren sind sie vergleichsweise immer noch recht unerforscht.

Spinnen erjagen kleinere und größere Insekten und führen dem Boden durch ihre Ausscheidungen so stickstoffreiche Substanzen zu. Durch den Bau von Kammern und Gängen können sie auch zur Belüftung des Bodens beitragen.

Schon gewusst?

Auf Wald- und Heideböden können 50 bis 150 Spinnen auf einem m² Boden zu finden sein.

Asseln: zwischen 10 und 100/m³

Organismus: Bei Asseln handelt es sich um landbewohnende Krebstiere, die bis 20 mm lang werden können. Aufgrund ihrer Kiemenatmung sind sie an feuchte Umgebungen gebunden. Einige Landasseln sind jedoch mit Trachealorganen für die Luftatmung ausgestattet, was sie vor allem in trockenen Regionen, wo es keine Regenwürmer gibt, zu den einzigen Streu-Zersettern und somit einer wichtigen Größe im Ökosystem macht.



Funktion im Boden: Sie ernähren sich von Pflanzenresten und sind wesentlich an der Humusbildung im Boden beteiligt. Neben Pflanzenresten werden auch Algen, Spinneneier, Insektenkadaver, Pilze und eigener Kot aufgenommen.

Die Zersetzung des organischen Materials hat außerdem zur Folge, dass sich die Oberfläche dadurch vergrößert und von mehr Mikroorganismen besiedelt werden kann.

Schon gewusst?

Am dichtesten besiedelt sind strandnahe und unterirdische Lebensräume mit hohem Feuchtigkeitsgehalt. In Mitteleuropa finden sich relativ hohe Populationsdichten besonders in geeigneten Biotopen am Küstenstrich von Ostsee, Nordsee und Atlantik. So wurden in einem Erlenbruch bei Usedom z.B. 190 Asseln pro m² und 30 cm Tiefe, im atlantischen Bereich sogar Extremwerte von über 7000 Individuen pro m² gefunden.

Tote pflanzliche Organik

Bildet die Nahrungsgrundlage vieler Bodenorganismen.

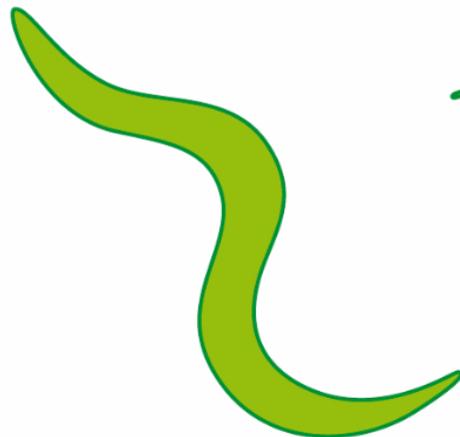
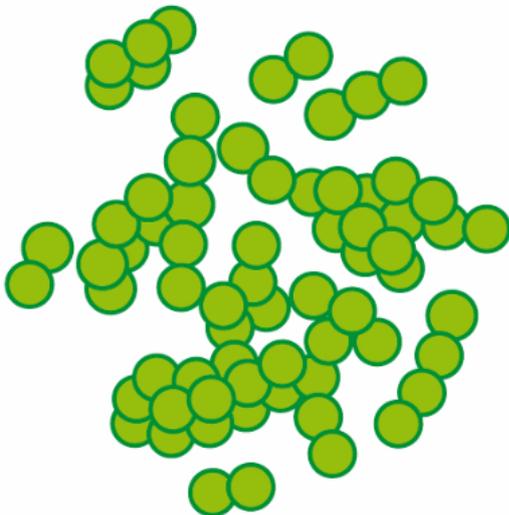
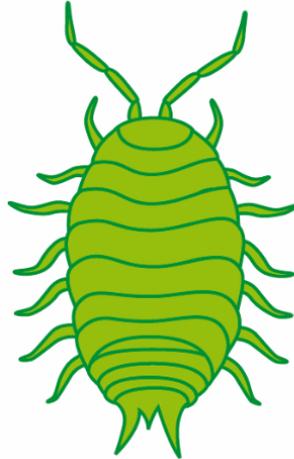
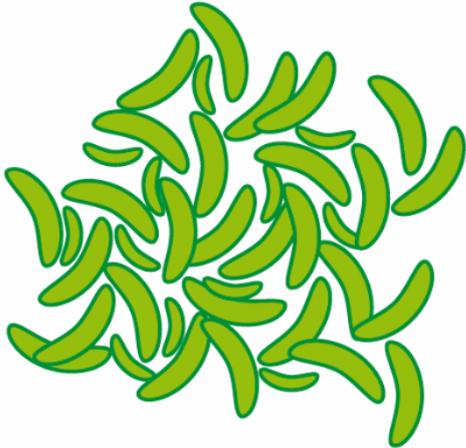
Der sogenannte Nährhumus bezeichnet die organischen Stoffe, die rasch im Boden von den Organismen abgebaut und umgesetzt werden. Er liefert Kohlenhydrate, Lignin (der Ligninanteil hängt vom Verholungsgrad der Pflanzen ab) und stickstoffhaltige Verbindungen

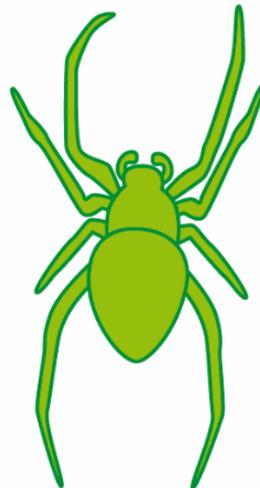
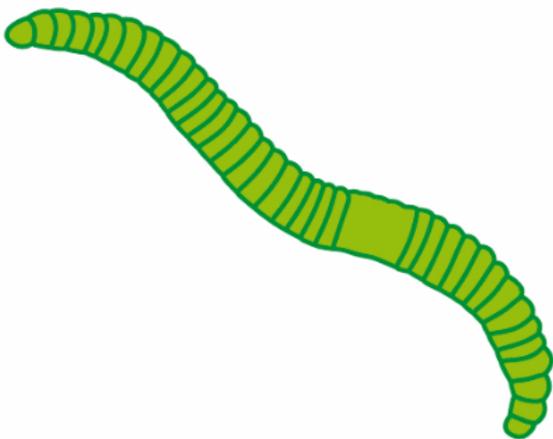
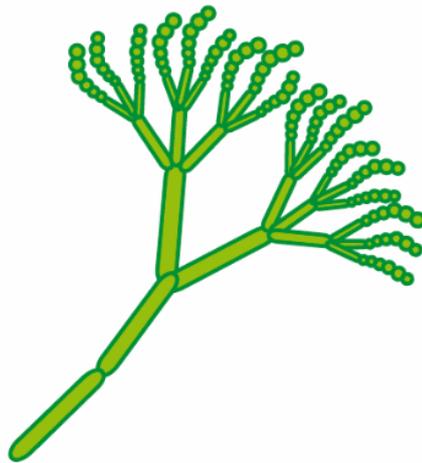
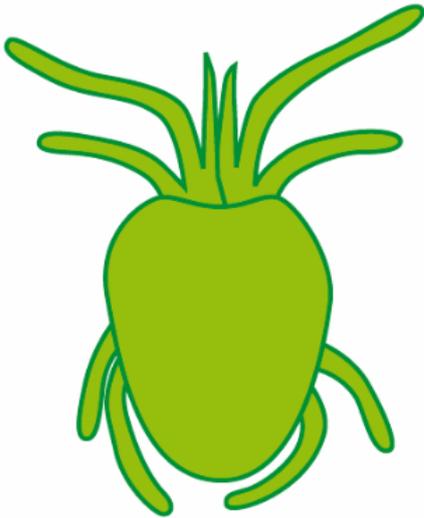
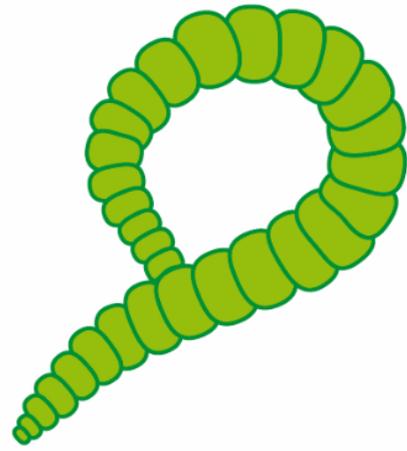
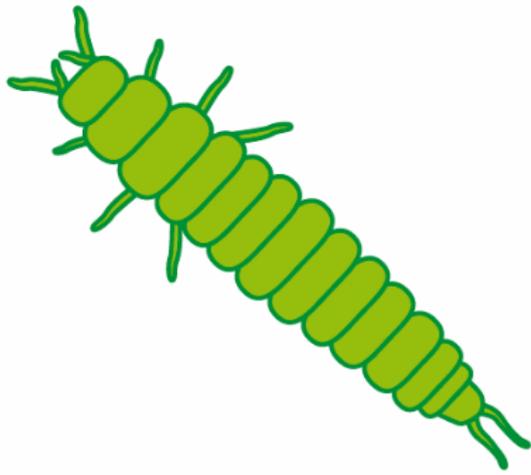


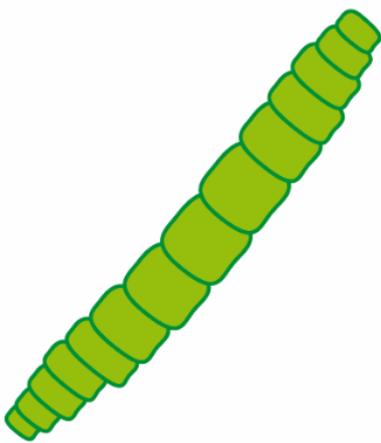
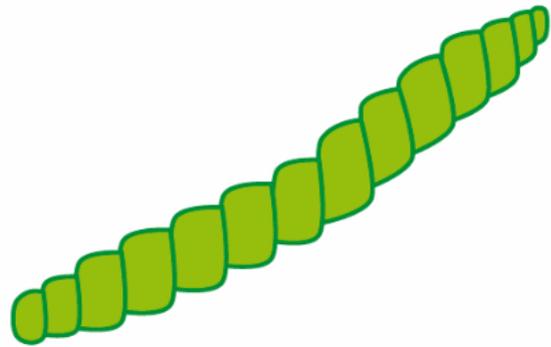
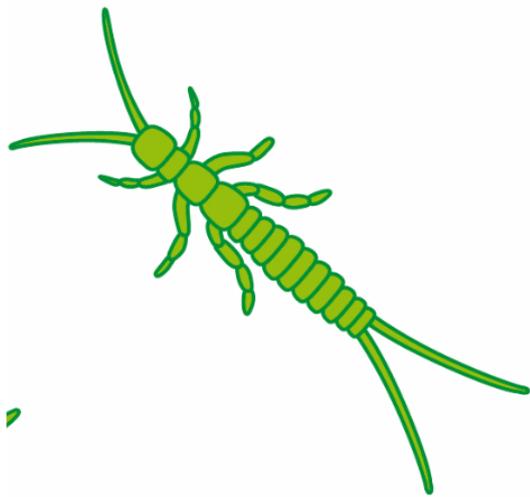
Bildkarten „Bodenorganismen“

Beispielhaftes Mengen der Bodenorganismen für das Nahrungsnetz:

Bakterien 6, Tote Organik 5, Pilze 4, Algen 2, je 1 Fadenwürmer, Asseln, Springschwänze, Käferlarven, Kleinringelwürmer, Milben, Spinnen, Tausenfüßer, Zweiflüglerlarven, Regenwürmer





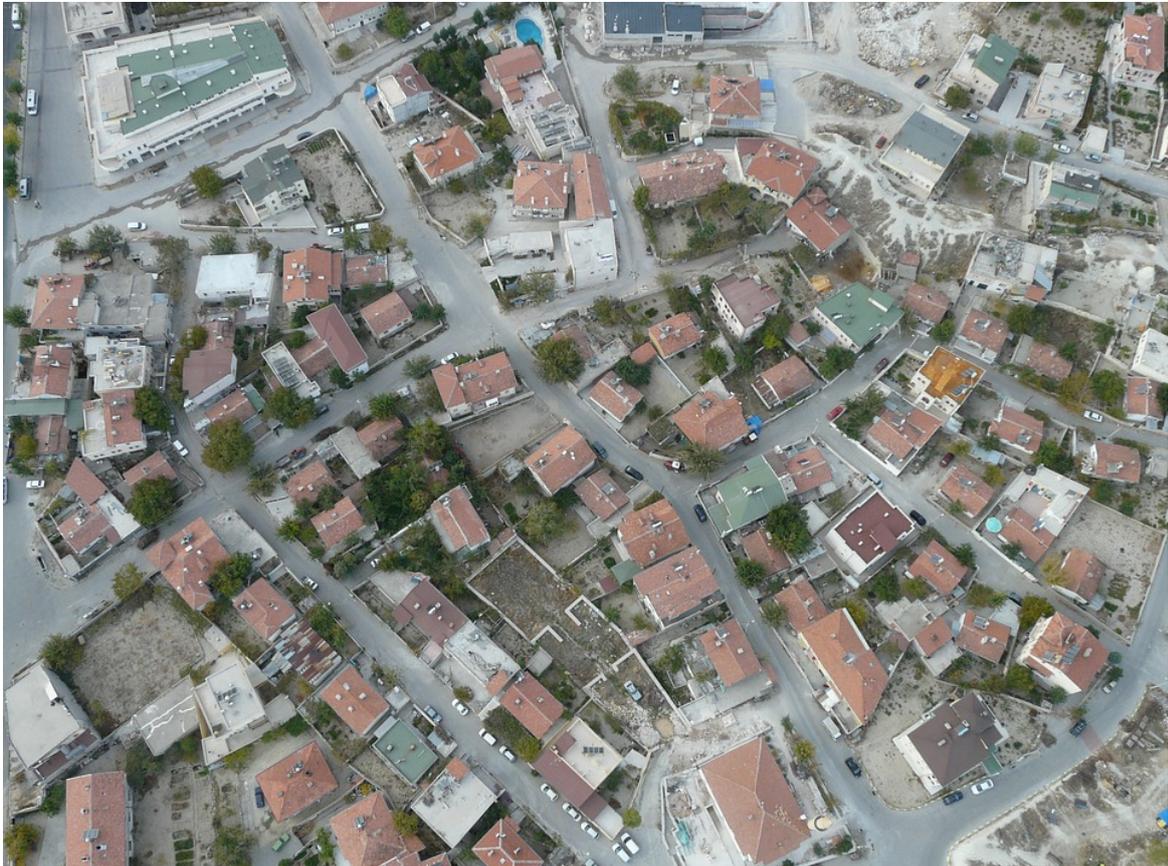
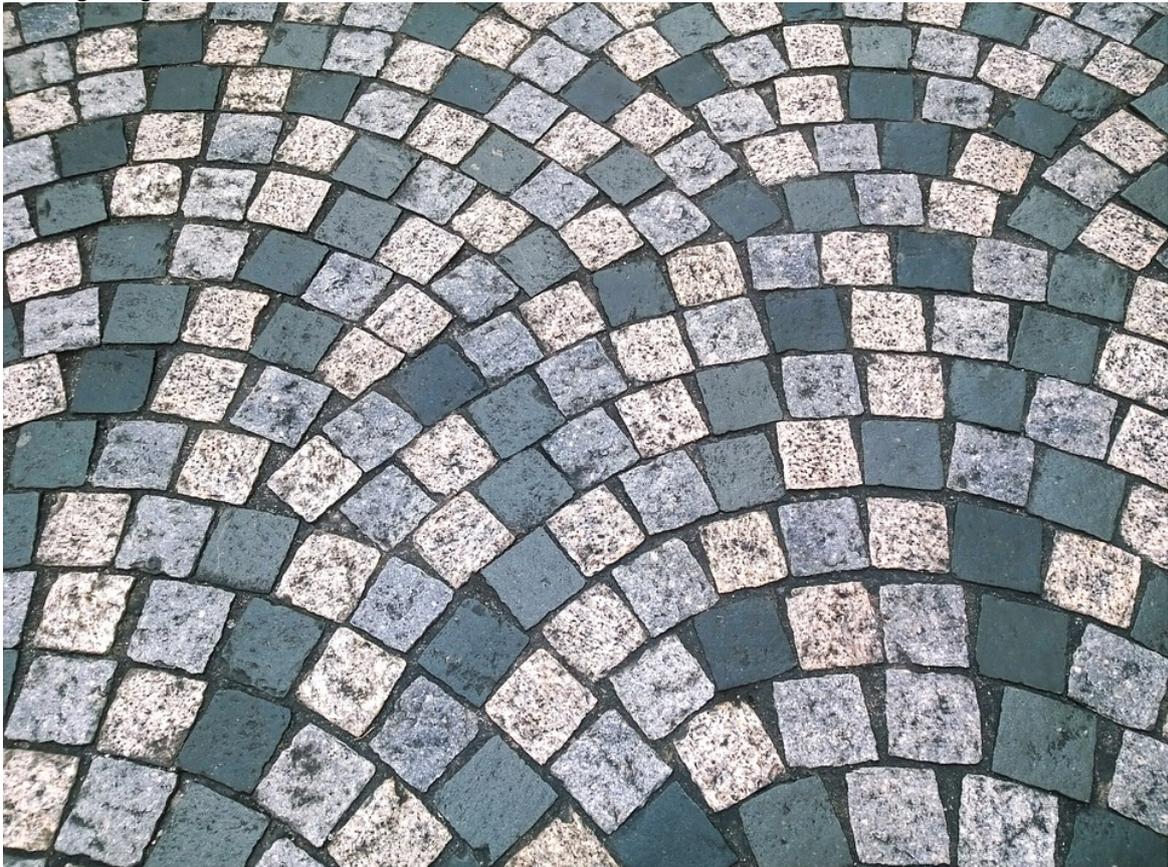


Fotos „Bedrohter Boden“

Entwaldung



Versiegelung



Abbau von Rohstoffen



Bau von Staudämmen



Überdüngung mit Gülle



Bodenverdichtung durch schweres landwirtschaftliches Gerät



Übernutzung durch Monokulturen



Verseuchte Böden durch Industrie und Landwirtschaft



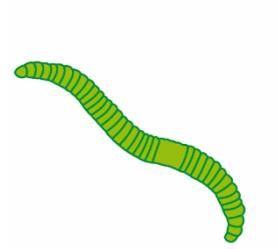
Station: Bewohnter Boden

Welche Tiere leben im Kompost, im Laub oder im Beet?

Material: Arbeitsheft, Becherlupe, weiße Papierdecke, Löffel, Pinzette, Pinsel, stumpfes Messer mit runden Ende, Karteikarten

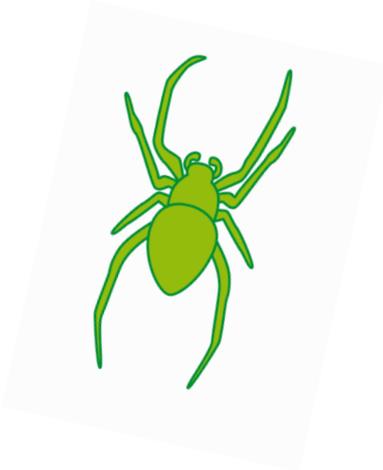
Bewohnter Boden

Welche Tiere leben im Kompost, im Laub oder im Beet? Gehe auf Entdeckungsreise. Sammle etwas Erde und breite sie am Tisch auf einem Tuch aus.



Betrachte eines der Tiere in der Becherlupe und skizziere das Tier.

Bestimme anhand der Karteikarten, welches Lebewesen du gefunden hast.



Wenn du noch Zeit hast, beantworte die Fragen auf einer der Karteikarten.

Station: Wortspiele Boden

Schreibe eine Geschichte, in der du Redewendungen zum Boden und Synonyme (gleichbedeutende Worte) verwendest.

Material: Arbeitsheft

Wortspiele Boden

Schreibe eine Geschichte, in der du Redewendungen zum Boden und Synonyme (gleichbedeutende Worte) für Boden verwendest.

Erde

Dreck

Fußboden

Ackerkrume

Scholle

Grund

Territorium

Besitz

den Boden unter den Füßen verlieren

Bodenhaftung haben

bodenlos

Mutterboden

in Grund und Boden schämen

Boden gewinnen

am Boden zerstört sein

auf dem Boden der Tatsachen zurückkehren

vom Erdboden verschluckt

Bodenschutz

Station:

Boden entdecken

Erforsche die Vielfalt der Erde.

Suche dir eine Stelle in der Umgebung aus. Nimm eine Probe von der Erde und fülle sie in ein Glas.

Untersuche und beschreibe deine Probe. Vergleicht eure Ergebnisse miteinander.

Materialien: Arbeitsheft, Löffel, Glas, Stift, Eimer + Wasser

Wissenschaftlicher Hintergrund: Was ist ein Boden?

„Böden sind der belebte Teil der obersten Erdkruste.“ (Scheffer/ Schachtschnabel)

„Böden sind lebendige Systeme, Lebensraum von Organismen, die wir möglichst vorsichtig und umsichtig behandeln sollten.“ (Schmid/ Schelske)

„Böden sind Naturkörper, die je nach Art des Ausgangsgesteins und Reliefs unter einem bestimmten Klima und damit einer bestimmten Vegetation mit charakteristischen Lebensgemeinschaften entstanden sind.“ (Kuntze/ Roeschmann/ Schwerdtfeger)

„Bei diesen Größenverhältnissen wird deutlich, dass Böden die dünne und verletzbare Haut der Erde bilden, die besonderer Aufmerksamkeit bedarf.“ (Scheffer/ Schachtschnabel)

Als Boden wird die oberste Schicht der festen Erdkruste bezeichnet. Sie ist nur wenige Zentimeter bis etliche Meter dick. Boden ist belebt und unterscheidet sich dadurch grundsätzlich vom Gestein. Nach oben ist der Boden durch eine mehr oder weniger dichte Pflanzendecke und die Atmosphäre, nach unten ist der Boden durch festes oder lockeres Gestein begrenzt. Boden besteht aus Mineralien unterschiedlichster Art und Größe, die als mineralische Substanz bezeichnet wird sowie aus Humus. Der Humus ist aus abgestorbenen Pflanzen und Tieren hervorgegangen und wird auch als organische Substanz bezeichnet.

Was ist eine Bodenart?

Im Laufe der Verwitterung von Gesteinen entstehen verschieden große Bodenpartikel, von großen Steinen bis zu feinen Körnern, welche nicht mehr mit bloßem Auge erkennbar sind. In den meisten Böden überwiegt der so genannte Feinboden, dessen Körner einen Durchmesser von weniger als 2 mm aufweisen. Das Mischungsverhältnis der Korngrößen Sand, Schluff und Ton eines Bodenhorizontes wird als Bodenart bezeichnet. Dabei werden drei Hauptbodenarten unterschieden.

Sand: \varnothing 2 - 0,063 mm

Schluff: \varnothing 0,063 und 0,002 mm.

Ton: \varnothing unter 0,002 mm.

Lehm ist ein Dreikorngemisch mit annähernd gleichen Anteilen aus den drei Hauptbodenarten Sand, Schluff und Ton.

Welche Bodenart vorliegt, kann mit Hilfe der Fingerprobe bestimmt werden. Dabei wird der angefeuchtete Boden zwischen den Fingern gerieben, gerollt und geknetet:

Sand ist körnig und klebt nicht

Schluff bleibt in den Fingerrillen haften

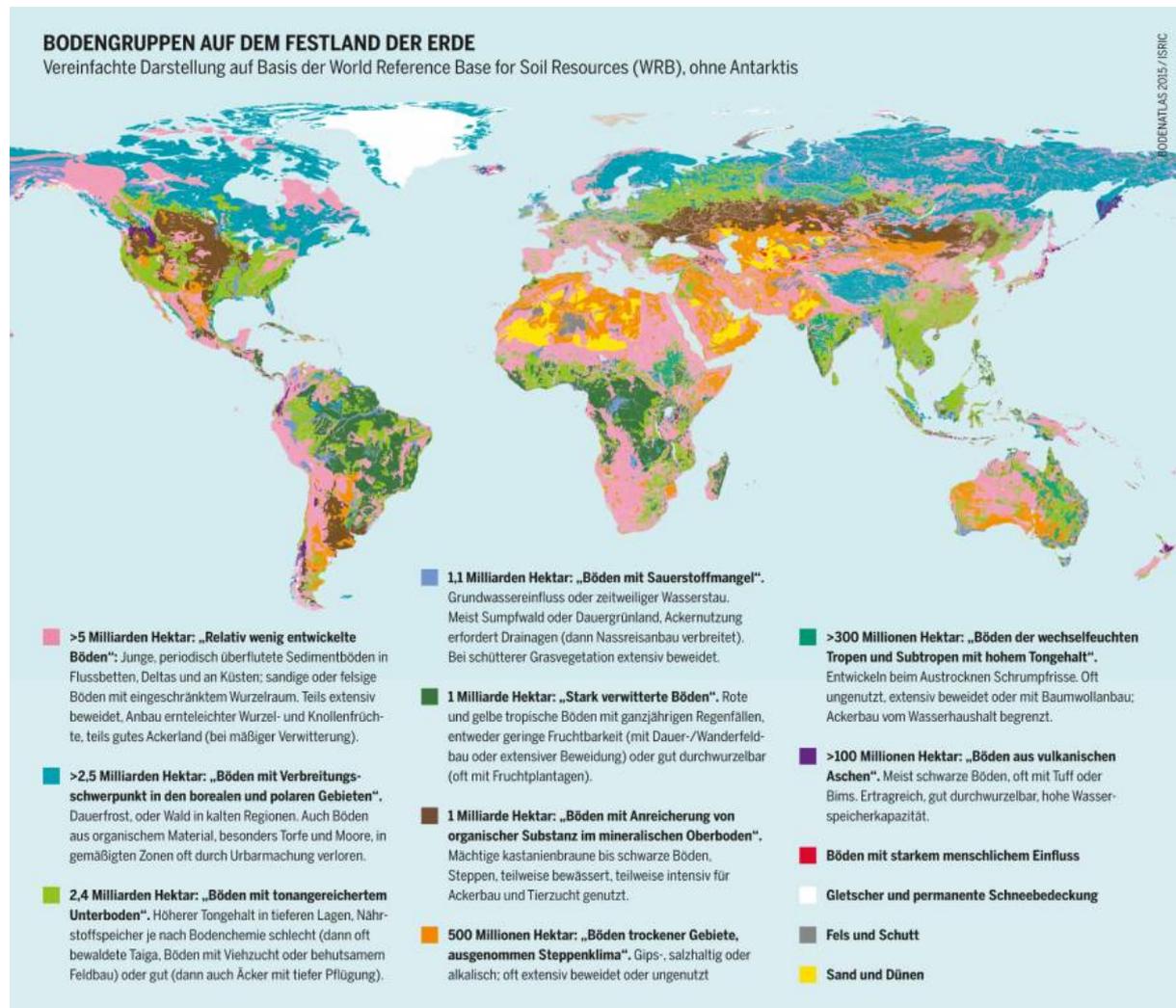
Ton ist klebrig, ausrollbar und glänzt

Lehm ist klebrig, ausrollbar und glänzt nicht

Die Bodenart ist ein außerordentlich wichtiges Bodenmerkmal, da hieraus die wichtigen ökologischen Bodeneigenschaften, z.B. Wasserspeichervermögen, Nährstoff- und Schadstoffspeichervermögen und Erosionsanfälligkeit, abgeleitet werden können. Die Bestimmung der Bodenart ermöglicht auch eine Einstufung des Bodens hinsichtlich Bearbeitbarkeit.

Bodengruppen

Böden werden nach Eigenschaften, wie dem Grad der Verwitterung oder ihrer Wasserhaltekapazität bestimmt. Untenstehende Grafik zeigt verschiedene Bodengruppen und ihre Nutzung.



Quellen: Die Entstehung unserer Böden (TLUG), S. 12, Ausstellung „Bodenschutz urban“ (UfU e.V.), Bodenatlas, S. 13

Boden entdecken

Erforsche die Vielfalt der Erde. Suche dir eine Stelle in der Umgebung aus. Nimm eine Probe von der Erde und fülle sie in ein Glas. Untersuche anschließend deine Probe und beschreibe sie.

Wie riecht die Erde?

Riecht sie nach Wald, Pilzen, modrigem Laub, Wasser, Dreck?

Wie fühlt sie sich die Erde an?

Wenn du die Erde zwischen den Fingern zerbröselst: ist sie nass oder trocken, glitschig, bröselig, hart, weich, klebt sie, rieselt sie?

Zu welcher Bodenart gehört die Erde?

Feuchte die Erde ein bisschen an. Versuche dann aus der Erde eine Wurst zu formen.

Sand: körnig, klebt nicht

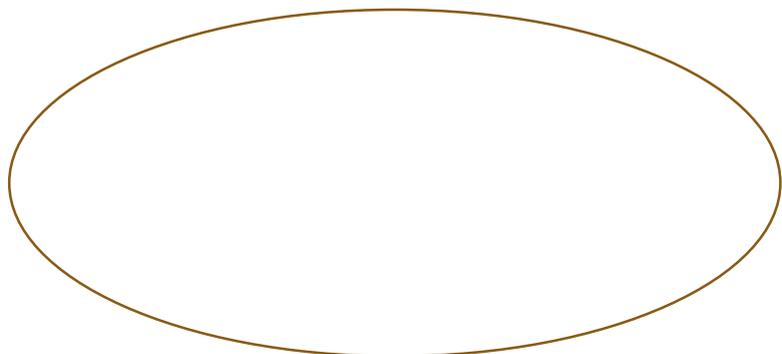
Schluff: haftet in Fingerrillen

Ton: klebrig, ausrollbar, glänzt

Lehm: klebrig, ausrollbar, glänzt nicht

Welche Farbe hat die Erde?

Nimm ein bisschen Erde und reibe sie über das Papier.



Station: Vom Stein zu fruchtbarer Erde

**Wie in der Natur Boden entsteht,
kannst du in Experimenten ausprobieren.**

Material: Gestein, Hammer, Schutzbrille, Petrischale, Salzsäure, Kittel,

Wissenschaftlicher Hintergrund: Wie entsteht Boden?

Die Entstehung eines Bodens beginnt mit der Verwitterung des Ausgangsgesteins an der Oberfläche und setzt sich im Laufe der Zeit in die Tiefe fort. Das Gestein verwittert durch den Einfluss von Wind, Regen und den Wechsel von Kälte und Wärme. Dabei wird das Gestein zunehmend gelockert; es entstehen Klüfte und Spalten. Auf der verwitterten Oberfläche siedeln sich zunächst niedere Pflanzen und auch Pioniere unter den Bodentieren an. Algen, Flechten und Moose fördern die Lösung von Mineralien und beschleunigen damit die weitere Verwitterung.

Die zersetzte organische Substanz führt hierbei zur Ausbildung einer wachsenden Humusschicht. In unserem Klima würde es unter ungestörten Verhältnissen 100 bis 200 Jahre dauern bis eine Humusschicht von 1 cm entsteht.

Es wird zwischen verschiedenen Arten der Verwitterung unterschieden.



Physikalische Verwitterung: Die Zersetzung des Gesteins geschieht hauptsächlich durch Druck und Dehnung. Hohe Schwanken der Temperatur führen zur Ausdehnung und zum Zusammenziehen des Gesteins. So entstehen Risse, in die Wasser eindringen kann. Bei Frost platzen die Risse dann weiter auf. Auskristallisierende Salze und aufquellende Tonminerale zersetzen ebenfalls auf mechanische Art das Gestein.



Chemische Verwitterung: Diese tritt fast immer unter der Mitwirkung von Wasser und den darin gelösten Stoffen auf. Das Ausgangsgestein wird dabei durch Lösungsverwitterung, Hydrolyse, Hydratation und Oxidation zersetzt.



Chemisch-biotische Verwitterung: Im Zuge der Zersetzung siedeln sich winzige Pflanzen auf dem Gestein an. Durch die Stoffwechselprodukte von Mikroorganismen, Pflanzen und Tieren kommt es zu weiterer Verwitterung.



Mechanisch-biotische Verwitterung: Es bilden sich einzelne Bruchstücke und es siedeln sich darauf höhere Pflanzen an. Deren Wurzeln sprengen die Risse und Spalten im Gestein weiter auf.

Vom Stein zu fruchtbarer Erde

Schon gewusst?

Es dauert bis zu 2000 Jahre bevor aus Gestein fruchtbarer Boden geworden ist. Wind, Wasser, Regen, Temperaturwechsel, Mikroorganismen und Pflanzenwurzeln zersetzen allmählich den festen Stein zu fruchtbaren Boden.

Wie wird aus Stein fruchtbarer Boden? Nenne und erläutere die verschiedenen Verwitterungsarten mit Stichworten. Fertige dazu eine kleine Illustration an.

..... **Verwitterung**

..... **Verwitterung**

..... **Verwitterung**

..... **Verwitterung**

Station: Von Menschen gemachter Boden Die Terra Preta

**Lest den Comic und beantwortet die
Quizfragen.**

Material: Arbeitsheft, Fremdwörterbuch, Lösungszettel

Wissenschaftlicher Hintergrund: Terra Preta

Die Wiederentdeckung der Terra Preta

Die Terra Preta de indio ist ein sehr nährstoffreicher schwarzer Boden, der im Zuge von archäologischen und anthropologischen Forschungen im Amazonasbecken vor knapp drei Jahrzehnten wiederentdeckt wurde. Der Name Terra Preta de indio (portugiesisch) steht für schwarze Erde der Ureinwohner.

Die Terra Preta de Indio, die an den Ufern des Amazonas gefunden wurde, befindet sich neben den ansonsten gelben und sehr unfruchtbaren Verwitterungsböden, auch »Ferralsole« genannt.



Abb.: Ferralsole im Vergleich mit Terra Preta do indio (Glaser & Woods , 2004) und Ausgrabung Terra Preta Böden (Neves, 2010)

Die Entstehung und die Bestandteile der Terra Preta

Die Terra Preta ist ein anthropogener, von Menschen gemachter Boden, der aus einer Mischung von Holz- bzw. Pflanzkohle und organischer Substanz besteht, dazu gehören menschlichen Fäkalien, Dung, pflanzliche Rückstände sowie Tonscherben und gelegentlich auch Knochen sowie Fischgräten. Die Terra Preta entstand also aus Kompostierung von organischen Abfällen. Die Fundorte verweisen zudem auf eine dichte Besiedlung und Bewirtschaftung durch Hochkulturen der Ureinwohner, die das Recycling von organischen Abfällen in einer Kreislaufwirtschaft betrieben.

Die Holzkohle und der hohe Gehalt an organischer Substanz gibt der Erde ihre charakteristische dunkle Farbe. Aufgrund der Farbe wird sie Terra Preta genannt. Terra-Preta-Böden sind in einem jahrhundertelangen Prozess entstanden. Die Kompostierung und Fermentierung von Abfällen führte zu einer bis heute beeindruckenden Fruchtbarkeit des Bodens.

Die Geschichte der Terra Preta

Erste Hinweise auf die Terra Preta in Europa lieferten bereits die Beschreibungen des Geistlichen Gaspar de Carvajal, ein Begleiter Francisco Orellanas, die als erste Europäer den Amazonas 1541 bis 1542 von Westen nach Osten befuhren. Carvajal beschrieb fruchtbares Land, Waldgärten und große Städte der Ureinwohner*innen am Amazonas. „An Land, ungefähr in 6 Meilen Distanz vom Fluss, konnte man große, gleißend weiße Städte sehen. Das Land ist so gut und fruchtbar und normal wie es in unserem Spanien erscheint“ (Taylor 2010).

Lange wurden diese Beschreibungen als Flunkereien und Übertreibungen abgetan, nicht zuletzt weil Carvajal auch von der Begegnung mit bewaffneten Amazonen schrieb. Doch mit den jüngsten, zuvor erläuterten Forschungen wurde seine Aussagen rehabilitiert.

Vom Jesuitenmissionar Johann Phillip Bettendorf ist die früheste Verwendung des Begriffs Terra Preta in Europa im Jahr 1670 bekannt. Doch die Terra Preta ist viel älter als die ersten europäische Kolonialisatoren davon Zeugnis gaben. Mit der Radiokarbonmethode wurde die schwarze Erde des Amazonas untersucht und es wurde herausgefunden, dass die älteste Erde bereits 8000 Jahre alt ist. Die Radiokarbonmethode ist ein Verfahren, um das Alter eines Stoffes mit Hilfe des Zerfalls von Radiocarbon (^{14}C) zu bestimmen.

Die Schlüsselkomponente der Terra Preta – Die Pflanzenkohle

Die Holzkohle zählt dabei als Schlüsselkomponente der hohen Fruchtbarkeit der Terra Preta do Indio (Glaser & Woods, 2004; Lehmann & Joseph, 2009). Heute wird die Holzkohle in der Terra Preta auch Pflanzen- oder Biokohle genannt, da sie aus der Verkohlungs pflanzlicher bzw. biologischer Materialien entsteht.

Die Herstellung von Pflanzenkohle - Pyrolyse

Das Verfahren zur Herstellung von Pflanzenkohle wird Pyrolyse (aus dem Griechischen: Pyr = Feuer, lysis = Auflösung) genannt. Pyrolyse ist eine thermo-chemische Spaltung organischer Verbindungen, unter der Einwirkung von hoher Temperatur und ohne zusätzlich zugeführten Sauerstoff. Der Prozess wird deswegen auch thermochemische Zersetzung genannt. Bei der direkten Pyrolyse erhitzt das zu pyrolysierende Gut durch Verbrennungsgase. Die Pyrolyse kann also die erforderliche Wärmeenergie aus dem Pyrolysegut selbst gewinnen. Generell entstehen Gase, Flüssigkeiten und Feststoffe. Die Mengenanteile und die Zusammensetzung hängen nicht nur vom Einsatzstoff, sondern auch von der Pyrolysetemperatur, den zugegebenen Hilfsstoffen, den Druckverhältnissen und der Behandlungsdauer ab.

Seit dem Altertum haben Menschen das Verfahren angewandt. Am bekanntesten ist die Herstellung von Holzkohle in Kohlenmeilern. Die Pyrolyseanlagen von heute verkohlen sauber und umweltfreundliche vor allem pflanzliche Reststoffe bei 350 - 1000 Grad Celsius. Die Prozesswärme kann weiter genutzt und so Energiekosten gespart und fossile Brennstoffe ersetzt werden.

Pyrolysieren kann man viele organische Reststoffe: Holz, pelletiertes Laub, Stroh von Getreide, Obstkerne, Getreidespelzen und sogar Algen oder Klärschlamm. Auf der Abbildung sehen sie lokale organische Reststoffe, die verkohlt werden. Pyrolysiert werden können aber ebenso Kokosfasern, Schalen von Erdnüssen, Pekannüssen, Reste aus der Reis- oder Hirseernte, Rückstände aus der Zuckerverarbeitung, Mist aus der Schweine-, Geflügel-, Milchkuh- und Rinderhaltung. Aus ökologischen Gründen ist es besonders wichtig, dass biologische Reststoffe für die Pyrolyse verwendet werden und zugleich die Abwärme, die bei der Pyrolyse entsteht, weiterverwendet wird beispielsweise zum Kochen oder Heizen.

Die Anwendung von Pflanzenkohle

Die Pflanzenkohle ist vielseitig einsetzbar und am nachhaltigsten in Kaskaden/ Stufen zu nutzen (Schmidt 2012).

Tierhaltung: Silagehilfsmittel, Futterzusatz, Einstreu, Güllebehandlung, Mistkompostierung

Rund 90% der Pflanzenkohle wird momentan in der Tierhaltung eingesetzt. Im Einstreu und der Gülle vermindert die Pflanzenkohle die Geruchsbelastung immens. Durchfallerkrankungen und Allergien nehmen ab, wenn Pflanzenkohle als Ergänzungsmittel gefüttert wird. Im Kompost ist die Pflanzenkohle dann ein hervorragender Speicher flüchtiger Nährstoffe.

Bodenverbesserung: Kompost, Torfersatz für Aufzuchterden

In sehr armen Böden zeigt die Einarbeitung von Pflanzenkohle positive Effekte auf die Bodenfruchtbarkeit. In Böden mit Humusgehalten über 1,5% in unseren gemäßigten Klimazonen sind diese Effekte nicht zu verzeichnen. Im Gegenteil, die starke Adsorption von Nährstoffen führt kurz- bis mittelfristig zu negativen Effekten auf das Pflanzenwachstum. Aus diesem Grund sollte die Pflanzenkohle zunächst mit Nährstoffen aufgeladen werden, was durch eine Kompostierung mit 10%-30% Pflanzenkohle erreicht wird. Mit dem gewonnenen Pflanzenkohlekompost kann Torf in den Substraten substituiert werden.

Gebäudekonstruktion

Pflanzkohle besitzt eine extrem niedrige Wärmeleitfähigkeit und kann bis zum sechsfachen ihres Eigengewichtes Wasser aufnehmen. Dank dieser Eigenschaften kann Pflanzkohle als isolierende, atmungsaktive, elektromagnetische Strahlungen absorbierende Innen- und Außenputze, die Lehm, aber auch Kalk- und Zementmörtel zugemischt werden.

Biogasproduktion

Durch die Zugabe von Pflanzkohle bei heterogenen Biomassen lässt sich die Methanausbeute verbessern und die CO₂ - sowie die Ammoniakemissionen verringern.

Abgasfilter

Pflanzkohle kann als Filter von Abgasen eingesetzt werden.

Die Schließung von Stoffkreisläufen

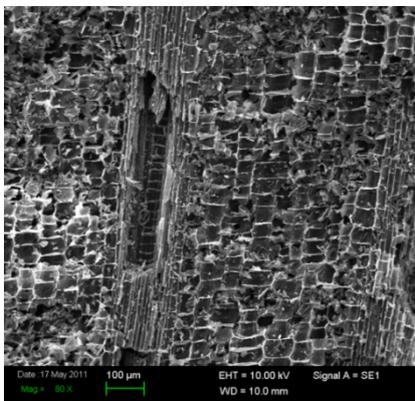
Die Anwendung von Pflanzkohle gestaltet sich besonders nachhaltig, wenn sie bei der Schließung von regionalen Stoffkreisläufen ins Spiel kommt. Exemplarisch wurde die Schließung von Stoffkreisläufen im Botanischen Garten von Berlin oder im Gutsgarten Hellersdorf erprobt. Aus Holzresten, Astschnitt und pelletierten Laub wird in der Pyrolyseanlage Pflanzkohle hergestellt. Weitere organische Abfälle, wie Rasen- und Astschnitt, aber auch Obst- und Gemüseabfälle werden dann gemeinsam mit Pflanzkohle kompostiert und fruchtbares Pflanzkohlesubstrat gewonnen, welches wiederum für den Anbau von Gemüse und Obst genutzt wird.

Im Botanischen Garten Berlin konnte bei der Schließung von Stoffkreisläufen viele positive Effekte erzielt werden, wie die Erzeugung fruchtbarer Erden, geringere Emissionen bei der Kompostierung, die Speicherung von Kohlenstoff und die Nutzung lokaler Ressourcen und die damit verbundenen Kosteneinsparungen. Die Ökobilanzierung des Modellprojektes zeigt, dass mit der Terra-Preta-Technologie einen negative CO₂-Bilanz erreicht werden konnte (vorher 160 Tonnen CO₂-eq/ Jahr, TPT -40 Tonnen CO₂-eq/ Jahr = CO₂ negativ).

Die Schließung von regionalen Stoffkreisläufen birgt viele Vorteile:

- Bisherige Abfälle werden nun als Ressourcen genutzt;
- Entsorgungskosten gespart;
- die Pyrolyse bindet langfristig CO₂;
- die gleichzeitige Nutzung der Abwärme ersetzt fossile Brennstoffe;
- es entsteht ein hochwertiger Kompost;
- der zum Anbau von Pflanzen verwendet wird und Torf und stickstoffhaltigen Dünger substituiert.

Die positiven Eigenschaften der Pflanzkohle



Anhand der kleinen Abbildung, die mit einem Rasterelektronenmikroskop entstand, wird deutlich, dass die Pflanzkohle äußerst porös ist und eine große innere und äußere Oberfläche hat. Aus dieser Beschaffenheit resultieren die verschiedenen positiven Eigenschaften der Pflanzkohle.

Erhöhte Adsorptionskapazität

Durch die poröse große und innere Oberfläche vermag die Pflanzkohle Wasser und darin gelöster Nährstoffe aufnehmen, die damit länger für die Pflanze zur Verfügung stehen und weniger ins Grundwasser ausgewaschen werden. Diese Eigenschaft nennt man die Adsorptionskapazität (AK) der Pflanzkohle.

Die erhöhte Adsorptionskapazität der Pflanzkohle kommt auch bei der Kompostierung zum Tragen. Bei der Verwendung feuchter und stickstoffreicher Materialien im Kompost, wie Rasenschnitt, Obst- und Gemüseabfälle, bindet die Kohle deren Nährstoffe und Wasser.

Erhöhte Kationenaustauschkapazität

Pflanzenkohle weist eine erhöhte Kationenaustauschkapazität auf. Das bedeutet, dass positiv geladene Kationen der Nährstoffe sich an die Oberfläche der Pflanzenkohle anlagern, nicht ausgewaschen werden und somit für die Pflanze und Mikroorganismen sehr gut verfügbar sind.

pH-Puffer

Die Pflanzenkohle fungiert außerdem als pH-Puffer für den Boden. Das bedeutet, dass saure Böden neutraler werden und Pflanzen besser wachsen.

Erhöhte Aktivität von Bodenorganismen

Auf und in der Pflanzenkohle siedeln sich auch gern nützliche Bodenorganismen an und durch die vermehrte Bodenaktivität ist die Pflanze besser vor Erkrankungen geschützt.

Langfristiger CO₂-Speicher

Die Pyrolyse bindet langfristig Kohlenstoff in der Pflanzenkohle. Gleichzeitig kann durch die Nutzung der Abwärme fossile Brennstoffe ersetzt werden. Beides dient dem Klimaschutz.

Erhöhte Boden- und Ressourcenproduktivität

Durch die Pyrolyse werden organische Reststoffe effizient genutzt und zugleich durch die Nutzung der Abwärme fossile Energiestoffe gespart. Darüber hinaus führt die Einarbeitung von Biokohlekompost in den Boden zu einer erhöhten Bodenproduktivität, aufgrund der oben genannten Eigenschaften.

Verminderte THG-Emissionen im Kompost

Bei der Kompostierung werden durch die Pflanzenkohle Methan-, Ammoniak- und Lachgasemissionen reduziert. Auch Kohlenstoffdioxid scheint weniger an die Atmosphäre abgegeben zu werden, was neueste Forschungsergebnisse zeigen.

Einsparung von Kosten

Durch den Einsatz von Pflanzenkohle können laufend anfallende Entsorgungskosten für organische Abfälle sowie Energiekosten durch die Nutzung der Wärmeenergie der Pyrolyse eingespart werden. Dem gegenüber stehen jedoch zunächst Investitionskosten für die Pyrolyseanlage und die Etablierung der Kreislaufschließung.

Das wahre Gold der Amazonas



Die Geschichte der Terra Preta

Herausgeberin:

Freie Universität Berlin
Fachbereich Geowissenschaften
AG Geoökologie

Prof. Dr. Mult. Dr. h.c. Konstantin Terytze
Malteser Str. 74-100, Haus G
12249 Berlin
Web: bodenberufsbildung.com



Autorin:

Dr. Bianca Schemel

Illustrationen: Heide Kolling

<https://neonfisch.de/>

Das Comic entstand im Rahmen des Projektes:

Antragstitel: Verwertung von Gemüse- und Grünschnittabfällen zur Herstellung von Pflanzenkohlesubstrat für ein klimafreundliches Gärtnern – Modellprojekte in der Berufsbildung für nachhaltige Entwicklung
Bewilligungsempfänger: Arbeitsgruppe Geoökologie an der Freien Universität Berlin

Projektzeitraum: 01.04.2017 – 31.09.2019

Projektnummer: 32783/01

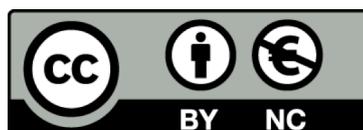
gefördert durch



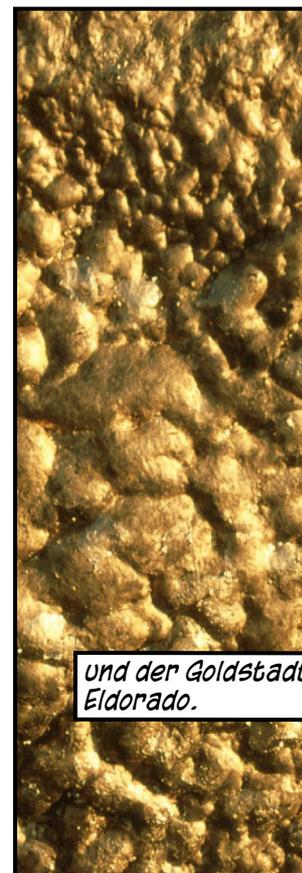
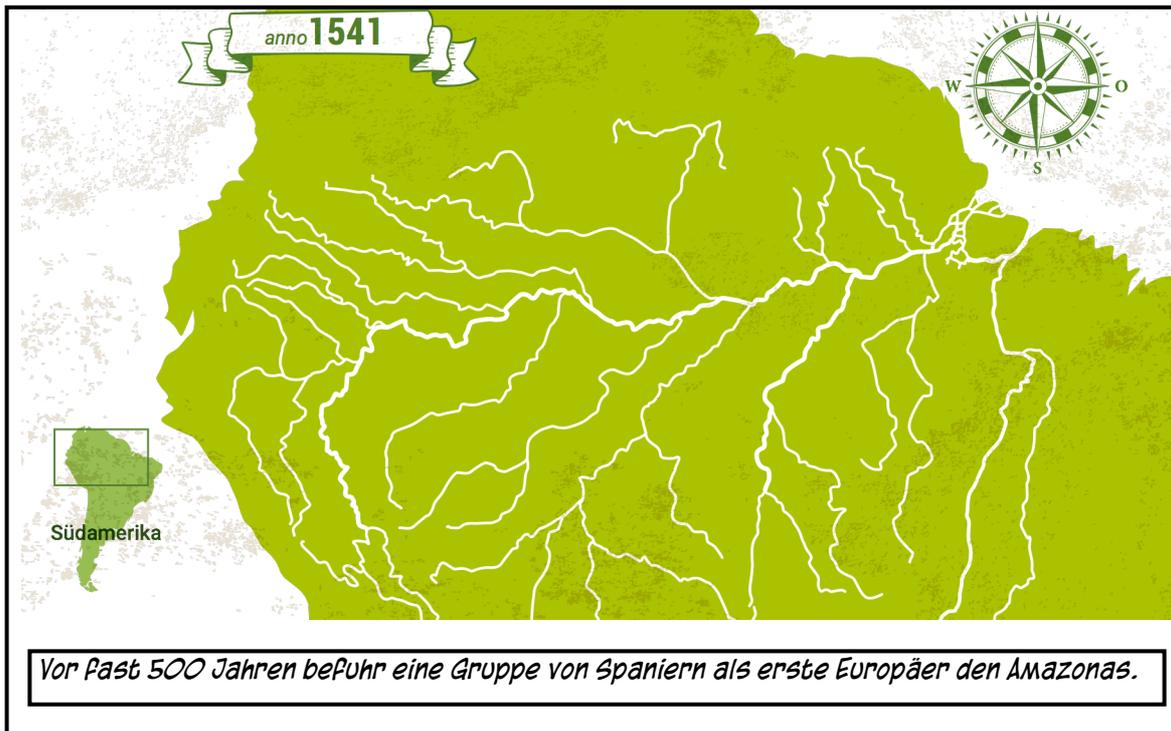
Deutsche
Bundesstiftung Umwelt

www.dbu.de

Die Nutzung des Materials steht unter **creativecommons**. Die Namen der Urheber*innen und Förderer müssen genannt werden. Es darf für nicht kommerzielle Zwecke verwendet und nicht bearbeitet werden.



Das wahre Gold der Amazonas



1541

Der mitreisende
Kirchenmann, Caspar de
Carvajal berichtete von...

Descubrimiento Del Río
De Las Amazonas Según
La Relación Hasta Ahora
Inédita De Fr. Gaspar De
Carvajal. Con Otros
Documentos Referentes
A Francisco De Orellana
Y Sus Compañeros:
Publicados A Expensas
Del Excmo. Sr. Duque De
Tserclaes De Tilly

Gaspar De Carvajal

den „Eroberungen“ für die spanische Krone...

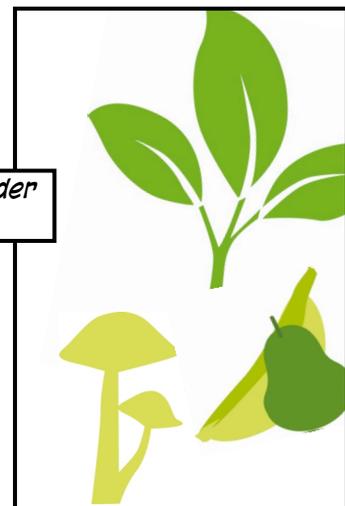


der Plünderung der
Dörfer am Uferland...

wilden Amazonen...



und üppigen Waldgärten der
Ureinwohner*innen.





Bis vor kurzem hielt man Carvajals Erzählung für Flunkerei.

Doch dann wurden bei Grabungen Überreste von Dörfern entdeckt...

Kazike mit Goldschmuck



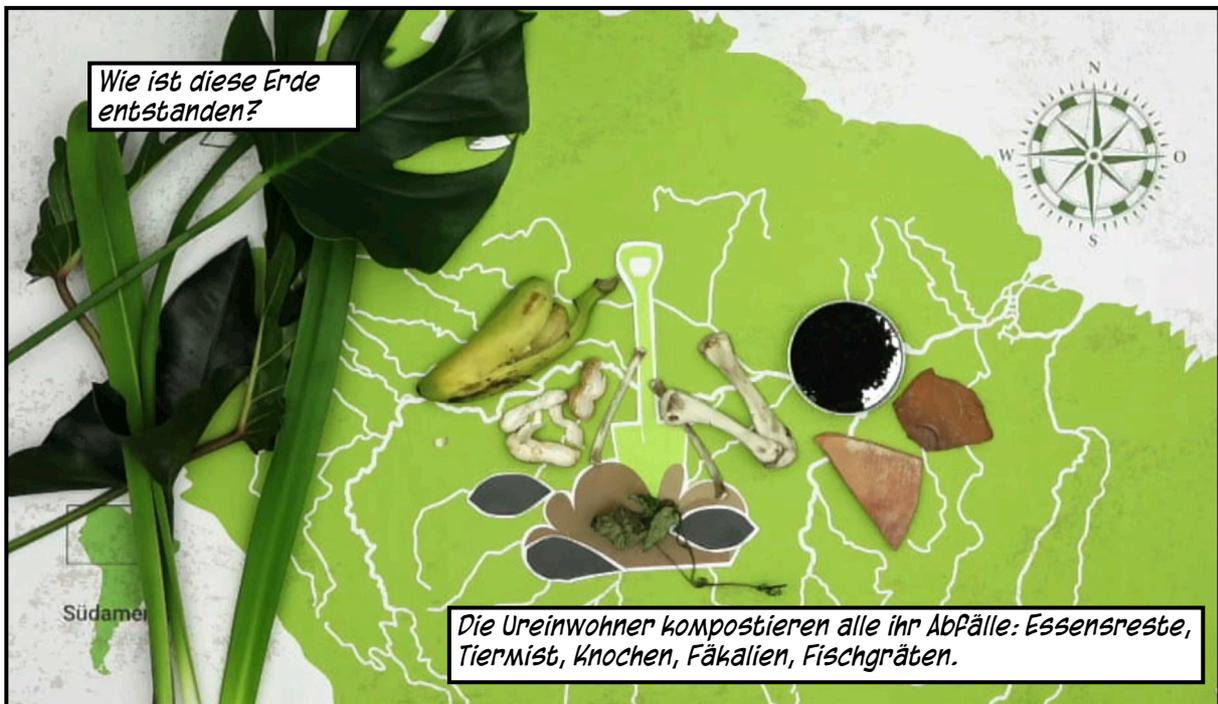
große, reiche Dörfer, die von den Portugiesen zerstört wurden. Wir gingen an Land, ließen aber diesmal zwei Arkebusen zurück.

Wir waren ein kleines Häuflein, und nur zu dem Zweck, dass wir angegriffen wurden. Mussten wir uns die Geschütze unseren Rückzug decken.

und sehr fruchtbare schwarze Erde.

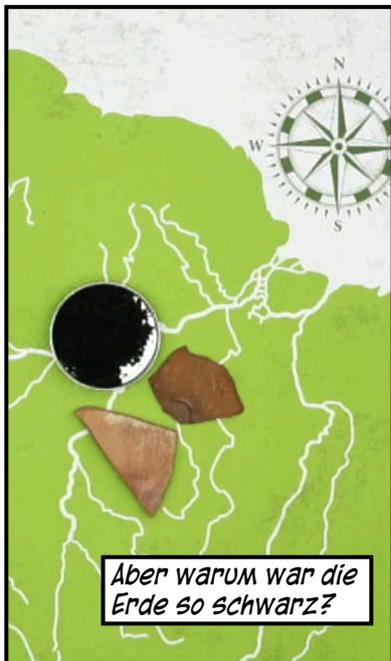


Sie fand sich überall entlang des Amazonas, wo Carvajal Siedlungen beschrieben hatte.



Wie ist diese Erde entstanden?

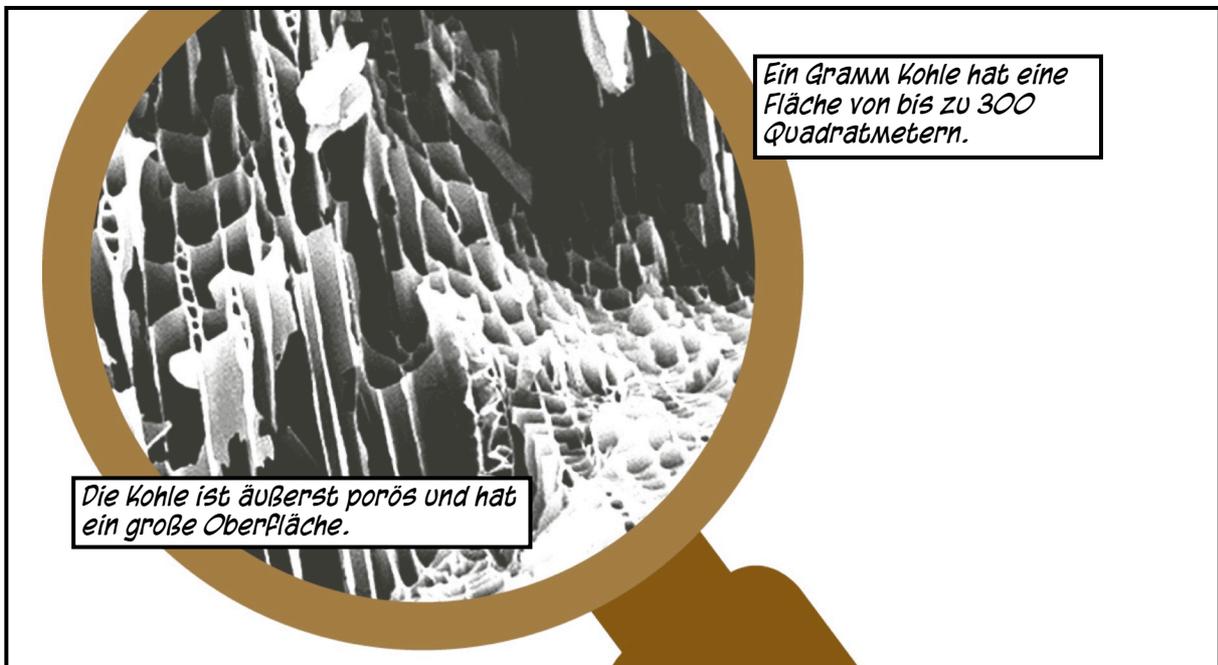
Die Ureinwohner kompostieren alle ihr Abfälle: Essensreste, Tiermist, Knochen, Fäkalien, Fischgräten.



Aber warum war die Erde so schwarz?

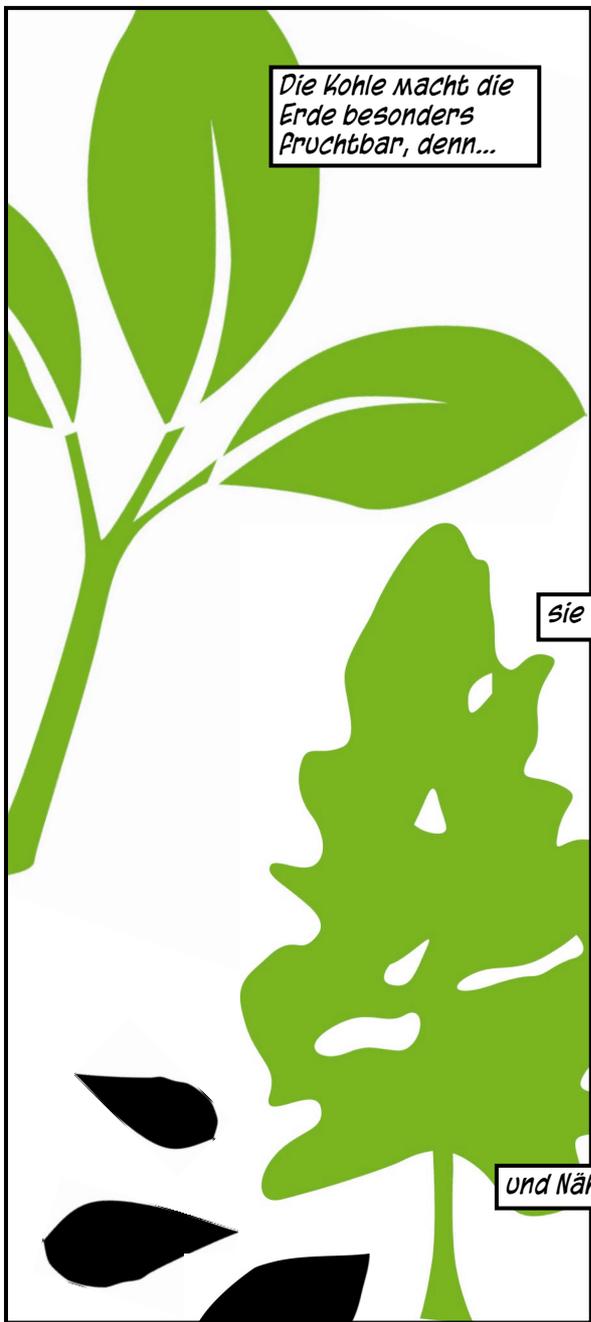


Das lag an der Kohle.



Die Kohle ist äußerst porös und hat eine große Oberfläche.

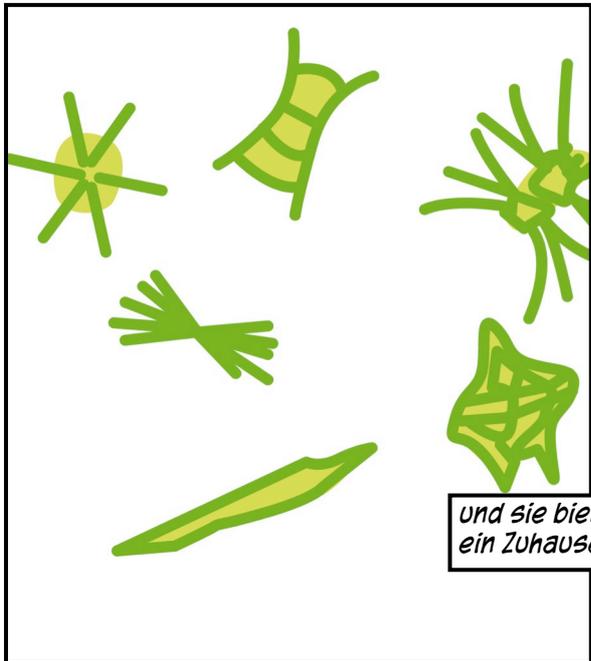
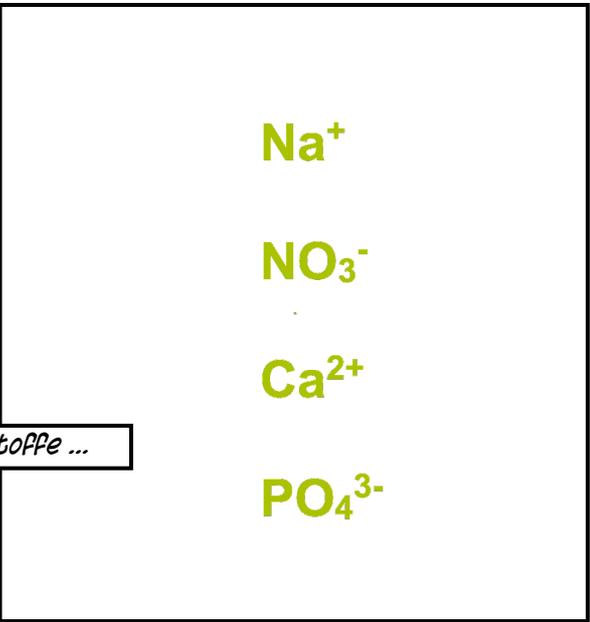
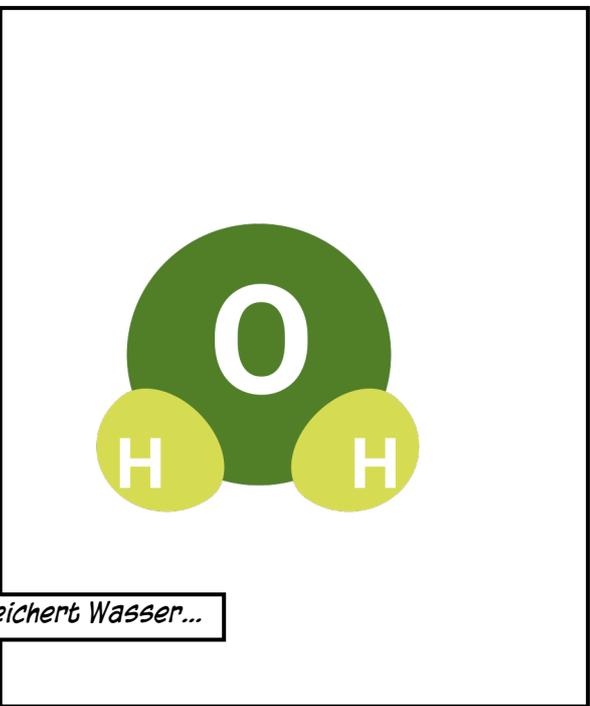
Ein Gramm Kohle hat eine Fläche von bis zu 300 Quadratmetern.



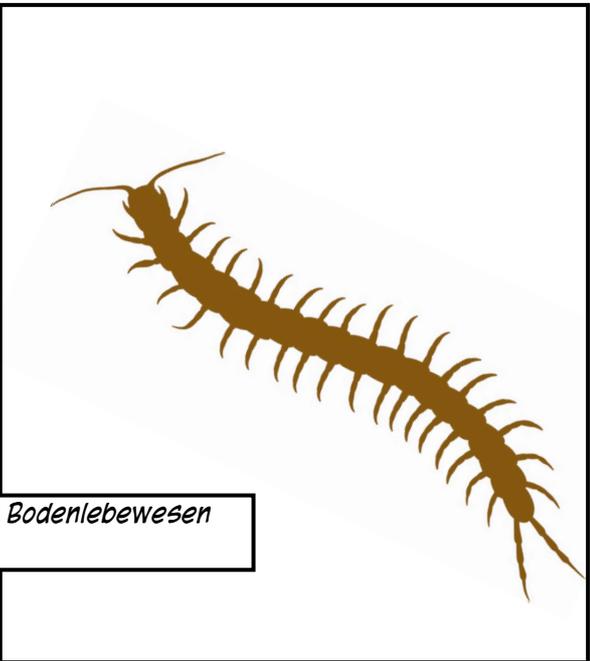
Die Kohle macht die Erde besonders fruchtbar, denn...

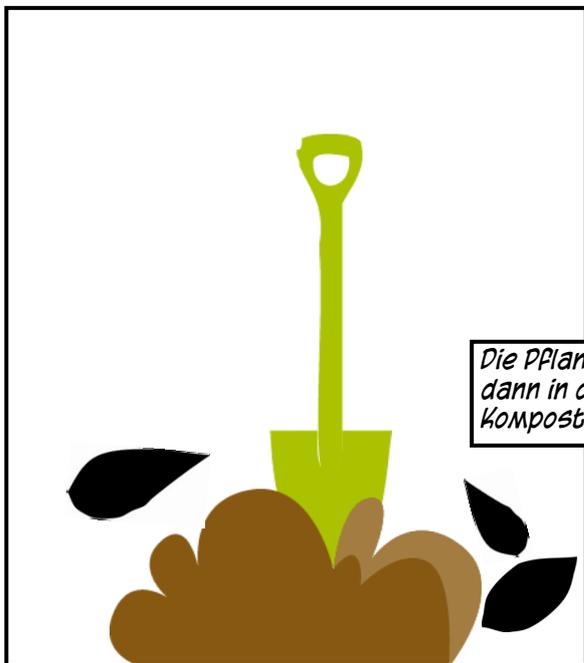
sie speichert Wasser...

und Nährstoffe ...

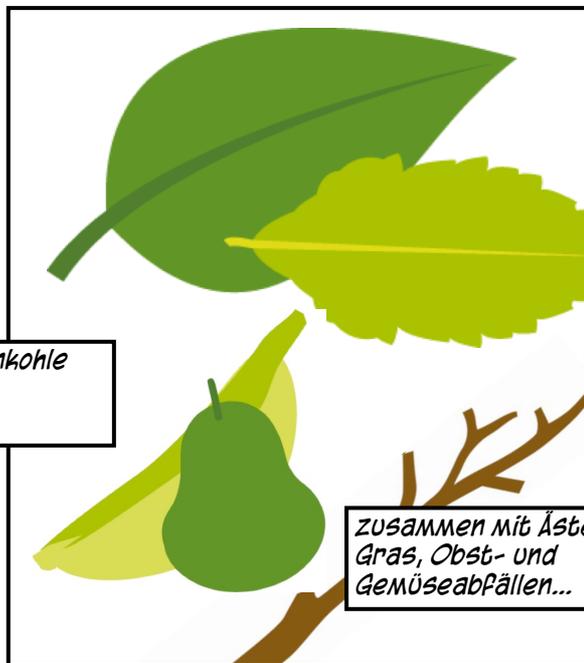


und sie bietet Bodenlebewesen ein Zuhause.

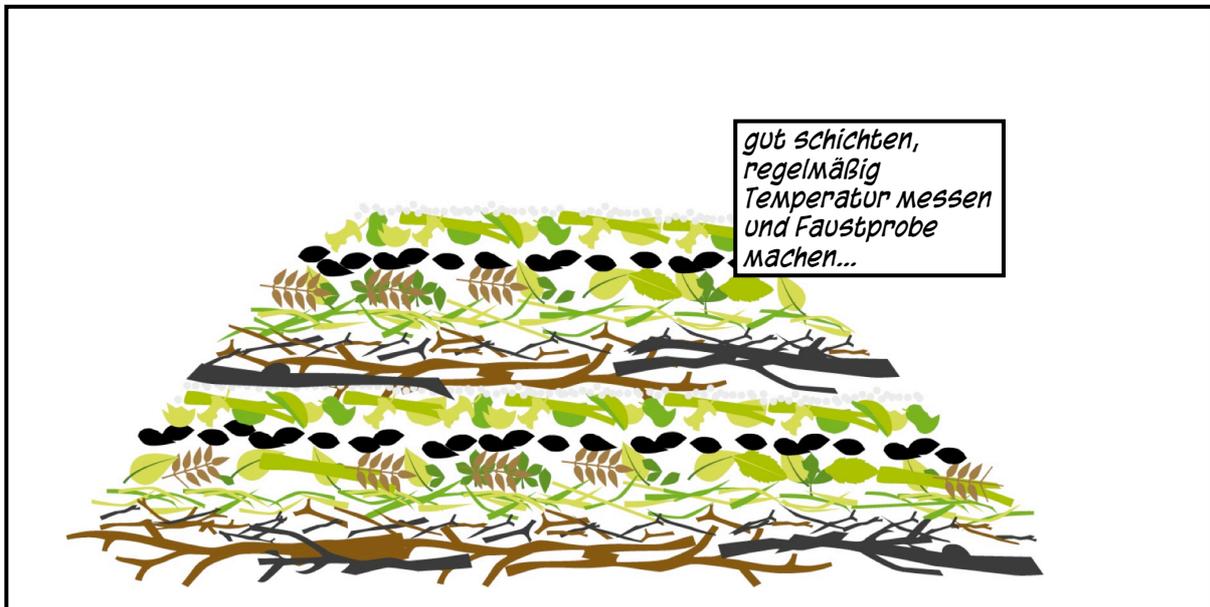




Die Pflanzenkohle dann in den Kompost....



Zusammen mit Ästen, Gras, Obst- und Gemüseabfällen...



gut schichten, regelmäßig Temperatur messen und Faustprobe machen...



Mit Kresse testen, ob im fertigen Kompost was wächst.....

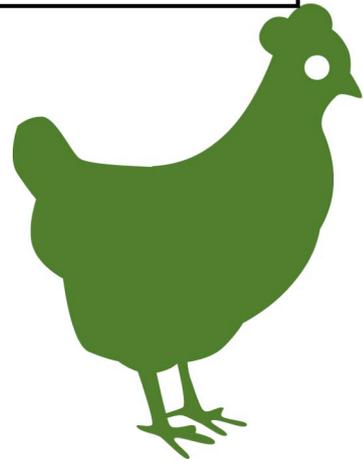


Und schon ist die eigene schwarze Erde gemacht.

Pflanzkohle wird nicht nur im Kompost verwendet, sondern auch...

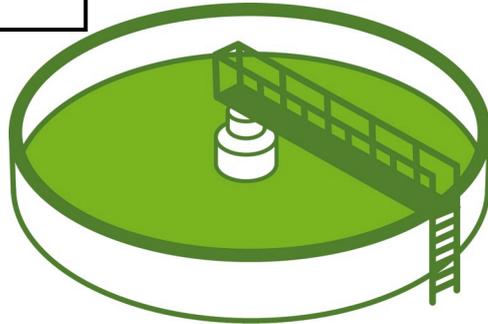


als Einstreu und ergänzendes Futtermittel für Tiere,

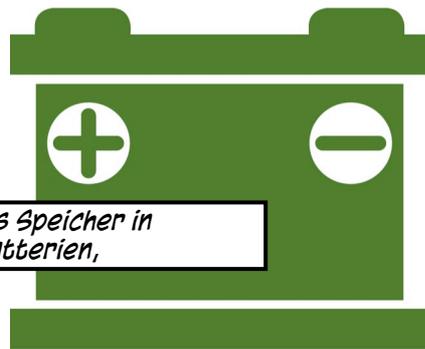


als Filtermittel in Klärwerken,

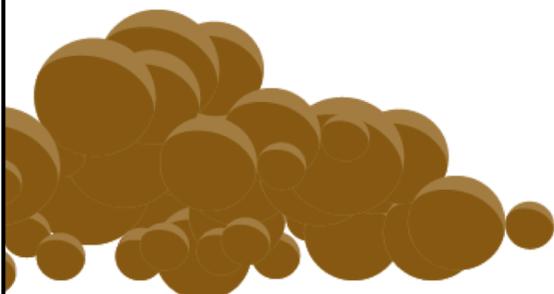
und in Biogasanlage,



als Speicher in Batterien,



zur Verbesserung von Böden und



als Dämmstoff für den Hausbau.



Die Vorteile der Pflanzkohle auf einen Blick:



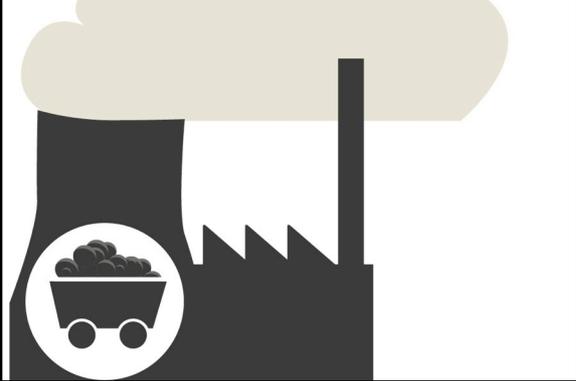
Bisherige Abfälle werden nun wiederverwendet.

CO₂

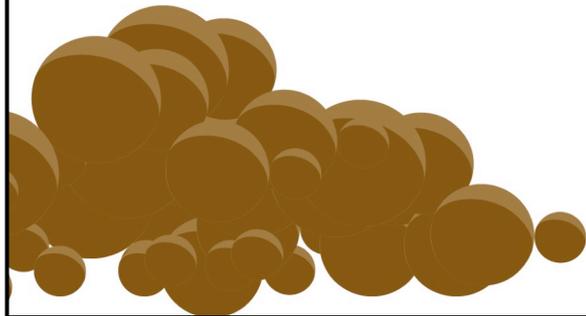
Das klimaschädliche Kohlendioxid wird in der Kohle für sehr lange als Kohlenstoff gespeichert.



Die Energie aus der Verkohlung ersetzt die Energie aus den umweltschädlichen Atom- und Kohlekraftwerken.

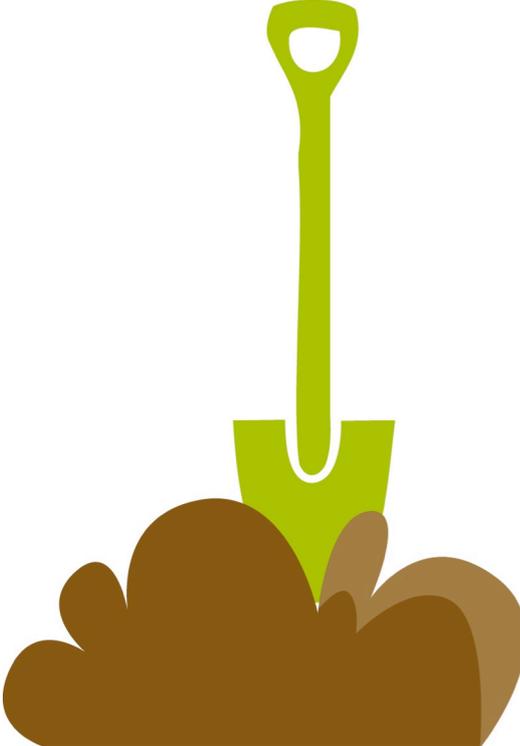


Fruchtbarer Boden für die Landwirtschaft entsteht und gibt uns Nahrung.



So erweist sich die Terra Preta als das wahre Gold des Amazonas und nicht das vergeblich gesuchte Eldorado.





Quiz: Von Menschen gemachter Boden– Die Terra Preta

- 1. Wann fand die erste Expedition von Francisco de Orellana statt?**
 - a) Anno 1423
 - b) Anno 1541
 - c) Anno 1702
- 2. Wonach suchte die Expedition ursprünglich?**
 - a) Zimtbäume und Gold
 - b) Pfeffersträucher und Silber
 - c) Vanillesträucher und Kupfer
- 3. An welchem Fluss entdecken die Europäer die Terra Preta?**
 - a) Spree
 - b) Yangtse
 - c) Amazonas
- 4. Wie wurde die Terra Preta gemacht?**
 - a) Kompostierung
 - b) Raffination
 - c) Oxidation
- 5. Was ist nicht in der Terra Preta?**
 - a) Essensabfällen
 - b) Holzkohle
 - c) Lehm
- 6. Wie wird die Terra Preta auf Deutsch genannt?**
 - a) Braunerde
 - b) Roterde
 - c) Schwarze Erde
- 7. Suche im Fremdwörterbuch nach der Bedeutung des Wortes „Pyrolyse“ und schreibe es auf.**
- 8. Woraus kann Pflanzenkohle nicht hergestellt werden?**
 - a) Obstkerne
 - b) Holz
 - c) Restmüll
- 9. Was wird in der Pflanzenkohle gespeichert?**
 - a) CO₂ (Kohlenstoffdioxid)
 - b) O₂ (Sauerstoff)
 - c) N₂O (Distickstoffmonoxid)
- 10. Wo wurde früher Holzkohle hergestellt?**
 - a) In Atommeilern
 - b) In Kohlemeilern
 - c) In Gipsmeilern
(Meiler = Ofen)
- 11. Notiere drei Beispiele, wofür Pflanzenkohle verwendet wird.**

Lösungsblatt: Von Menschen gemachter Boden– Die Terra Preta

An dieser Station schauen die Schüler*innen ein Video zur Geschichte der Terra Preta und ihres wichtigsten Bestandteils, der Pflanzenkohle.

Bitte starten Sie das Video.

Im Anschluss sollen die Schüler*innen das Quiz selbstständig beantworten.

Gehen Sie dann gemeinsam die Antworten durch. Die richtigen Antworten sind markiert. Sie finden kurze Erläuterungen nach jeder Frage. Bei Detailfragen verweisen Sie bitte auf Frau Schemel.

1. Wann fand die erste Expedition von Europäern statt?

- a) Anno 1423
- b) Anno 1541**
- c) Anno 1702

In den Jahren 1541 und 1542 befuhr der Spanier Fransico de Orellano als erster Europäer den Amazonas von West nach Ost.

2. Wonach suchte die Expedition ursprünglich?

- a) Zimtbäume und Gold**
- b) Pfeffersträucher und Silber
- c) Vanillesträucher und Kupfer

Damals war Zimt eines der kostbarsten Gewürze und die mythenumwobene, nie entdeckte Goldstadt Eldorado versprach großen Reichtum.

3. An welchem Fluss entdecken die Europäer die Terra Preta?

- a) Spree
- b) Yangtse
- c) Amazonas**

Die Expedition durchquerte in zwei Jahren den gesamten Kontinent auf dem Amazonas, der insgesamt eine Länge von knapp 7000 km hat.

4. Wie wurde die Terra Preta gemacht?

- a) Kompostierung**
- b) Raffination
- c) Oxidation

Die Terra Preta entstand durch die Kompostierung des anfallenden organischen Mülls.

5. Was ist nicht in der Terra Preta?

- a) Essensabfällen
- b) Holzkohle
- c) Lehm**

Die Terra Preta de Indio besteht aus einem Gemisch aus Holzkohle und zahlreichen organischen Materialien, wie Küchenabfällen, Knochen, Fischgräten, Hühnerdung und Fäkalien.

6. Wie wird die Terra Preta de Indio auf Deutsch genannt?

- a) Braunerde
- b) Roterde
- c) Schwarze Erde**

Terra Preta de Indio ist Portugiesisch für Schwarze Erde der Indianer.

7. Das Verfahren zur Herstellung von Pflanzenkohle wird Pyrolyse genannt. Sucht im Fremdwörterbuch nach einem anderen Wort mit Pyro und schreibt es auf.

Das Verfahren zur Herstellung von Pflanzenkohle wird Pyrolyse (aus dem Griechischen: Pyr = Feuer, lysis = Auflösung) genannt. Pyrolyse ist eine thermo-chemische Spaltung organischer Verbindungen, unter der Einwirkung von hoher Temperatur und ohne zusätzlich zugeführten Sauerstoff.

8. Woraus kann Pflanzenkohle nicht hergestellt werden?

- a) Obstkerne
- b) Holz
- c) **Restmüll**

Wie der Name nahelegt, Pflanzenkohle wird aus pflanzlicher Biomasse hergestellt.

9. Was wird in der Pflanzenkohle gespeichert?

- a) **CO₂ (Kohlenstoffdioxid)**
- b) O₂ (Sauerstoff)
- c) N₂O (Distickstoffmonoxid)

Bei der Pyrolyse wird langfristig Kohlenstoff gespeichert. Die entstandene Prozesswärme kann weiter genutzt und so Energiekosten gespart und fossile Brennstoffe ersetzt werden. Beides dient dem Klimaschutz und der Speicherung und Vermeidung des schädlichen Klimagases CO₂.

10. Wie wurde früher Holzkohle hergestellt?

- a) In Atommeilern
- b) **In Kohlenmeilern**
- c) In Gipsmeilern

Seit dem Altertum haben Menschen das Verfahren angewandt. Am bekanntesten ist die Herstellung von Holzkohle in Kohlenmeilern.

11. Nenne drei Beispiele, wofür Pflanzenkohle verwendet wird.

Kleidung: Da Pflanzenkohle Feuchtigkeit aufnimmt und Gerüche bindet, wird sie auch in Funktionskleidung eingesetzt.

Tierhaltung: Silagehilfsmittel, Futterzusatz, Einstreu, Güllebehandlung, Mistkompostierung

Rund 90% der Pflanzenkohle wird momentan in der Tierhaltung eingesetzt. Im Einstreu und der Gülle vermindert die Pflanzenkohle die Geruchsbelastung immens. Durchfallerkrankungen und Allergien nehmen ab, wenn Pflanzenkohle als Ergänzungsmittel gefüttert wird. Im Kompost ist die Pflanzenkohle dann ein hervorragender Speicher flüchtiger Nährstoffe.

Bodenverbesserung: Kompost, Torfersatz für Aufzuchterden

In sehr armen Böden zeigt die Einarbeitung von Pflanzenkohle positive Effekte auf die Bodenfruchtbarkeit. In Böden mit Humusgehalten über 1,5% in unseren gemäßigten Klimazonen sind diese Effekte nicht zu verzeichnen. Im Gegenteil, die starke Adsorption von Nährstoffen führt kurz- bis mittelfristig zu negativen Effekten auf das Pflanzenwachstum. Aus diesem Grund sollte die Pflanzenkohle zunächst mit Nährstoffen aufgeladen werden, was durch eine Kompostierung mit 10%-30% Pflanzenkohle erreicht wird. Mit dem gewonnenen Pflanzenkohlekompost kann Torf in den Substraten substituiert werden.

Gebäudekonstruktion: Pflanzenkohle besitzt eine extrem niedrige Wärmeleitfähigkeit und kann bis zum sechsfachen ihres Eigengewichtes Wasser aufnehmen. Dank dieser Eigenschaften kann Pflanzenkohle als isolierende, atmungsaktive, elektromagnetische Strahlungen absorbierende Innen- und Außenputze, die Lehm, aber auch Kalk- und Zementmörtel zugemischt werden.

Biogasproduktion: Durch die Zugabe von Pflanzenkohle bei heterogenen Biomassen lässt sich die Methanausbeute verbessern und die CO₂ - sowie die Ammoniakemissionen verringern.

Abgasfilter: Pflanzenkohle kann als Filter von Abgasen eingesetzt werden.

Station: Kokeln, Kochen, Kohle

Stellt selber einen Ofen und Pflanzenkohle her.

Material: 1 leere Konservendose Ø 7 cm, 1 leere Konservendose Ø 8,5 cm, 1 Hammer, Nagel 3-4 mm, 1 Metallschere oder scharfes Messer, Handschuhe
2 Kuchenausköhler als Untersetzer und Aufsetzer zum Kochen, Topf, Tee
Trockenes Pyrolysematerial: z.B. Holzreste, Äste, Pellets, Feuerzeug, Kohlenanzünder
Gießkanne mit Wasser zum Löschen, Zange zum Herausheben der heißen Dose

Wissenschaftlicher Hintergrund Pyrolyse

Die Herstellung von Pflanzenkohle - Pyrolyse

Das Verfahren zur Herstellung von Pflanzenkohle wird Pyrolyse (aus dem Griechischen: Pyr = Feuer, lysis = Auflösung) genannt. Pyrolyse ist eine thermo-chemische Spaltung organischer Verbindungen, unter der Einwirkung von hoher Temperatur und ohne zusätzlich zugeführten Sauerstoff. Der Prozess wird deswegen auch thermochemische Zersetzung genannt. Bei der direkten Pyrolyse erhitzt das zu pyrolysierende Gut durch Verbrennungsgase. Die Pyrolyse kann also die erforderliche Wärmeenergie aus dem Pyrolysegut selbst gewinnen. Generell entstehen Gase, Flüssigkeiten und Feststoffe. Die Mengenanteile und die Zusammensetzung hängen nicht nur vom Einsatzstoff, sondern auch von der Pyrolysetemperatur, den zugegebenen Hilfsstoffen, den Druckverhältnissen und der Behandlungsdauer ab.

Seit dem Altertum haben Menschen das Verfahren angewandt. Am bekanntesten ist die Herstellung von Holzkohle in Kohlenmeilern. Die Pyrolyseanlagen von heute verkohlen sauber und umweltfreundliche vor allem pflanzliche Reststoffe bei 350 - 1000 Grad Celsius. Die Prozesswärme kann weiter genutzt und so Energiekosten gespart und fossile Brennstoffe ersetzt werden.

Pyrolysieren kann man viele organische Reststoffe: Holz, pelletiertes Laub, Stroh von Getreide, Obstkerne, Getreidespelzen und sogar Algen oder Klärschlamm. Auf der Abbildung sehen sie lokale organische Reststoffe, die verkohlt werden. Pyrolysiert werden können aber ebenso Kokosfasern, Schalen von Erdnüssen, Pekannüssen, Reste aus der Reise- oder Hirseernte, Rückstände aus der Zuckerverarbeitung, Mist aus der Schweine-, Geflügel-, Milchkuh- und Rinderhaltung. Aus ökologischen Gründen ist es besonders wichtig, dass biologische Reststoffe für die Pyrolyse verwendet werden und zugleich die Abwärme, die bei der Pyrolyse entsteht, weiterverwendet wird beispielsweise zum Kochen oder Heizen.

Pyrolyseöfen können mit einfachsten Mitteln selbst hergestellt werden. Die einfachen Mikrovergasers können aus Blechdosen, d.h., aus „Müll“ hergestellt werden. Auf der „Abwärme“ des Mikrovergasers wird gekocht, während sich der Brennstoff im Innern in Gas und Holzkohle verwandelt. Sie zeigen modellhaft, wie die Pyrolyse funktioniert.

Es gibt diverse mobile oder feste Pyrolyseanlagen mit denen unterschiedliche Mengen an organischen Reststoffen zu Pflanzenkohle verarbeitet werden können. Alle industriellen Anlagen verbinden die Herstellung von Pflanzenkohle mit der Nutzung der Abwärme.

Exemplarisch sollen hier vier in Deutschland und der Schweiz hergestellte Modelle vorgestellt werden: die Pyreg-Anlage, die BIOMACON-Anlage, der Kon-Tiki und der PyroCook, welche sowohl im Industriemaßstab als auch im kleinen Maßstab Pflanzenkohle produzieren.



Die PYREG-Anlage kann 6 kg Pflanzenkohle in einer Stunde produzieren und bis zu 150 kW thermische Energie. Die Kosten für die Anlage belaufen sich auf ca. 350.000 Euro. Laut Hersteller arbeitet die PYREG-Anlage „nach dem Prinzip der trockenen Karbonisierung. Dafür wird die Biomasse bei 500 - 700 °C nicht verbrannt, sondern erst schonend entgast und anschließend durch gezielte Luftzugabe verkohlt. Damit ist die

Biomasse vollständig hygienisiert. Die in den Reaktoren entstehenden brennbaren Gase werden vom Material entkoppelt und in einer nachgeschalteten Brennkammer im FLOX®-Verfahren (flammenlose Oxidation) bei rund 1.200 °C verbrannt. Zudem arbeitet die Anlage autotherm, das heißt sie nutzt für die Aufrechterhaltung des thermischen Prozesses ausschließlich die Energie

der eingebrachten Biomasse. Dazu werden die heißen Rauchgase aus der Brennkammer in den Mantel des Reaktors geleitet, was zum Durchtrocknen, Entgasen und Karbonisieren der Biomasse führt. Darüber hinaus entsteht ein nutzbarer Energieüberschuss von bis zu 150 kW_{th}, der beispielsweise für die Trocknung feuchter Biomassen oder zum Heizen genutzt werden kann“ (http://www.pyreg.de/wp-content/uploads/08_biomasse_das_pyreg_verfahren.pdf, Zugriff 28.2.2018)

Die BIOMCON Anlage produziert ebenfalls 6kg/h bei 60 kW Wärmekapazität und



kostet zwischen 119.000-181.000 Euro. Sie funktioniert ähnlich wie die PYREG-Anlage. Für den Heimgebrauch ist der Kon-Tiki gedacht, mit dem man am Tag 1- 1,5 t Pflanzenkohle herstellen kann, ohne dass jedoch die Wärmeenergie weiter genutzt wird. Der Kon-Tiki kostet 3000 Euro. Der PyroCook hingegen nutzt die Wärmeenergie, die für die Pflanzenkohleherstellung benötigt wird, zum Kochen. Der PyroCook kosten 555,- CHF.

Die Qualität der Pflanzenkohle wird von Herstellern im Labor überprüft. Die Analytik ist Voraussetzung für die Vergabe des „Europäischen Pflanzenkohle Zertifikats (EBC)“. Das EBC (European Biochar Certificate) stellt die nachhaltige Produktion von Pflanzenkohle sicher und garantiert nachweislich die Qualität der Pflanzenkohle. Die Zertifizierung ist ein freiwilliger Standard. Nur in der Schweiz sind die Hersteller verpflichtet, Pflanzenkohle für den Einsatz in der Landwirtschaft zu zertifizieren. Das Zertifikat wird in drei Qualitätsstufen vergeben: basic, premium, Futter(kohle), für die unterschiedliche Schadstoff-Grenzwerte und ökologische Anforderungen gelten. Im Labor wird dabei untersucht, welche Leitfähigkeit, welchen pH-Wert, Wasser-, Asche-, Kohlenstoff-, Sauerstoff und Stickstoffgehalt die Pflanzenkohle hat sowie welche Spurenmetalle (Pb, Cd, Cu, Ni, Hg, Zn, Cr, B, Mn, As) und welche polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffe und Hauptelemente (P, Mg, Ca, K, Na, Fe, Si, S) in ihr enthalten sind.



Abb: EBC 2018:23



Material

OFEN

- 1 leere Konservendose Ø 7 cm
- 1 leere Konservendose Ø 8,5 cm
- 2 Kuchenausköhler als Untersetzer und Aufsetzer zum Kochen
- Topf/Esspressokanne, Tee/Kaffee

PYROLYSE

- Trockenes Pyrolysematerial: z.B. Holzreste, Äste, Pellets
- Feuerzeug, Kohlenanzünder
- Gießkanne mit Wasser zum Löschen
- Zange zum Herausheben der heißen Dose

WERKZEUG ZUM BAU

- 1 Hammer, Nagel 3-4 mm
- 1 Metallschere oder scharfes Messer
- Handschuhe



Anleitung

1.

In die kleinere Dose (Ø 7 cm) sowohl unten als auch oben herum ca. 9 Löcher mit dem Nagel schlagen. Die Löcher sollten einen Durchmesser von ca. 3-4 mm haben. Der Abstand der Löcher vom Rand sollte ca. 2 cm betragen.



2.

In den Boden der anderen Dose (Ø 8,5 cm) sternförmig 3 Schnitte machen.

3.

Nun drei Dreiecke nach unten biegen und die größere Dose über die schmale Dose schieben. Die nach unten gebogenen Dreiecke halten die andere Dose.

4.

Die Dosen auf den Kuchenausköhler oder nicht brennbaren Boden (Stein, Beton) stellen.

5.

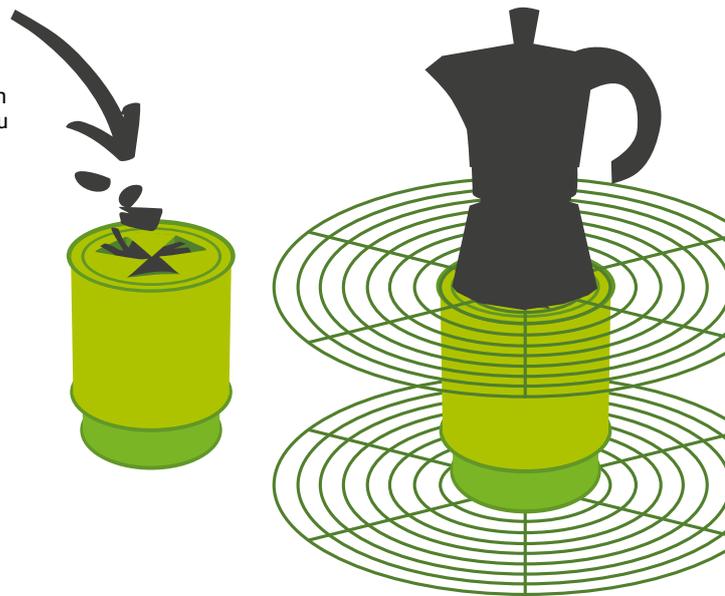
Pyrolysematerial in die innere Dose füllen, bis kurz vor den oberen Löchern. Darauf achten, dass das Material nicht zu dicht geschichtet ist. Kohlenzünder anzünden und dann damit das Pyrolysematerial entzünden.

6.

Kuchenausköhler über die Dosen legen und mit der Abwärme einen Tee oder Kaffee kochen.

7.

Nachdem das Pyrolysematerial vollständig verkohlt ist, Kohlen ausschütten und mit Wasser ablöschen.



Die Qualität von Pflanzenkohle: Einfache Tests

Die Pflanzenkohle lässt sich mit einfachen Test auf ihr Qualität überprüfen. Dazu zählen die Untersuchung der vollständigen Verkohlung und ein Tast- und Geruchstest.

Hinweis: Dieser Test ersetzt nicht eine Untersuchung der Pflanzenkohle im Labor. Die Pflanzenkohlen sollten nicht im Garten eingesetzt werden.

Überprüft die Pflanzenkohle.

Vollständige Verkohlung

Welche Farbe hat die Pflanzenkohle von außen? Welche Farbe hat die Pflanzenkohle, wenn du sie aufbrichst? Ist sie vollständig schwarz?

Ja

Nein

Tasttest

Fast sich die Pflanzenkohle sich ölig an?

Ja

Nein

Negativkriterien:

Wenn die Kohle nicht schwarz ist, dann ist sie nicht vollständig verkoht.

Wenn die Pflanzenkohle ölig ist und nach etwas riecht ist sie von schlechter Qualität.

Geruchstest

Ist die Pflanzenkohle geruchslos?

Ja

Nein

Negativkriterien:

Wenn die Kohle rauchig riecht, ist sie möglicherweise gesundheitsgefährdend und von schlechter Qualität.

Station: Kohlezeichnung

Zeichnet mit der Kohle ein Bild zum Thema „Bedrohter Boden“ oder „Beschützter Boden“. Fixiert zum Abschluss euer Bild mit Spray.

Material: Blätter, Kohle, Fixierspray

Station: Unser Kompost

**Was darf in den Kompost? Wie wird
richtig kompostiert?**

Material: Arbeitsheft, Thermometer, Karten

Wissenschaftlicher Hintergrund: Kompost

Die Natur kennt keine Abfälle

Bei der Kompostierung ahmen wir dem Kreislauf der Natur nach, nur intensiver und durch uns gesteuert. In einem Kompost verwandeln sich die meisten organischen Abfälle zu fruchtbarer, humusähnlicher Erde. Schon seit Jahrtausenden wird kompostiert, um die Bodenfruchtbarkeit und das Pflanzenwachstum zu fördern.

Wissenschaftliche Definition

Bei der Kompostierung wird organisches Material unter dem Einfluss von Luftsauerstoff und mit Hilfe von Bodenlebewesen, Bakterien und Pilzen abgebaut. Dabei werden neben Kohlenstoffdioxid (CO_2) auch wasserlösliche Mineralstoffe wie Nitrate, Ammoniumsalze, Phosphat, Kalium und Magnesium und Wasser freigesetzt. Ein Teil dieser organischen Zwischenprodukte wandelt sich dabei zu fruchtbarer Erde, auch Humus genannt.

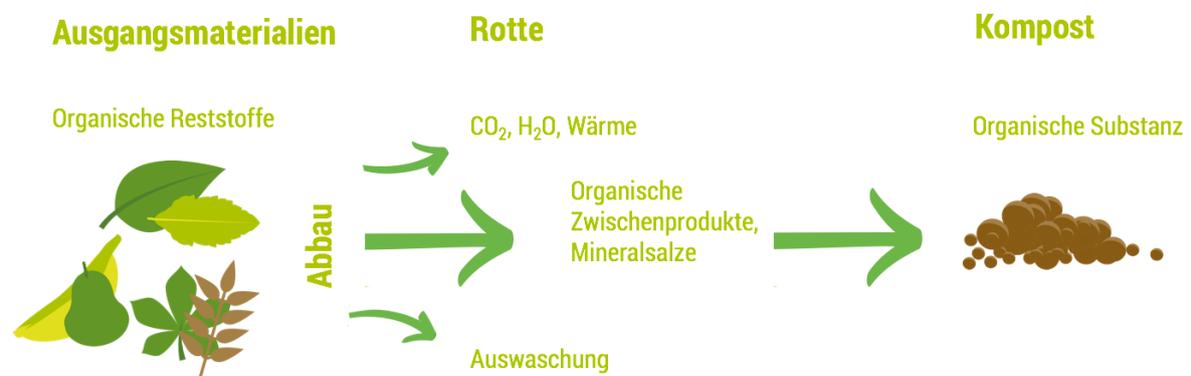
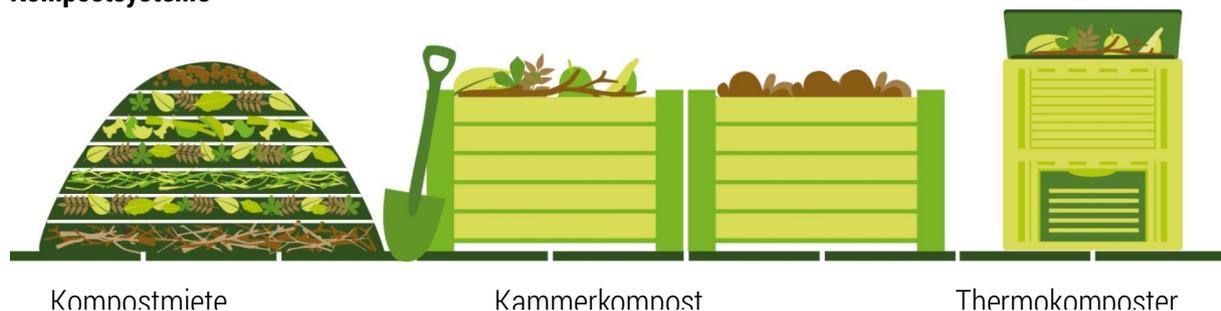


Abb.: Schematische Darstellung der Kompostierung

Kompostsysteme



Die Verwendung von Kompost

Kompost kann vielseitig eingesetzt werden: zur Rekultivierung und als Ersatz für Oberboden, zur Herstellung von Pflanzsubstraten, für neue Anlagen, zur Pflege von Pflanzen- und Rasenflächen, zum Mulchen, für Vegetationstragschichten in Lärmschutzwänden oder Rasengittersteine.

Die Wirkung von Kompost

Kompost ist Humuslieferant

Durch den Kompost gelangen besonders stabile und hochwertige organische Substanz in den Boden, die die vielfältigen Bodeneigenschaften verbessern und das Bodenleben fördern.

Kompost ist Lieferant für Nährstoffe

Da hauptsächlich mit Pflanzenresten kompostiert wird, enthält der Kompost viele Nährstoffe, die Pflanzen zum Wachsen brauchen. Dazu gehören Kalium, Phosphat, Magnesium, Schwefel und Stickstoff. Der Kompost kann so den Bedarf der Pflanzen an diesen Nährstoffen vollständig decken. Zusätzlicher chemischer Dünger entfällt.

Kompost reguliert pH-Wert

Kompost enthält basisch wirksame Stoffe und reguliert den pH-Wert des Bodens, so dass eine Kalkung nicht mehr erforderlich ist.

Kompost fördert Bodenleben

Kompost regt die Aktivität von Bodenlebewesen an, deren Nahrung der Humus ist. Der Kompost wirkt gegen Krankheitserreger und fördert damit die Pflanzengesundheit.

Kompost verbessert die Bodenstruktur

Der auf den Boden gebrachte Kompost lockert den Boden und erleichtert seine Bearbeitung. Bei starkem Regen verschlammt die Oberfläche nicht.

Kompost speichert Wasser

Durch den Kompost kann der Boden besser Wasser aufnehmen und speichern. Kompost wird zu Bodenhumus, der das Drei- bis Fünffache seines Eigengewichtes aufnehmen kann. In trockenen Sommern sind die Pflanzen somit länger mit Wasser versorgt.

Warum kompostieren?

Die Kompostierung hat viele Vorteile. Es werden Pflanzenreste aus Garten und Küche verwertet und in den natürlichen Kreislauf zurückgeführt. Es wird Humus und damit eigener organischer Dünger für das Gärtnern erzeugt. Damit werden Entsorgungskosten eingespart und der Zukauf von Substrat und chemisch hergestellten Düngern vermieden. Der Kompost verbessert die Bodenqualität, es gibt mehr Lebewesen und Mikroorganismen, mehr Nährstoffe und Wasser für die Pflanze und eine bessere Bodenstruktur. Durch die Kompostierung werden Krankheitserreger (pathogene Mikroorganismen, Viren und Parasiten) und Unkrautsamen abgetötet sowie schlechte Gerüche beseitigt.

Kompostwirtschaft in Deutschland

Kompostiert werden kann im großen und im kleinen Stil. Neben dem kleinen Kompost für den Garten oder die Schule kompostieren beispielsweise auch Betriebe der Abfallentsorgung. In Deutschland werden jährlich etwa 4 Millionen Tonnen Bioabfälle aus den Biotonnen privater Haushalte zusammen mit den 5,3 Millionen Tonnen Grünabfällen aus Garten- und Parkanlagen, aber auch aus organischen Abfällen aus der Industrie kompostiert. Daraus entstehen pro Jahr mehr als 5 Millionen Tonnen Kompost. Zur Sicherung der Qualität der Komposte wurde ein RAL-Gütezeichen geschaffen, eine freiwillige Produktzertifizierung der Hersteller, die die Qualität der Komposte durch unabhängige Labore sicherstellen. Gegenwärtig unterliegen 531 Kompostanlagen in Deutschland dieser Gütesicherung.

Pflege des Komposts und einfache Tests

Ein guter Kompost entsteht durch die richtige Behandlung und Pflege. Ob die Kompostierung optimal verläuft, kann anhand verschiedener Parameter, der Feuchtigkeit, der Temperatur, dem Geruch und dem Sauerstoff bestimmt werden. Für die Messung der Temperatur wird ein Kompostthermometer benötigt. Unter Beachtung aller Parameter kann die Kompostierung bereits nach 8 bis 12 Wochen, je nach gewünschtem Kompost (Frisch- oder Fertigkompost) abgeschlossen sein.

Temperatur: Die Temperatur ist regelmäßig (einmal - zweimal wöchentlich) mit einem Kompostthermometer zu kontrollieren. Die höchsten Temperaturen entstehen im oberen Drittel der Miete, so dass auch dort die Messungen vorgenommen werden sollten. Als Messgeräte werden sog. Kompostthermometer eingesetzt. Wichtig ist die sorgfältige Führung eines Temperaturprotokolls.

Eine Hygienisierung des Materials ist sichergestellt, wenn die Temperaturen über mindestens 2 Wochen Temperaturen von > 55°C bzw. über eine Woche von 65°C durchgehend erreicht werden. Bei Temperaturen über 65°C ist der mikrobiologische Abbau stark reduziert und kommt bei 75°C vollkommen zum Stillstand. Eine Abkühlung kann durch die Zugabe von Wasser erzielt werden.

Feuchtigkeit: Während der Kompostierung ist die regelmäßige Einschätzung der optimalen Feuchtigkeit im Kompost besonders wichtig. Dies kann am einfachsten über die sog. Faustprobe erfolgen. Um den Kompost effizient und gleichmäßig zu befeuchten, sollte eine Bewässerung immer ins bewegte Material geschehen. Mit einem Kompostwender kann dies einfach und direkt erfolgen.

Faustprobe: Aus verschiedenen Stellen der Kompostmiete wird insgesamt eine Handvoll Material entnommen und in der Faust gepresst.

A) zu trocken

Tritt zwischen den Fingern kein Wasser aus und beim Öffnen der Faust zerfällt das Material, dann ist die Miete zu trocken.

B) optimal

Wenn das Material beim Öffnen der Faust in einem Knödel zusammenhält und kaum oder kein Wasser auspressbar ist, dann ist die Feuchtigkeit optimal.

C) zu nass

Wenn das Material zu nass ist, tritt bei der Faustprobe merklich Wasser aus.

Geruch: Bei ungenügender Durchlüftung des Kompostmaterials wie z. B. bei zu dichten Aufschüttungen, bei stauender Nässe oder bei Sauerstoffarmut treten unangenehme Gerüche auf, die auf eine hohe Freisetzung von Treibhausgasen hindeuten. Fauliger Geruch weist auf eine zu feuchte Kompostmiete hin. Ammoniakgeruch gilt als Hinweis auf zu stickstoffreiche Ausgangsmaterialien. Bei fauligem Geruch kann der Kompost umgesetzt, abgedeckt oder mit mehr Strukturmaterial versehen werden. Zu stickstoffreiche Ausgangsmaterialien können mit kohlenstoffreichen Ausgangsmaterialien ausgeglichen werden.

Bundesgütegemeinschaft Kompost

Hersteller von Kompost können die Produktion ihrer Erzeugnisse der freiwilligen RAL-Gütesicherung unterstellen. Drei Produkte werden unterschieden:



- 🪵 Fertigkompost,
- 🪵 Frischkompost,
- 🪵 Substratkompost.

Die Kompostprodukte werden zur Bodenverbesserung und Düngung eingesetzt. Substratkompost und Fertigkompost können auch als Mischkomponente bei der Herstellung von Erden und Kultursubstraten verwendet werden.

Abb.: RAL-Gütesicherung der Bundesgemeinschaft Kompost

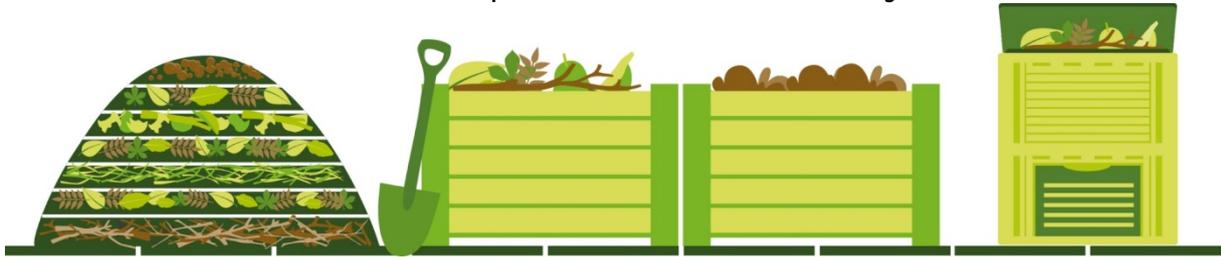
Boden selber machen – Kompost

Was darf nicht in den Kompost? Streiche durch.



Kompost ist nicht gleich Kompost

Kennst du die verschiedenen Arten zu kompostieren? Beschrifte die Abbildung.



Kompostcheck

Wie riecht der Kompost?

Riecht er nach Wald, Pilzen, modrigem Laub, Schimmel?

Welche Temperatur hat der Kompost?

Nehmt das Thermometer, steckt es in das obere Drittel des Haufens und messt.

_____ Grad Celsius

Ist der Kompost feucht genug?

Faustprobe: Nimm eine Handvoll Material aus dem Kompost und presse es in der Faust.

- zu trocken**
Tritt zwischen den Fingern kein Wasser aus und beim Öffnen der Faust zerfällt das Material, dann ist der Kompost zu trocken.
- optimal**
Wenn das Material beim Öffnen der Faust in einem Knödel zusammenhält und kaum oder kein Wasser auspressbar ist, dann ist die Feuchtigkeit optimal.
- zu nass**
Wenn das Material zu nass ist, tritt bei der Faustprobe merklich Wasser aus.

Station: Kompostversuch

Baut euch selber einen Minikomposter und beobachtet, was passiert.

Material: Bauanleitung, 1,5 Liter PET-Flasche, 1 farbiges A4-Blatt, 1 kleines Stofftuch, Bohrmaschine mit 5-6 mm Bohrer, Cutter-Messer, Gummi, Abfälle

Bauanleitung: Der Kompostversuch

Die Natur kennt keine Abfälle und auch wir Menschen kompostieren Abfälle schon seit tausenden Jahren, um wertvollen Humus für den Anbau von Pflanzen zu gewinnen. Wie der Zersetzungsprozess genau funktioniert, was alles zersetzt wird und wie lange das dauert, lässt sich mit diesem Experiment herausfinden. Folgt einfach der Anleitung.



1. Bohrt mit der Bohrmaschine vorsichtig und langsam Löcher in die Flasche. Lasst das obere Drittel der Flasche aus. Durch die Löcher wird der Kompost gut belüftet.



2. Schneidet das obere Drittel der Flasche mit einem Cutter ab.



3. Schneidet und zerkleinert die Abfälle in 1-2 cm große Stücke.



4. Alle Materialien mit einem Löffel gut vermengen.
5. Die Flasche mit dem A4-Blatt umwickeln und mit Klebeband zusammenkleben. Wenn das Blatt zu groß ist, schneidet es in eine passende Größe.
6. Verschließt die Flasche mit dem Tuch und dem Gummi. Die Mikroorganismen, die die Materialien zersetzen, mögen es gern dunkel.

Pflege und Beobachtung

In den nächsten 8 bis 14 Wochen wird das organische Material durch Mikroorganismen zersetzt.

1. Durchmischt den Kompost einmal wöchentlich.
2. Gießt den Kompost einmal wöchentlich.
Aber Achtung, der Kompost darf nicht zu feucht sein, sonst fault er. Das erkennt ihr am Geruch. Ob der Kompost feucht genug ist, könnt ihr überprüfen in dem ihr ein wenig Kompost in die Hand nehmt. Wenn ein wenig Wasser, wie bei einem Schwamm herauskommt, dann ist er feucht genug. Wenn er bröseln, ist er zu trocken.
3. Beschreibt wöchentlichen eure Beobachtungen. Welche Bestandteile des Komposts sind zersetzt? Wie riecht der Kompost? Welche Feuchtigkeit hat der Kompost?

Komposttest – Kresse in Töpfen

Du kannst testen, ob der Kompost gut für die Pflanzen ist. Dafür wird Kresse in deinen Kompost und in normale Blumenerde gesät.

Anleitung

In zwei kleine Blumentöpfen wird der zu testende Kompost und eine Vergleichserde gegeben. Die Samen der Kresse werden in die Töpfe gestreut und leicht angepresst. Die Töpfe an einen hellen Platz stellen, z.B. auf die Fensterbank. Während der 7-tägigen Testphase die Töpfe mit einer Sprühflasche feucht halten.



Auswertung

positiv neutral negativ

positiv: Die Anzahl und das Aussehen der Kressekeimlinge ist in beiden Substraten gleich.

negativ: Im Kompost wächst deutlich weniger Kresse als im Vergleichssubstrat. Dann ist der Kompost von schlechter Qualität. Wenn der Kompost noch relativ jung ist, muss die Rotte weitergeführt werden. Ist der Kompost aber schon reif, sind gravierende Fehler begangen worden.

Station: Boden schützen

**Wie kann Boden geschützt werden?
Sammelt und diskutiert eure Ideen.**

Material: Fotos „Bedrohter Boden“, Karten

Wissenschaftlicher Hintergrund: Bodenschutz

„Wir nutzen die Böden der Welt, als wären sie unerschöpflich. Doch sie sind in menschlichen Zeiträumen nicht erneuerbar.“

Fruchtbarer Boden ist weltweit bedroht: durch Versiegelung, Entwaldung, Industrie, Rohstoffabbau, industrialisierte Landwirtschaft, Kontaminierung durch Gifte. Allein durch den Bau von Straßen und Häusern werden in Deutschland täglich 73 Hektar versiegelt. Das entspricht einer Fläche von 102 Fußballfeldern. In noch größeren Dimension fällt der tropische Regenwald, der für Soja- und Palmölplantagen, Viehweiden, der Ausbeutung von Bodenschätzen oder für Staudämme gerodet wird. Hier sind es bereits 35 Fußballfelder in der Minute und damit schwinden nicht nur wichtige Ökosysteme, sondern auch wertvoller Boden. Die industrielle Landwirtschaft übernutzt Böden durch Überdüngung, Pestizide, Monokulturen, schädliche Bearbeitung des Bodens, zu schwere Fahrzeuge, die zur Verdichtung des Bodens führen. Fruchtbare Böden schwinden auch durch Rohstoffabbau, wie beispielsweise den Kohletagebau. Gifte aus Industrie, Landwirtschaft, Bergbau und Deponien können den Boden kontaminieren.

Bodenschutz

Böden sind von überragender Bedeutung für Mensch und Umwelt. In Deutschland sind sie mit zwei Gesetzen geschützt, dem Bundesbodenschutzgesetz (BBodSchG) und in der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV).

Da der Boden nur durch unsere verschiedenartigen Nutzungen geschädigt wird, treffen alle Maßnahmen des Bodenschutzes Aspekte der Bodennutzung, durch Bau, Industrie, Land- und Forstwirtschaft und Bergbau.

Es gibt eine Vielzahl von Möglichkeiten den Boden zu schützen.

- Geringere Versiegelung beim Bau durch z.B. Kopfsteinpflaster, Rasensteine anstatt Beton
- Entsiegelung von betonierten Flächen
- Anbau wechselnder Kulturen
- Keine oder geringere Verwendung von chemischen Dünger, Pflanzenschutzmitteln
- Keine oder geringere Ausbringung von Gülle auf Felder
- Kleinere Felder mit Bepflanzung des Randes
- Vermeidung von Bodenverdichtung durch schonendes Be- und Überfahren
- Kein Pflügen
- Mulchen
- Verzicht auf Pflanzenschutzmittel, die Bodenlebewesen schaden
- Erhalt der Wälder, Neuanpflanzung von Wäldern (in Mischkulturen)
- Renaturierung von Abraumhalden des Berg- und Tagebaus
- Sanierung und Dekontaminierung von belasteten Böden, z.B. durch Pflanzen und Pilze

Quellen- und Bildnachweise

Quellen:

aid infodienst (2015): Kompost im Garten

Bundesgütegemeinschaft Kompost e.V. (2012): Fachliche Grundlagen für den Einsatz von Komposten im Garten- und Landschaftsbau

Heinrich-Böll-Stiftung, IASS, BUND, Le Monde diplomatique (2015): Bodenatlas. Daten und Fakten über Acker, Land und Erde. Downloadlink: <https://www.boell.de/de/bodenatlas>

Pahler, Agnes (2013): Das Kompostbuch. Gartenpraxis für Selbstversorger und Hobbygärtner.

Preißler-Abou El Fadi, Andrea (2018): Gärtnern nach dem Terra-Preta-Prinzip

Scheub Ute/ Piepelow Haiko/ Schmidt, Hans-Peter (2018): Terra Preta. Die schwarze Revolution aus dem Regenwald.

Terytze, Konstantin, Wagner, Robert (2016): Handlungsanleitung. Verwertung von organischen Reststoffen zur Erzeugung fruchtbarer Pflanzenkohlesubstrate und deren Nutzung im Gartenbau

TLUG: Die Entstehung unserer Böden – eine fast unendliche Geschichte. Unterrichtsbegleitendes Material für Schüler und Lehrer der Klassenstufe 8 bis 10. Downloadlink: <https://www.thueringen.de/imperia/md/content/tlug/boden/bodenentstehung.pdf>

Zentralverband Gartenbau e.V. (2002): Handbuch. Kompost im Gartenbau.

Bildnachweise:

Zimt: Franz Eugen Köhler, *Köhler's Medizinal-Pflanzen*

Franz Eugen Köhler, Köhler's Medizinal-Pflanzen [Public domain], via Wikimedia Commons

Stefan Fusan [CC BY-SA 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0>)]

Retrato del rey **Felipe II de España** (1527-1598): Von Anthonis Mor - [3], Gemeinfrei, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=332712>

Maniok (Manihot esculenta), Illustration aus Köhler's Medizinal-Pflanzen

Von Franz Eugen Köhler, Köhler's Medizinal-Pflanzen - List of Koehler Images, Gemeinfrei, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=255368>

Materialliste

Netzspiel: Lebensraum Boden

Karten „Bodenlebewesen“, Knäuel, Fotos „Bedrohter Boden“

Wortspiel: Boden

Arbeitsblatt, Stifte, Zettel

Boden entdecken

Arbeitsblatt, kleiner Eimer mit Wasser, Löffel, Gläser

Vom Stein zu fruchtbarer Erde

Arbeitsblatt, Hammer, Schutzbrillen, Petrischale, Salzsäure max. 9 %, Kittel, Pipette, Gläser mit unterschiedlich großem Gestein (Kies bis feiner Sand) und großer Stein und Karbonatgestein

Von Menschen gemachter Boden: Terra Preta

Comic, Quiz, Lösungsblatt, Fremdwörterbuch (Box und Laptop)

Bewohnter Boden

Arbeitsblatt, Becherlupe, weiße Papierdecke, Löffel, Pinzette, Pinsel, stumpfes Messer mit rundem Ende, Becherlupen-Karte: Tiere im Kompost

Boden selber machen I: Unser Kompost

Arbeitsblatt, Kompostthermometer (ab ca. 10 Euro), Bildkarten, Socken, Becher, Kompost, sandiger Boden

Boden selber machen II: Kompostversuch

Bauanleitung, 1,5 Liter PET-Flasche, 1 farbiges A4-Blatt, 1 kleines Stofftuch, Bohrmaschine/ Akkuschauber mit 5-6 mm Bohrer, Cutter-Messer, Gummi, Abfälle

Kokeln, Kochen, Kohle

Bauanleitung, Material zum Bau des Ofens: 1 leere Konservendose Ø 7 cm, 1 leere Konservendose Ø 8,5 cm, 1 Hammer, Nagel 3-4 mm, 1 Metallschere oder scharfes Messer
Handschuhe, Pyrolyse: Trockenes Pyrolysematerial: z.B. Holzreste, Äste, Pellets, Feuerzeug, Kohlenanzünder, 2 Kuchenausköhler als Untersetzer und Aufsetzer zum Kochen, Topf, Tee, Tassen, Gießkanne mit Wasser zum Löschen, Zange zum Herausheben der heißen Dose

Kohlezeichnung „Bodenschutz“

Blätter, Kohle, Fixierspray

Boden schützen

Bildkarten „Bedrohter Boden“, Magneten, Karten

