



LAND

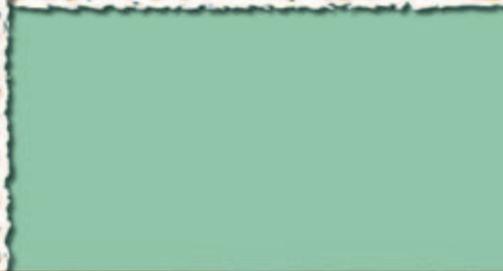
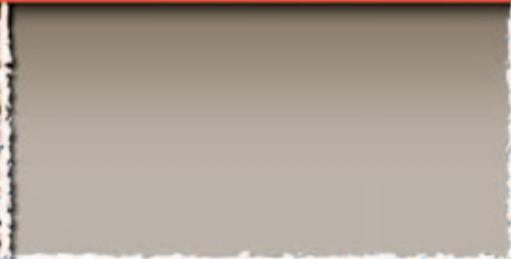
OBERÖSTERREICH

BLICKPUNKT BODEN

Materialien für
einen fächer-
übergreifenden
Unterricht



oö.
AKADEMIE FÜR
UMWELT UND NATUR



IMPRESSUM

Medieninhaber und Herausgeber: Amt der Oö. Landesregierung, Direktion Umwelt und Wasserwirtschaft, Oö. Akademie für Umwelt und Natur, Kärntnerstraße 10-12, 4021 Linz

Tel.: +43 (0)732/7720-14402, E-Mail: uak.post@ooe.gv.at

Inhalt: Mag.^a Doris Ackerl-Enzinger

Fachliche Beratung: DIⁱⁿ Renate Leitinger, Mag.^a Gerlinde Larndorfer-Armbruster, Johannes Recheis

Redaktion: Mag. Dr. Oskar Schachtner, Margit Hammer, Sylvia Aistleitner

Grafik & Layout: Bodentiere-Zeichnungen und sämtliche Illustrationen (wenn nicht anders gekennzeichnet) von viewmedia@viewmedia.at Martin Schwarz, St. Marienkirchen/P.

Umschlaggestaltung: Direktion Präsidium, Abteilung Presse/DTP-Center, Johannes Ortner

Fotos-Umschlag: Bilderbox, Margit Hammer, DI Gerald Joham – Agrarbezirksbehörde für Oö, DORIS – Digitales Oberösterreichisches Raum-Informationssystem, Pixelio.de

Druck: Druckerei Haider Manuel e.U.

2. Auflage, 2010

DVR: 0069264



Einleitung

<< DER BODEN IST EINES DER KOSTBARSTEN GÜTER
DER MENSCHHEIT. ER ERMÖGLICHT PFLANZEN, TIEREN
UND MENSCHEN, AUF DER ERDOBERFLÄCHE ZU LEBEN. >>
(Europäische Bodencharta)

Boden ist viel mehr als die Unterlage, auf der wir stehen.

Boden wird im alltäglichen Empfinden oft mit „Erdoberfläche“ gleichgesetzt und zuwenig als begrenzte und schutzbedürftige Ressource erkannt. In Wahrheit stellt der Boden eine im Vergleich zur Erdkruste hauchdünne Schicht dar, die die Basis für jedes pflanzliche, tierische und menschliche Leben, somit auch für unsere Ernährung ist.

Unsere Vorfahren haben in mühevoller Arbeit das Land urbar gemacht und uns fruchtbare landwirtschaftliche Böden hinterlassen. In unserer Verantwortung liegt es, diese Böden in ihrem Bestand zu erhalten und nachhaltig zu bewirtschaften.

Nicht nur zur Erzeugung unserer Nahrungs- und Futtermittel sowie erneuerbarer Energieträger brauchen wir gesunde Böden, auch die Qualität unseres Trinkwassers hängt von der Intaktheit des Bodens ab, der es filtert und dem Grundwasser zuführt. Der Boden reguliert den Wasserhaushalt, nimmt Niederschläge auf und wirkt als Puffer gegen Hochwässer. Gebirgstäler könnten ohne eine intakte Boden- und Pflanzendecke aufgrund der Lawinen- und Hochwassergefahr sogar unbewohnbar werden.

Bodenbewusstsein ist daher ein wichtiger Bestandteil unseres Umweltbewusstseins. Diese Handreichung für Lehrerinnen und Lehrer soll dabei helfen, im Unterricht den Boden und seine Eigenschaften bewusst wahrzunehmen, seine Gefährdungen zu erkennen und Verständnis für den nachhaltigen Umgang mit unseren Böden zu vermitteln.

Die Oö. Akademie für Umwelt und Natur dankt allen, die zum Zustandekommen dieser Broschüre beigetragen haben, insbesondere der Autorin, Frau Mag. Doris Ackerl-Enzinger sowie Frau DI Renate Leitinger (Abt. Umweltschutz), Frau Mag. Gerlinde Larndorfer-Armbruster (Oö. Klimabündnis) und Herrn Johannes Recheis (Landwirtschaftskammer für Oö.) für ihre Anregungen und ihren fachlichen Rat.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Wolfgang Rescheneder'. The signature is fluid and cursive.

DI. Wolfgang Rescheneder
Oö. Akademie für Umwelt und Natur

Inhalt



Blickpunkt Boden

Einleitung	3
Lernziele	5
Pädagogische und didaktische Hinweise	5
Einstieg/Motivation	6 - 7
Redewendungen	6
Land-Art	6
Cartoon	7
Was ist Boden?	8
Boden braucht Zeit	9
Bodenbestandteile	10 - 13
Boden erfüllt wichtige Funktionen	14 - 16
Bodenlebewesen	17 - 29
Eine Handvoll Boden	17
Bodentiere regulieren den Nährstoffkreislauf	18 - 19
Bodentier-Bestimmungsschlüssel	20
Bodenlebewesen kennen lernen	21
Berlese-Trichter	22
Bärtierchen im Moospolster	22
Bodentrimino - Nahrungsbeziehungen	23 - 27
Bodentier-Rätsel	28
Regenwurmschaukasten	29
Bodengefährdungen und Bodenschutz	30 - 40
Bodenerosion	30 - 31
Bodenverdichtung	32
Bodenversiegelung / Flächenverbrauch	33 - 37
Eintrag unerwünschter Stoffe	38 - 40
Weitere Aktivitäten und Ideen	41 - 47
Bodenquiz	41 - 44
Boden als Filter	45
Der „ökologische Fußabdruck“	46
Fühl-Fußpfad	47
Tipps und Angebote	48
Lösungsanhang	49
Literatur- und Quellennachweis	50



Lernziele

Pädagogische und didaktische Hinweise

Die SchülerInnen sollen erkennen,

- * dass Boden ein kostbares und unentbehrliches Gut ist.
- * welche wichtigen Aufgaben der Boden für uns und alle anderen Lebewesen erfüllt.
- * dass der Boden kein lebloses Substrat ist, sondern voll Leben steckt.
- * dass Bodenbildung ein sehr langsamer Prozess ist (100 bis 300 Jahre für 1 cm Bodenschicht).

Die SchülerInnen sollen wissen,

- * was Boden ist und woraus er besteht.
- * welche die häufigsten Bodenlebewesen sind und wovon sie sich ernähren.
- * welchen Gefahren und Belastungen Böden ausgesetzt sind.
- * durch welche Maßnahmen der Boden und seine Lebewesen geschützt werden können.

Die SchülerInnen sollen angeregt werden

- * zu genauem Schauen und Beobachten.
- * zu einem sorgsamem und nachhaltigen Umgang mit Boden und Bodenlebewesen.
- * positive wie negative Folgen menschlichen Wirkens im Zusammenhang mit dem Lebensraum Boden zu analysieren und zu hinterfragen (zB. Zersiedelung, Versiegelung ...).
- * konkret ein Umweltschutzprojekt umzusetzen (Anlegen eines Grünstreifens, Hecke, ...).
- * zu spielerischem Umgang mit Naturmaterialien (Landart).

Das vorliegende Unterrichtsmaterial ist so aufgebaut, dass zunächst jedem Thema ein Informationstext vorangeht, dem Aufgaben für die SchülerInnen folgen. Am Seitenrand sind Hinweise für die Lehrkraft bzw. Lösungen zu finden. Diese Spalte kann beim Kopieren abgedeckt werden. Ein Lösungsteil befindet sich im Anhang. Sofern nicht extra hingewiesen, eignen sich die Aufgaben von der 7. bis zur 10. Schulstufe.

Durch unterschiedliche didaktische Methoden und Strukturen, wie Arbeitsblätter, DVDs/Videos, Freiland- und Laboruntersuchungen, Recherche im Internet und in Fachbüchern, Einzel- und Gruppenarbeiten, Vorträge durch Experten, Exkursionen, usw. soll soziales Lernen gefördert und den SchülerInnen die Möglichkeit gegeben werden, selbst aktiv zu werden und sich für den Schutz des Bodens und der Umwelt einzusetzen.

Einige Aufgaben sind für einen fächerübergreifenden Unterricht konzipiert (Chemie, Deutsch, Bildnerische Erziehung). Dadurch soll vernetztes Denken gefördert werden.

jemandem gegenüber
aufholen

eine günstige Wirkung
haben

zugrunde gehen

das nimmt kein Ende

einen festen Halt, eine
Existenzgrundlage haben

jemand schämt sich sehr;
etwas ist sehr peinlich

etwas neu schaffen

sich auf neues, anderes
Gebiet begeben

kraftlos, niedergeschlagen,
verzweifelt sein

Diese Aufgabe könnte auch
fächerübergreifend erarbeitet
werden.

Beispiele:
Boden-/Geländeelemente
hervorheben; Steine kunst-
voll zu einem Mosaik legen;
aus Lehm oder Ton Figuren
formen; einen Baumstamm
mit bunten Blättern und
Früchten zieren; ein
Früchtemobile basteln;

Einstieg/Motivation



Redewendungen

Das Wort „Boden“ wird im „Lexikon der sprichwörtlichen Redensarten“ zunächst als das Fundament, das Sichere und Feststehende beschrieben.

Folgende Redewendungen verdeutlichen, dass der Begriff „Boden“ in vielfältiger Art und Weise in unserem Sprachgebrauch verwendet wird:

Boden gut machen

Auf guten Boden fallen

Zu Boden gehen

Das geht ins Bodenlose

Festen Boden unter den Füßen bekommen

In den Boden versinken wollen

Etwas aus dem Boden stampfen

Auf unsicheren Boden begeben

Am Boden zerstört sein

AUFGABEN:

- ✦ Was bedeuten diese Redewendungen?
- ✦ Verfasst zu zweit / in Gruppen eine kurze Geschichte / einen kleinen Theatersketch, in der zumindest drei Redewendungen vorkommen.

Land-Art

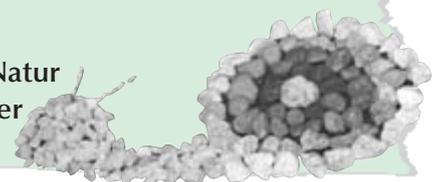
Foto: ÖÖ. Akademie für
Umwelt und Natur



Land-Art ist eine künstlerische Begegnung mit der Natur. Sie soll beitragen, Menschen für die Natur und für den Boden zu begeistern. Bei der kreativen Auseinandersetzung mit Bodenmaterialien (Steine, Erde, Sand) und Naturmaterialien (Blütenblätter, Zapfen, ...) soll Spaß im Vordergrund stehen.

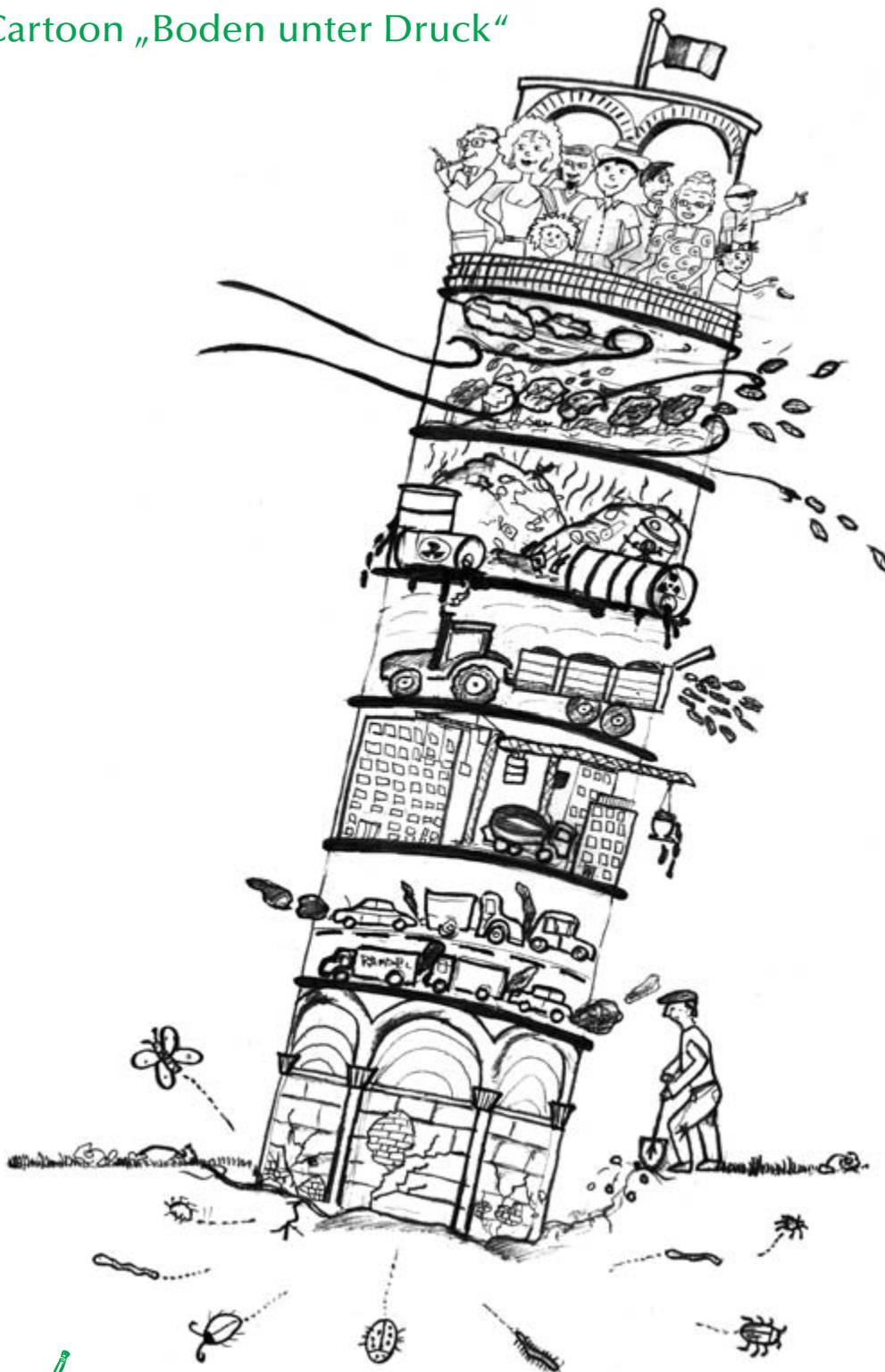
AUFGABE:

- ✦ In Gruppen- oder Einzelarbeit soll in der Natur oder im Klassenzimmer (Materialien aus der Natur) Land-Art ausprobiert werden.



Einstieg/Motivation

Cartoon „Boden unter Druck“



AUFGABEN:

- * Was ist auf dem Cartoon zu sehen?
- * Welche Assoziationen fallen dir/euch ein?
- * Was hat das mit deinem/eurem Leben zu tun?

Was ist Boden?



Es gibt viele Möglichkeiten, Boden zu beschreiben.
Einige davon sind hier angeführt:

- Boden ist die oberste, etwa 30 bis 200 cm dicke, belebte Verwitterungsschicht der Erdrinde.
- Unter Boden versteht man die oberste, belebte Verwitterungsschicht der Erdhülle, die im Laufe der Erdgeschichte durch das Einwirken der Bodenlebewesen und der natürlichen Verwitterungsarten entstanden ist.
- Der Boden bildet zusammen mit Wasser, Klima, Pflanzen- und Tierwelt ein natürliches Wirkungsgefüge (Ökosystem).
- Boden ist wie Wasser oder Luft eine essenzielle Lebensgrundlage für Menschen, Tiere, Pflanzen und Mikroorganismen.
- Boden ist eine zentrale Schlüsselstelle in den Kreisläufen der Natur.
- Boden ist die Haut der Erde
- „...das mit Wasser, Luft und Lebewesen durchsetzte, unter dem Einfluss der Umweltfaktoren an der Erdoberfläche entstandene und im Ablauf der Zeit sich weiterentwickelnde Umwandlungsprodukt mineralischer und organischer Substanzen mit eigener morphologischer Organisation, das in der Lage ist, höheren Pflanzen als Standort zu dienen und die Lebensgrundlage für Tiere und Menschen bildet“ (Schroeder, 1978, S. 9)
- Der Boden kann als die dünne, obere Schicht der Erdkruste angesehen werden, in der sich Gestein (Lithosphäre), Luft (Atmosphäre), Wasser (Hydrosphäre) und lebende Organismen (Biosphäre) gegenseitig durchdringen (Pedosphäre) ... (Luca Montarella)

AUFGABEN:

- * Erarbeitet gemeinsam an der Tafel in Form eines Brainstormings eure Vorstellungen und Ideen zu folgenden Fragen:

- Was bedeutet für mich Boden?
- Was ist Boden?

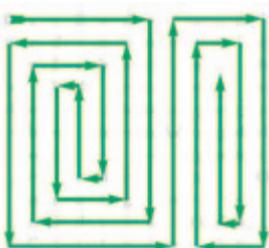
Anschließend werden die Vorschläge besprochen und eine gemeinsame Definition des Bodens ins Heft notiert.

- * Textschlange „Bodendefinition“
Finde die angegebene Bodendefinition im Buchstabenkasten.

Textschlange
Bodendefinition:

<< Der Boden kann als die dünne, obere Schicht der Erdkruste angesehen werden, in der sich Gestein, Luft, Wasser und lebende Organismen gegenseitig durchdringen. >>

D	e	r	B	o	d	e	r	u	n	d	l
n	e	d	r	e	w	n	e	s	e	i	e
i	e	S	c	h	n	k	s	n	.	t	b
n	r	k	d	i	e	a	s	e	n	i	e
d	e	r	r	c	h	n	a	g	e	g	n
e	b	u	E	h	e	n	W	e	g	d	d
r	o	s	r	t	s	a	t	g	n	u	e
s	e	t	e	d	e	l	f	n	i	r	O
i	n	e	a	n	g	s	u	e	r	c	r
c	n	ü	d	e	i	d	L	m	d	h	g
h	G	e	s	t	e	i	n	s	i	n	a





Boden braucht Zeit

Bodenbildung beginnt auf Ausgangsmaterial wie Gestein, Sand, Löss, etc.

Gestein wird unter dem Einfluss der physikalischen, der chemischen und der biologischen Verwitterung schrittweise zerkleinert. So sprengen z.B. bei der mechanischen Verwitterung Frost oder Hitze das Gestein.

Säuren, die in den Niederschlägen enthalten sind, lösen bei der chemischen Verwitterung Kalkgestein auf.

Die biologische Verwitterung erfolgt durch Tiere und Pflanzen. Letztere sprengen z.B. mit Hilfe ihrer Wurzeln das Gestein.

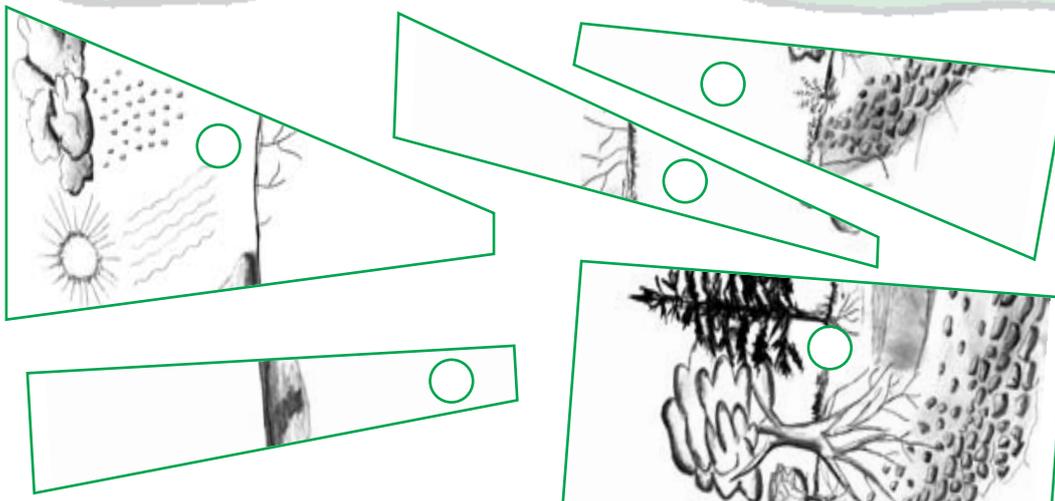
Erstbesiedler auf Fels - auch Pionierpflanzen genannt - sind Algen, Flechten und Moose. Sie bewirken, dass organisches Material entsteht und dass sich Bodenorganismen ansiedeln. Damit beginnt die für die Bodenentstehung so wichtige Humusbildung. Auf dieser wachsenden Humusschicht siedeln höhere Pflanzen, wie Gräser, Kräuter, Sträucher und Bäume.

Es dauert ca. 100 Jahre, bis in unserem Klima eine Humusschicht von 1 cm Dicke entsteht.

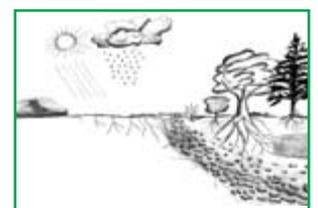
Die Böden Mitteleuropas sind nach der letzten Eiszeit 8.000 Jahre vor Christus entstanden.

AUFGABEN:

- * Setze die Puzzlestücke entsprechend der Bodenentstehung richtig zusammen.
- * Ordne die 5 Textbausteine der jeweiligen Bodenentwicklung zu:
 1. Unverwittertes Gestein
 2. Durch Frost, Hitze und Wirkung des Wassers entstehen Risse und Sprünge.
 3. Die Verwitterung schreitet fort und Pionierpflanzen siedeln sich an.
 4. Das Gestein zerfällt in lose Bestandteile und weitere Pflanzen (Kräuter) siedeln sich an.
 5. Die Humusschicht ist mächtig genug, dass höhere Pflanzen, wie Bäume, wurzeln können.
- * Ergänze die Skizze mit einer Linie, die als Zeitachse dienen soll, und trage das Alter für die Böden Mitteleuropas ein.



Lösungsbild



8000 v. Chr. 2000 n. Chr.

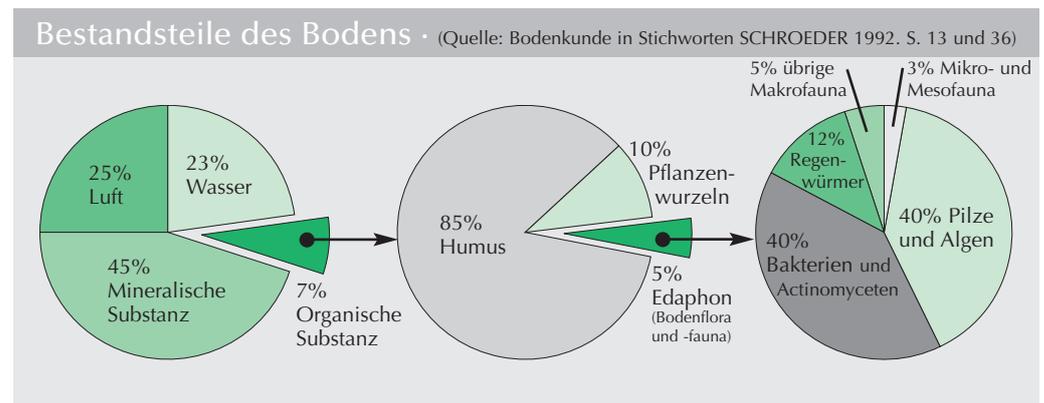
Bodenbestandteile



Boden besteht aus Mineralien unterschiedlicher Art und Größe (= mineralische Substanz), organischer Substanz (Humus, Pflanzenwurzeln und Bodenorganismen), Wasser und Luft.

Je nach Bodentyp variieren die Prozentangaben der Bodenbestand-

teile. Vereinfachend könnte aber auch gesagt werden, dass gut entwickelter Boden aus 45 % **festen Bestandteilen** (mineralische und organische Substanzen) und 48 % **Bodenporen** (Hohlräume, Luft und Wasser) besteht.



Feste Bestandteile sind:

- **mineralische Substanzen** (45%), die je nach Verwitterungsgrad als große Steine, Kies, Sand oder Ton vorliegen und
- **organische Substanzen** (7%).

Zu den **organischen Substanzen** zählen Humus (85%), Pflanzenwurzeln (10%) und Bodenlebewesen (5%).

Humus ist die Gesamtheit aller zersetzten organischen Substanzen (tote pflanzliche und tierische Reststoffe) auf und im Boden. Die Stoffe, die bei der Humifizierung frei werden bzw. entstehen, sind für den Nährstoffkreislauf und für die Bodenbildung von großer Bedeutung.

Humus bildet mit Tonmineralien, Kalk und tierischen Ausscheidungsprodukten sogenannte Ton-Humus-Komplexe. Diese Komplexe, die man auch „Krümel“ nennt, bewirken eine

gute Bodenstruktur. Der Humusgehalt ist ein wesentlicher Faktor für die Bodenfruchtbarkeit und variiert je nach Klima und Bewirtschaftung (Wiese 4-10%, Acker 1-4% des Bodens).

Bodenlebewesen, die 5% der organischen Substanz ausmachen, bilden den lebenden Anteil im Boden. Die Gesamtheit aller Bodenlebewesen bezeichnet man als **Edaphon** (Algen, Mikroorganismen, Käfer, Würmer, Pilze, Asseln, Larven, ...). Ihre Artenvielfalt, Individuenanzahl und ihre Anpassungen (Kleinheit, Rückbildung der optischen Sinnesorgane und Fortbewegungsorgane) an das Leben im Boden sind bemerkenswert. Sie erfüllen im Boden vielfältige Aufgaben. Unter anderem sind sie maßgeblich an der Humusbildung beteiligt.

Bodenlebewesen sind Indikatoren für den Gesundheitszustand der Böden.



Bodenbestandteile

Bodenporen sind:

- **Hohlräume** zwischen den Bodenteilchen. Sie enthalten rund 25% **Luft** und rund 23% **Wasser**. In ihnen befinden sich Pflanzenwurzeln und Bodenlebewesen, wie z.B. Regenwürmer, die unter anderem dafür sorgen, dass Bodenporen entstehen.
- Die Grobporen ($> 10 \mu\text{m}$) leiten das Niederschlagswasser rasch ab. Sie wirken als Drainage und stellen dadurch einen Hochwasserschutz dar.

Man unterscheidet 3 Bodenporengrößen: Grob-, Mittel- und Feinporen.

- In den Feinporen ($< 0,2 \mu\text{m}$) ist Wasser gespeichert, das den Pflanzen aufgrund der starken Kapillarwirkung nicht zur Verfügung steht.
- Die Mittelporen (10 bis $0,2 \mu\text{m}$) sind für den Wasserhaushalt des Bodens, aber auch der Pflanzen am Wichtigsten, da sie das Wasser vergleichsweise lange im Boden

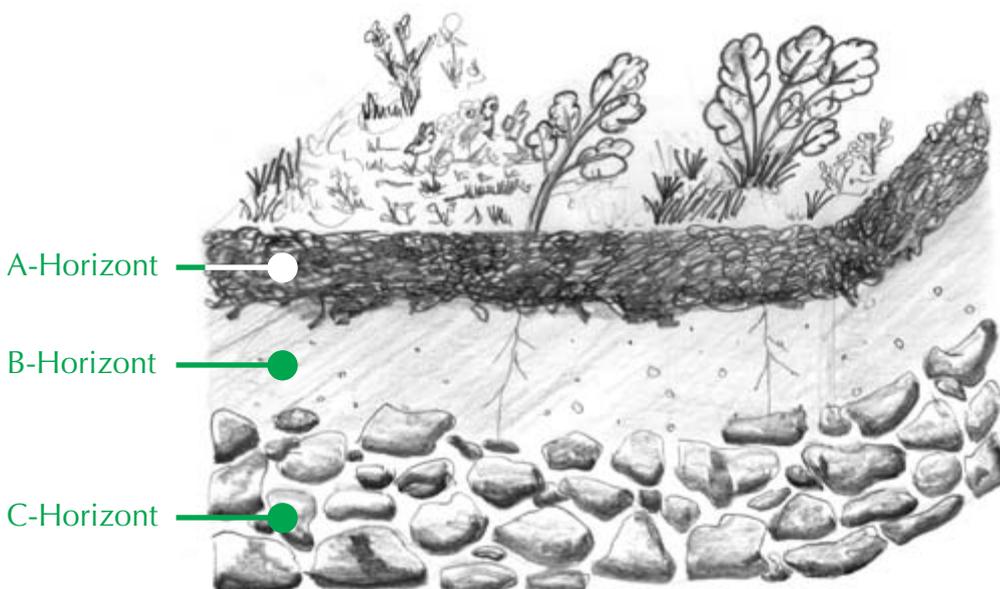
Aufgrund der Mischung fester, flüssiger und gasförmiger Bestandteile im Bodenkörper wird Boden auch als Drei-Phasen-System bezeichnet. Die Vielfalt der Bodentypen ist letztlich auf den Einfluss des Klimas, unterschiedliche Verhältnisse der Menge, der Qualität und räumlichen Verteilung dieser Bestandteile sowie auf unterschiedliche Entwicklungsstufen zurückzuführen. Böden werden in verschiedene Bodentypen eingeteilt, die eine bestimmte Schichtung (Horizonte) aufweisen.

Bodenhorizonte

A-Horizont = Oberboden oder Humusschicht
(dunkel gefärbt und mit Organismen durchsetzt)

B-Horizont = Übergangsschicht
(durch Verwitterungserscheinungen gekennzeichnet)

C-Horizont = Muttergestein



Bodenbestandteile

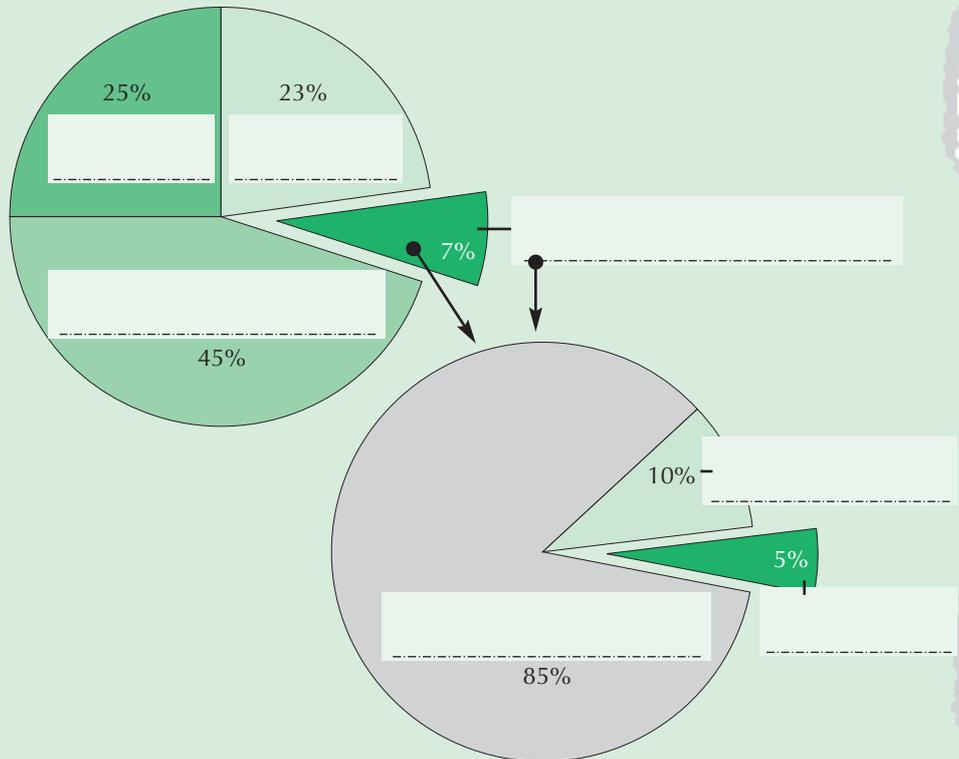


AUFGABEN:



A) Bodenbestandteile

Trage die Bodenbestandteile in beide Kreisdiagramme ein.



B) Bodenprofil (Bodenhorizonte erkennen)

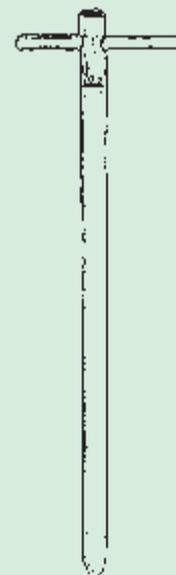
Ihr benötigt dazu einen Bohrstock, einen Hammer und einen Zollstock (Rollmeter).

Sucht verschiedene Bodenstandorte (Wald, Acker, Wiese) auf. Schlagen den Bohrstock mit Hilfe des Hammers in den Boden. Steckt den Querstab ein und dreht den Bohrstock.

Anschließend zieht ihn vorsichtig aus dem Boden und legt ihn flach hin.

Wie viele Horizonte könnt ihr erkennen?

Tragt die Ergebnisse in die Tabelle auf der nächsten Seite ein.



Zeichnung:
Pürckhauer Bohrstock

Lösung: siehe Seite 10

Hinweis:
Nicht ohne Erlaubnis das Grundbesitzers Bodenproben entnehmen!

Einen Bohrstock kann man bei folgenden Stellen entleihen:

- Landwirtschaftskammer für OÖ., Auf der Gugl 3, 4021 Linz, Bodenschutzberatung; Tel. 0732/6902
- Auf Anfrage bei oberösterreich. Landwirtschaftlichen Berufs- und Fachschulen
- Bei der OÖ. Akademie für Umwelt und Natur, Tel. 0732/7720-14402



Bodenbestandteile

AUFGABEN:

* C) Fingerprobe (Bodenbestandteile fühlen)

Für die Bestimmung der Bodenart braucht ihr etwas Fingerspitzengefühl. Nehmt eine Bodenprobe aus jedem Horizont (siehe Aufgabe B) zwischen die Finger und rollt und knetet sie. Anschließend versucht, die Bodenprobe zwischen den Handflächen auszurollen (zuvor leicht anfeuchten).

Bestimmt die Bodenart nach folgendem Schema:

- Bodenprobe nicht ausrollbar = Sandboden
- Bodenprobe etwas formbar = Lehm Boden
- Bodenprobe sehr gut formbar = Tonboden

Untersucht die einzelnen Horizonte und tragt die Ergebnisse der Aufgaben B) und C) in die Tabelle ein.

Ort der Bodenprobe	Horizonte (bis ...cm tief)	Farbe	Bodenart	Durchwurzelung (gering/stark)

* D) Spatenprobe (Bodenkörper/-struktur erkennen)

Ihr benötigt dazu 2 Spaten, Lineal und verschiedene Bodenprobestellen (Garten, Wald).

Stecht einen Bodenziegel aus und hebt ihn vorsichtig (2. Spaten unter den Ziegel schieben) heraus.

Beantwortet anschließend folgende Fragen:

1. Welche Farbe hat der Boden? (fast schwarz, braun, braun mit rost-braunen Strichen, hellbraun, gelb, ...)

2. Wie weit ragen die Pflanzenwurzeln in den Boden?
Wie dicht ist der Boden durchwurzelt? (stark, gering)

3. Wie riecht der Boden? (erdig, muffig, gut, nach Wald, ...)

4. Wie fühlt sich der Boden an? (körnig, klebrig, feucht, trocken, ...)

Boden erfüllt wichtige Funktionen



- 1. Boden ist Bestandteil des Naturhaushaltes.**

Böden spielen deshalb in Naturkreisläufen eine wichtige Rolle:

Wasserkreislauf:
Boden zeichnet sich durch sein Rückhaltevermögen für Niederschlagswasser aus.

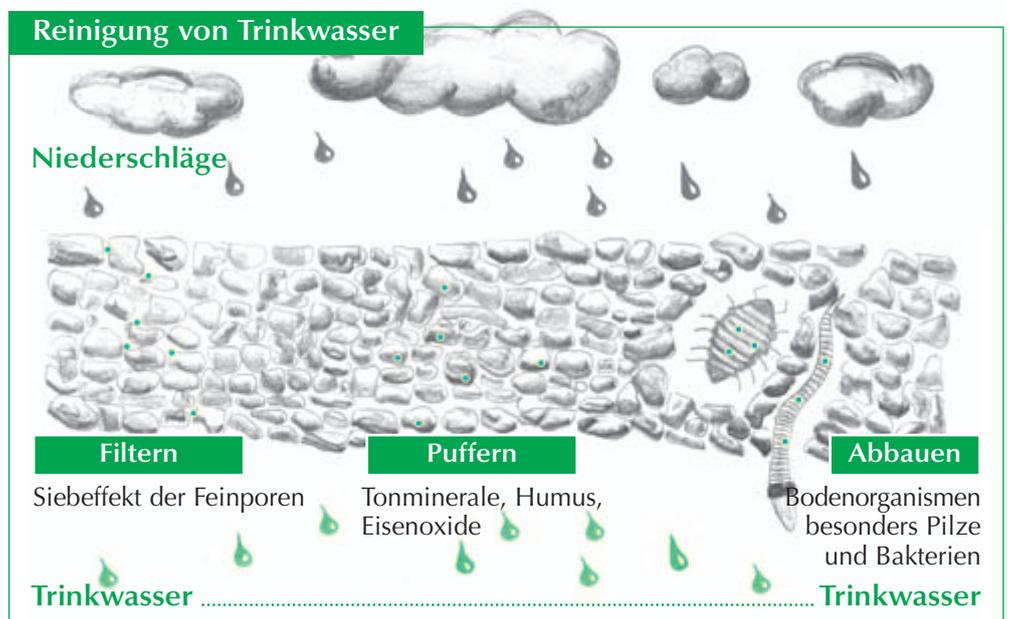
Nährstoffkreislauf:
Boden liefert die lebensnotwendigen Mineralsalze für das Pflanzenwachstum.

Kohlenstoffkreislauf:
Humus ist Kohlenstoffdioxid-Speicher und leistet dadurch einen wichtigen Beitrag zum Klimaschutz.
- 2. Boden ist die Basis für Ernährung und nachwachsende Rohstoffe.**

Pflanzen stehen an der Basis der Nahrungskette. Sie finden im Boden Halt und lebensnotwendige Mineralsalze. Die Konsumenten, das sind Tiere, Menschen, aber auch die Zersetzer, hängen unmittelbar von ihnen ab.
Auf land- und forstwirtschaftlichen Produktionsflächen werden Lebensmittel, Futtermittel und wichtige Rohstoffe wie Raps und Holz angebaut.
- 3. Boden ist ein wichtiger Wasserspeicher.**

Gut „durchlüfteter“ Boden speichert Regenwasser. Dieses benötigen Pflanzen, Bodenlebewesen und Menschen (Trinkwasser). Gute Ackerböden können etwa 2 mm/h (=200 m³ Wasser pro Stunde) je Hektar aufnehmen (Oö. Umweltbericht 2006). Auf versiegelten Flächen oder verdichteten Böden hingegen fließt das Niederschlagswasser ab und kann nicht mehr gespeichert werden. Bei starken Niederschlägen ist das Wasserspeichervermögen der Böden entscheidend, da das Risiko des Überlaufens der Flüsse und Bäche verringert wird. Boden beugt Hochwasser vor.
- 4. Boden ist ein natürliches Reinigungssystem.**

Das Regenwasser wird beim Sickern durch die Bodenschichten gereinigt. Es wird zu Grundwasser und stellt dadurch eine wichtige Trinkwasserquelle dar. Böden können aufgrund ihrer Filter-, Puffer- und Stoffumwandlungseigenschaften unerwünschte Stoffe im Boden zurückhalten, an Bodenbestandteile binden oder abbauen.





Boden erfüllt wichtige Funktionen

5. Boden ist **Lebensraum für Bodenlebewesen**.

In einer Handvoll fruchtbarem Boden befinden sich mehr als 6 Milliarden Bodenlebewesen. Sie sind die verborgenen Helfer, denn durch sie entstehen aus abgestorbenen tierischen und pflanzlichen Abfallstoffen Humus und Mineral-salze. Diese Produkte stehen den Pflanzen wieder zur Verfügung. Bodenlebewesen stellen somit das größte und effizienteste Recycling-system dar. Ohne ihre Zersetzer-tätigkeit wäre die Erdoberfläche meterhoch mit „Biomüll“ bedeckt. Außerdem sind sie am Abbau von

organischen Schadstoffen (z.B. Pflanzenschutzmittel) beteiligt und sorgen für eine gute Bodenstruktur, indem sie den Boden belüften und durchmischen (z.B. Regenwürmer).

6. Boden ist **Nutzfläche** für Wohnen, Verkehr, Produktions- und Erholungs-stätten, Spielfläche und Erlebnis-raum für Kinder und Künstler, ...

7. Boden ist **Roh- und Baustofflieferant** (z.B. Kies, Sand, Schotter, Ton, Lehm ...).

8. Boden ist **natur- und kulturhistori-sches Archiv** (Geologie, Paläontologie, Archäologie)

AUFGABEN:

Auch wenn in den Medien auf den ersten Blick nicht direkt von Boden und seinen Funktionen berichtet wird, sind in der Berichterstattung Bodenthemen beinhaltet. Deine Aufgabe ist es, die Überschriften den acht Funktionen des Bodens zuzuordnen. (Mehrfachzuordnungen sind möglich.)

Hochwasserkatastrophe in Steyr 2002
„Land unter“ in Steyr und

Fossilien in Gesteins-schichten entdeckt!
Sie geben Aufschluss über das Leben vor Millionen von Jahren

Nitrat im Trinkwasser

Düngegaben der Landwirte zu hoch - Grundwasser mit Nitrat belastet. Es wird empfohlen, Kleinkindern kein Leitungswasser zu verabreichen.

BAUBRANCHE BOOMT!

Häuslbauer klagen über steigende Grundstücks- und Rohstoffpreise...

OÖ. Boden-bilanz 2004

Jährlich werden in Oberösterreich 650 ha versiegelt. Das entspricht der Größe des Stadtkerns von Wels.

Klimaschutz contra Wirtschaftswachstum
Auf jüngster Konferenz konnten keine verbindlichen Maßnahmen für CO₂-Reduktion beschlossen werden.

Römische Siedlung in Lorch (Enns) entdeckt!

Notgrabung nach Aus-hubarbeiten eingeleitet - archäologische Sensation rechtfertigt Baustopp

Boden - Ade!

Jährlich fließen tausende Hektar fruchtbaren Ackerbodens den Bach hinunter oder „verflüchtigen sich“

Boden ist...

- 1 Bestandteil des Naturhaushaltes.
- 2 Basis für Ernährung und nachwachsende Rohstoffe.
- 3 ein wichtiger Wasserspeicher.
- 4 ein natürliches Reinigungssystem.
- 5 Lebensraum für Bodenlebewesen.
- 6 Nutzfläche für Wohnen, Verkehr, Produktion- und Erholungsstätten...
- 7 Roh- und Baustofflieferant.
- 8 natur- und kulturhistorisches Archiv.

***** Gestaltet aus alten Zeitungen und Magazinen eine Collage zum Thema „Der Boden - unsere Lebensgrundlage“. Teilt euch in Gruppen auf und überlegt zunächst, wo wir Menschen den Boden nützen und brauchen.

Anmerkung: Diese Aufgabe bietet sich an, fächerübergreifend mit „Bildnerische Erziehung“ erarbeitet zu werden.

Anregungen: Anbau von Lebens- und Futtermitteln, Abbau von Bodenschätzen, Siedlungstätigkeit, Trinkwasser, Hochwasserschutz, ...

Boden erfüllt wichtige Funktionen



Lösungen:



Wörter:
Wasserspeicher, Lebensmittel,
Trinkwasser, Klimaschutz, Spiel-
platz, Lebensraum, Recycling,
Rohstoffe, Baustoffe, Archiv,
Humus, Boden

* **Suchrätsel:** Finde 12 Begriffe zum Thema „Bodenfunktionen“ und ergänze sie im Lückentext.



Lückentext:

Obwohl _____ für viele Menschen als _____ nicht wahrgenommen wird, erfüllt er viele Funktionen. Bereits am Frühstückstisch sollte uns bewusst sein, dass unsere _____ und unser _____ nur mit Hilfe des Bodens „erzeugt“ werden können. Wenn in den Frühlachrichten über Hurrikans, Flut- und Dürrekatastrophen berichtet wird, dann hat das auch mit Boden zu tun, denn er ist unersetzbarer _____.

_____ ist Kohlenstoffdioxid-Speicher und leistet dadurch einen wichtigen Beitrag zum _____.

Die Straße, auf der ihr euch zur Schule bewegt, wurde auf dem Boden errichtet, die _____ dafür wurden aus dem Boden gewonnen.

In der Geschichtsstunde lernt ihr über archäologische Ausgrabungen: Der Boden ist ein kulturhistorisches _____, das Zeugnisse der Vergangenheit oft über Jahrtausende bewahrt. In Geographie hört ihr, wo _____ wie z.B. Eisen und Kochsalz lagern.

Zuhause leert ihr verantwortungsbewusst den Biomüll auf den Komposthaufen. Ihr wisst nämlich, dass Boden das effizienteste System für _____ ist.

Ob Park, Sport- oder _____: Der Boden bietet Platz für Erholung und Spaß.

Boden / Lebensraum

Lebensmittel

Trinkwasser

Wasserspeicher

Humus

Klimaschutz

Baustoffe

Archiv

Rohstoffe

Recycling

Spielplatz



Bodenlebewesen

Eine Hand voll Boden

In einer Hand voll Erde sind in Mitteleuropa mehr Lebewesen vorhanden als Menschen auf der Erde leben (SCHEFFER/SCHACHT-SCHABEL 1992).

Diese Tatsache ist verblüffend, denn mit bloßem Auge sind für uns Menschen nur wenige Tiere ausfindig zu machen. Dazu zählen z.B. Regenwürmer, Asseln, Maulwürfe, die zur **Makrofauna** zusammengefasst werden.

Mit der Lupe sind zum Beispiel Bärtierchen, Borstenwürmer, Fadenwürmer, Rädertiere, Milben oder Springschwänze erkennbar. Sie zählen zur **Mesofauna** (0,2 bis 2 mm Größe).

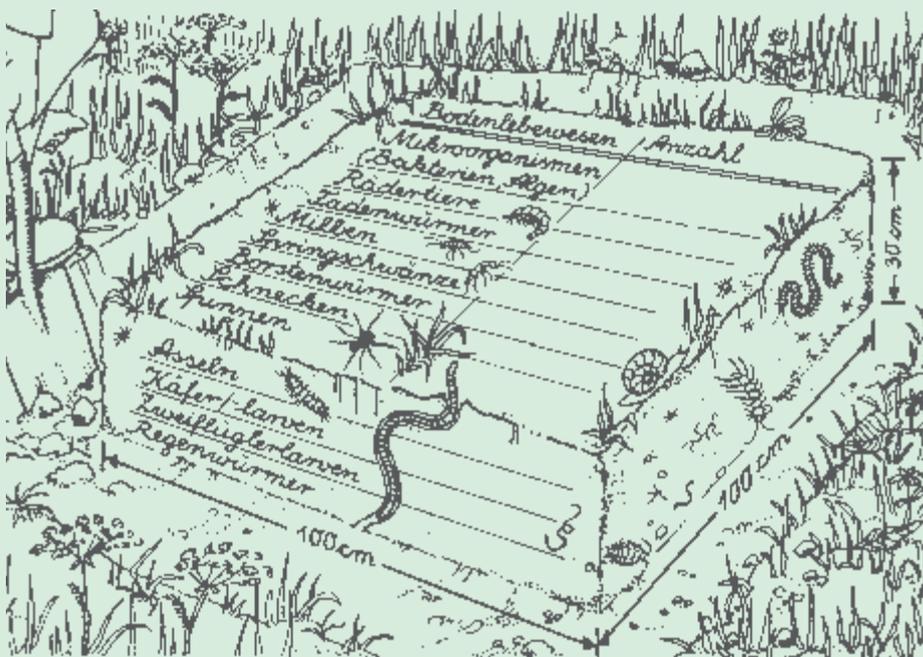
Unter dem Mikroskop werden Algen,

Pilze, Bakterien und tierische Einzeller (Geißeltierchen, Wimperntiere, Amöben) sichtbar. Sie kommen am Häufigsten im Boden vor und zählen zu den **Mikroorganismen**.

Neben der unbeschreiblich großen Artenvielfalt ist die Individuendichte der Bodenlebewesen im Boden spektakulär. In einem Bodenziegel von 1 m Kantenlänge und 30 cm Tiefe „tummeln“ sich mehr als 1,6 Billionen Bodenorganismen. Ihr Gewichtsanteil beträgt jedoch nur 1 % der festen Bodenbestandteile. Das sind bei diesem Beispiel 200 g (2 Tafeln Schokolade). Die Lösung für dieses Rätsel liegt in ihrer Kleinheit.

AUFGABE:

- * Rate, wie viele Lebewesen in diesem Bodenziegel vorhanden sind und trage die geschätzte Anzahl in die Zeichnung ein (50, 50, 50, 100, 100, 80, 10 000, 50 000, 1,5 Billionen, 100 000, 1 Million, 25 000).



(Quelle: Unsere Umwelt entdecken KNIRSCH 1993 S. 35)

Mikroorganismen:	1,5 Bill.
Rädertiere:	25.000
Fadenwürmer:	1 Mio.
Milben:	100.000
Springschwänze:	50.000
Borstenwürmer:	10.000
Schnecken:	50
Spinnen:	50
Asseln:	50
Käfer-larven:	100
Zweiflüglerlarven:	100
Regenwürmer:	80

Bodenlebewesen



Bodentiere regulieren den Nährstoffkreislauf

Pflanzen bauen mit Hilfe des Sonnenlichtes, des Wassers und des Kohlenstoffdioxids Zucker (bzw. Stärke) auf und geben Sauerstoff ab (Photosynthese). Pflanzen bilden die Nahrungsgrundlage auf unserem Planeten. Sie benötigen für ihr Wachstum auch Mineralstoffe, wie zB. Stickstoffoxide, Phosphat, Kalium. Diese Mineralstoffe nehmen sie vom Boden über ihre Wurzeln auf.

Woher stammen die lebensnotwendigen Mineralstoffe?

Ausgangsmaterial sind die abgestorbenen pflanzlichen und tierischen Abfallstoffe (Blätter, Äste, Aas, etc.), die vielen Bodenlebewesen als Nahrung dienen. Zahllose Tiere wie Würmer, Käfer(-larven), Hornmilben, Doppelfüßer und Asseln zerkleinern zuerst diese organischen Abfallstoffe und scheiden dabei fruchtbaren Kot aus. Im nächsten Schritt zerlegen Mikroorganismen wie Einzeller, Bakterien, Pilze den Kot weiter. Einen Teil davon verwenden sie für ihre Ernährung. Ein weiterer Teil der Abbauprodukte wird zu Humus umgewandelt. Diesen Vorgang nennt man **Humifizierung**.

Mikroorganismen zerlegen auch einen Teil der Abbauprodukte in einfache anorganische Moleküle (Mineralstoffe), die für die Pflanzen als Nährstoffe zur Verfügung stehen. Diesen Vorgang nennt man **Mineralisation**.

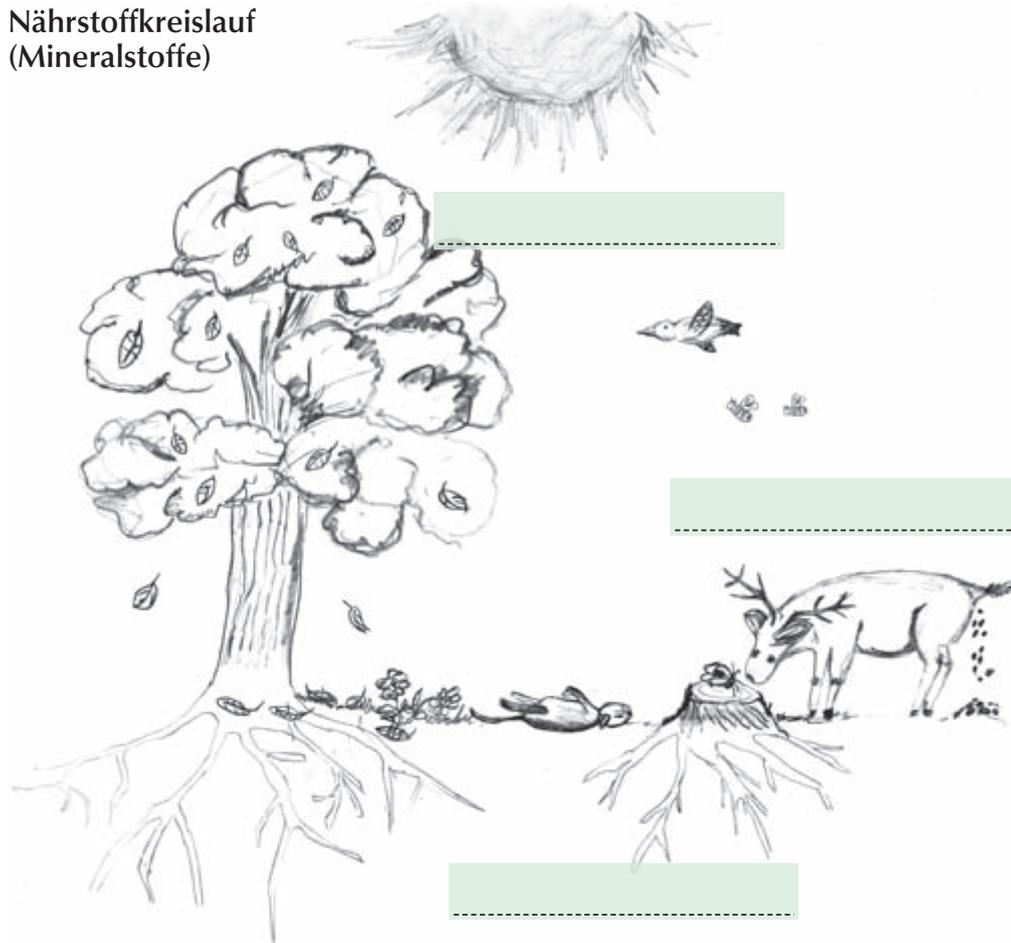
Neben der Tätigkeit der Zersetzer finden auch eigenständige chemische Abbauprozesse im Boden statt.

Die Pflanzenwurzeln können nun die in Wasser gelösten Mineralstoffe aufnehmen und mit Hilfe der Photosynthese neue Blätter und Triebe bilden. Die in der Folge anfallenden abgestorbenen Blätter, aber auch Aas und Ausscheidungsprodukte der Tiere, bilden wieder das Ausgangsmaterial des Nährstoffkreislaufes.

In der Natur funktioniert das Wiederverwerten (Recycling) der organischen Abfallstoffe problemlos. Ohne die Tätigkeit der Bodenlebewesen, die als Zersetzer oder Destruenten bezeichnet werden, würden sich meterhoch organische Abfallstoffe auf unserer Erde auf türmen.

Bodenlebewesen

Nährstoffkreislauf
(Mineralstoffe)



I. Ordnung:

II. Ordnung:

III. Ordnung:

MINERALSTOFFE

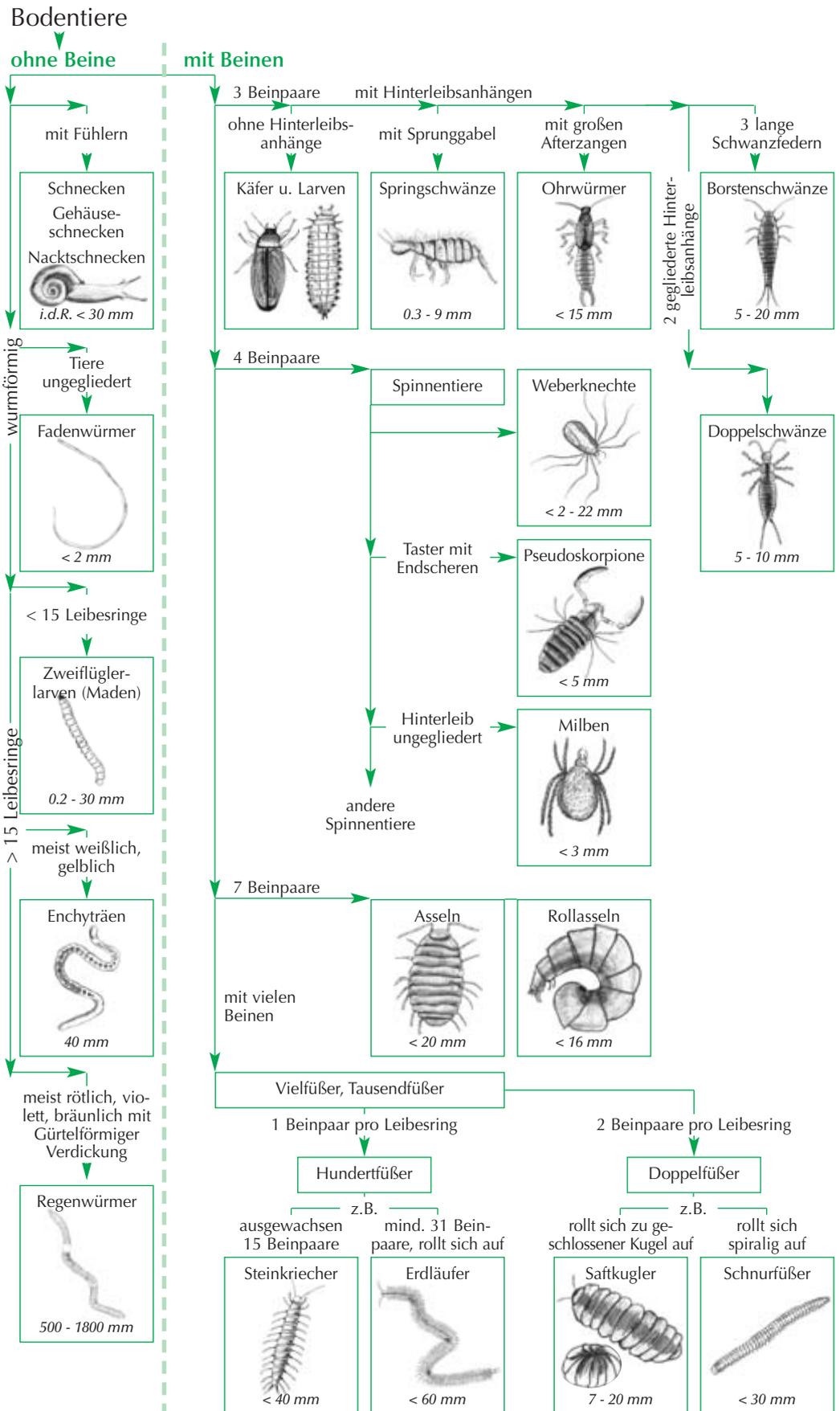


AUFGABEN:

- ✳ Setzt die fehlenden Begriffe ein und zeichne den Kreislauf mit Pfeilen. (Zersetzer, Produzent, Konsument, organische Abfallstoffe wie Laub, Aas, Kot)

Bodenlebewesen

Bodentier-Bestimmungsschlüssel



Bodenlebewesen



Berlese-Trichter (Gerät zum Sammeln und Erfassen von Bodentieren)



Benötigt werden ein Trichter, ein Küchensieb (2 mm Maschendurchmesser), ein mit schwarzem Karton abgedunkeltes Auffangglas und eine 25-Watt-Tisch-Lampe, die sich in 20 - 30 cm Abstand zum Trichter befindet. Das Auffangglas ist für Lebendbeobachtungen mit einem feuchten Tuch ausgelegt.

Das Sieb wird nun mit Kompost- oder Waldbodenerde (samt Streuschichtanteil) befüllt. Bodenbewohner (Meso-fauna), die größer als 2 mm sind, wer-

den aussortiert und in das abgedunkelte Auffangglas gelegt.

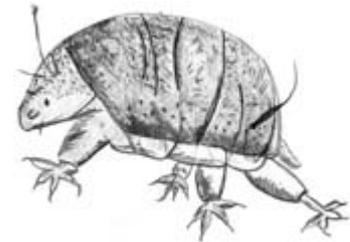
Anschließend die Lampe einschalten und abwarten. Die Bodentiere flüchten vor der Wärme und dem Licht in das abgedunkelte Auffangglas.

Mit Hilfe einer Lupe, Mikroskop, Binokular und dem Bodentier-Bestimmungsschlüssel können die Tiere betrachtet und bestimmt werden. Auf dem Arbeitsblatt „Bodenlebewesen kennen lernen“ werden die Ergebnisse notiert.

Falls Bodenproben aus einem Laub- und Nadelwald untersucht wurden, können diese verglichen werden.

Bärtierchen im Moospolster

Bärtierchen leben auf Moosrasen und in der Laubstreu. Ihre Körperlänge liegt unter 1 mm (0,3 bis 1 mm). Unter ungünstigen Lebensbedingungen trocknen sie fast vollständig aus und stellen ihre Stoffwechselaktivität ein (Kryptobiose). Herrschen wieder günstige Voraussetzungen, dann aktivieren sie wieder ihre Lebensfunktionen. Sie ernähren sich von Pflanzensäften, organischem Abfall



oder räuberisch von Fadenwürmern.

Ihre Feinde sind zB. Milben, Springschwänze, Insektenlarven und Fadenwürmer.

AUFGABE:



Untersucht einen Moospolster nach Bärtierchen. Es eignen sich dafür „frische“ Moospolster von Steinwänden, gekalkten Mauern oder Moospolster auf Kalkstein am Besten.

Setzt den Moospolster (Erdeanteil entfernen) mit dem grünen Anteil nach unten in eine Petrischale und fügt nach und nach Wasser hinzu. Wenn das Moos mit Wasser gesättigt ist, sollte der Gefäßboden immer noch mehrere Millimeter hoch mit Wasser bedeckt sein. Lasst die Petrischale mehrere Stunden oder über Nacht stehen.

Den Moospolster herausnehmen und das in der Petrischale befindliche Wasser unter dem Mikroskop (kleine Anfangsvergrößerung!) nach Bärtierchen durchsuchen. Beachte: Sie strampeln wie Säuglinge. Manche sind transparent, andere ziegelrot.

Mit der Pipette könnt ihr anschließend Bärtierchen auf einem Objektträger genauer betrachten.

Unter www.baertierchen.de könnt ihr mehr über Bärtierchen(-arten) erfahren.



Bodenlebewesen

Bodentrimino - Nahrungsbeziehungen

Das Bodentrimino ist ein Spiel, das immer aus drei zusammengehörenden Kärtchen besteht:



1. der Name des Tieres (z.B. Schnecke)
2. die Abbildung des Tieres (Schnecke) und
3. der Informationstext über das Bodenlebewesen.

Das Spiel ist vielfältig einsetz- und erweiterbar.

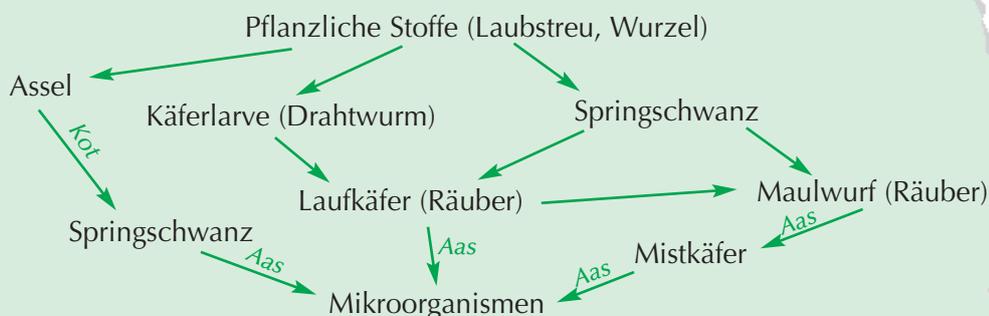
AUFGABEN:

- * Legt die Kärtchen verdeckt auf den Boden. Jede/r darf sich ein bis zwei Kärtchen nehmen und ansehen. Durch Vorlesen des Informationstextes sollt ihr versuchen, den Namen und die Abbildung des Bodenlebewesens zuzusammenfügen. Sie bilden ein Trimino.
- * Nehmt einen Bogen Packpapier (braun) und legt mit Laub, Wurzeln und kleinen und großen Steinen die Bodenhorizonte (Laubstreu, Humusschicht, kleine und große Steine als Gesteinsschicht) auf. Eine andere Möglichkeit wäre die Bodenhorizonte aufzuzeichnen. Die Triminos werden nun den Horizonten zugeordnet (mit dem Hinweis, dass manche Bodenlebewesen in mehreren Horizonten vertreten sind).
- * Als nächstes können Nahrungsketten oder Nahrungsnetze gelegt werden. Folgende Begriffe: pflanzliche Abfallstoffe, Zersetzer, Konsumenten I. und II. Ordnung und eventuell Ausscheidungsprodukte (Kot, Aas) könnte man auf bunte Kreise notieren und unter die Triminos legen. Dadurch wird ihre Stellung in der Nahrungskette verdeutlicht.

Beispiel für eine Nahrungskette:

pflanzliche Abfallstoffe (Laubstreu) → Assel → Kot → Springschwanz → Steinkriecher

Beispiel für ein Nahrungsnetz:



Abschließend könnte man durch Aufzählen einiger negativer Einflüsse, wie Bodenverdichtung durch landwirtschaftliche Maschinen, Rohstoffabbau, Straßenbau, Versalzung, usw. die Kärtchen schrittweise vom Plakat abräumen.

Mikroorganismen
(Bakterien, Pilze,
Einzeller)



Sie sind die bedeutendsten Bodenlebewesen, nicht nur weil sie mikroskopisch klein sind und ihre Individuendichte in die Millionen geht, sondern vor allem, weil sie die „Mineralisierer“ schlechthin sind.

Abgestorbene
Pflanzen und Tiere



Sie bilden den Ausgangspunkt des Nährstoffkreislaufes. Die Bodenorganismen zersetzen sie und bilden dabei fruchtbaren Humus.

Fadenwürmer



Sie leben in feuchter Erde und sind häufige Bodenbewohner (100 Millionen pro Quadratmeter). Ihr Körper ist faden- bis schlauchförmig und erreicht eine Länge von 1-3 mm. Sie fressen alles, was sie im Boden finden (Pflanzenwurzeln - leider auch Rüben und Weizen, Pilze, Bakterien, verarbeiten organische Reste). Manche von ihnen leben als Räuber und Parasiten.

Große Regenwürmer
(Gürtelwürmer)



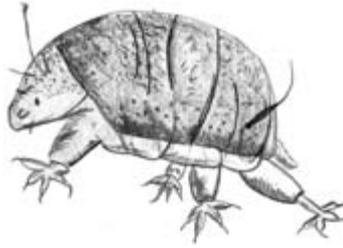
In einem Quadratmeter gesunden Boden leben an die 200 von ihnen. Sie fressen Pflanzenreste und Bodenteilchen. Dadurch lockern, durchmischen und düngen sie den Boden. Die ausgeschiedenen Kotkrümel sind wertvoller Humus, den zB. Springschwänze weiterverarbeiten. In einem Hektar Wiesenboden kommen bis zu 80 Tonnen Kotkrümel pro Jahr zusammen. Sie sind Zwitter.

Kleine; weiße
Regenwürmer
(Enchyträen)
(Gürterlwürmer)



Sie sind mit den Regenwürmern verwandt, jedoch weiß gefärbt, kleiner (ca. 10 mm) und können massenhaft auftreten. Sie leben vorwiegend im Kompost und in pH-sauren Böden. Sie zersetzen dort abgestorbene Pflanzenteile.

Bärtierchen



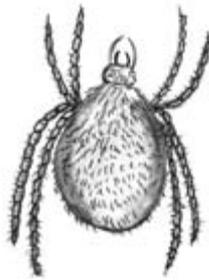
Sie leben auf Moosrasen und in der Laubstreu. Ihre Körperlänge liegt unter 1 mm. Unter ungünstigen Lebensbedingungen trocknen sie fast vollständig aus und stellen ihren Stoffwechsel ein (Kryptobiose). Herrschen wieder günstige Voraussetzungen, dann aktivieren sie wieder ihre Lebensfunktionen. Sie ernähren sich von Pflanzensäften, organischem Abfall oder räuberisch von Fadenwürmern. Ihre Feinde sind zB. Milben und Fadenwürmer.

Schnecken



Sie kommen hauptsächlich in der Laubstreu vor und bevorzugen feuchte Standorte. Mit ihrer Raspelzunge nehmen sie Pflanzen(-abfall) auf. Manche besitzen ein Gehäuse.

Milben



Sie zählen zu den erfolgreichsten Gliedertieren im Boden und tragen acht Beine. Vor allem verschiedene Horn- oder Moosmilbenarten erreichen über 100.000 Individuen pro Quadratmeter. Unter ihnen finden sich sowohl gut gepanzerte Abfallfresser (zB. Hornmilben) als auch Raubmilben, die durch lange Beine und flotte Laufbewegungen auffallen. Letztere ernähren sich von Springschwänzen und anderen Milben.

Hundertfüßer (Tausendfüßer)



Sie sind gegliederte Tiere, die aus bis zu 200 Körperringen bestehen können. Sie tragen 1 Laufbeinpaar pro Körpersegment. Sie leben räuberisch. Ihr giftiger Biss führt rasch zu Lähmungen der Beutetiere (Milben, Asseln, Springschwänze, Regenwürmer, Fliegenlarven). Erdläufer und Steinkriecher sind weit verbreitete Vertreter.

Doppelfüßer (Tausendfüßer)



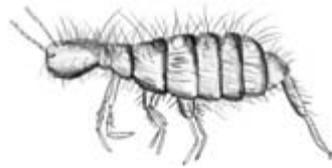
Die auch als Schnurfüßer bezeichneten Gliedertiere verfügen über zwei Beinpaare pro Körpersegment. Ihr Körper ist gut gepanzert. Sie durchmischen den Boden gründlich und zersetzen beträchtliche Mengen an organischen Abfallstoffen. Bei Gefahr, in Ruhestellung und bei Trockenheit rollen sie sich ein. Der Saftkugler beherrscht dieses Prinzip hervorragend.

Assel
(Krebstiere)



Diese mit sieben Beinpaaren ausgestatteten Landkrebse zersetzen große Mengen Laub und Totholz rasch und gründlich. Ihr Kot dient anderen Folgezersettern als Nahrung.

Springschwänze
(Ur-Insekten)



Sie zählen zu den ungeflügelten Urinsekten. Sie besitzen am Hinterleib eine Sprunggabel, mit der sie sich bei Gefahr wegschnellen können. Sie leben sowohl in der Streuschicht (bis 8 Millimeter), als auch in tieferen Bodenschichten (1-2 Millimeter, blind, farblos, kurze Beine). Viele zernagen Laubstreu, andere fressen Kot, Bakterien oder Pilze. 50.000 Individuen auf einem Quadratmeter Waldboden sind nicht unüblich.

Weberknecht
(Spinnentiere)



Ihre sonst langen vier Beinpaare sind an das Leben auf dem und im Boden durch verkürzte und kräftige Beine angepasst. Sie erbeuten unter anderem Springschwänze.

Pseudoskorpion
(Spinnentiere)



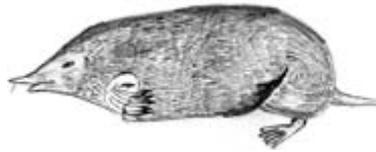
Ihre riesigen Mundwerkzeuge fungieren beim Beuteerwerb als imposante Giftspritzen. Mit stark abgeplatteten Körpern und einer Körperlänge von 1 bis 7 Millimeter können sie gut in Ritzen und Spalten nach Springschwänzen und Milben jagen. Im Kompost sind sie oft leichter zu finden als in anderen Böden.

Doppelschwänze
(Ur-Insekten)



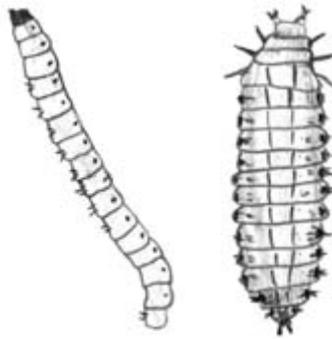
Sie sind flügellose, urtümliche Insekten, die nach Springschwänzen und Milben jagen. Die meist weiß- oder gelblich gefärbten Tiere sind an den beiden Hinterleibsanhängen (Cerci) gut zu erkennen. Sie benötigen ausreichende Bodenfeuchte.

Maulwurf
(Säugetiere)



Er ist wie die Spitzmaus ein Insektenfresser. Regenwürmer, Engerlinge, Drahtwürmer (Schnellkäferlarve) sind für ihn eine Delikatesse. Seine Erdhaufen zeigen eigentlich nur deutlich an, dass dieser durchwühlte Boden voller Leben steckt.

Mücken- und Fliegenlarven
(Insekten)



Sie sind in jedem Boden mit vielen Arten und Individuen vertreten. Sie verbringen nur ihre Ei- und Larvenentwicklung im Boden. Sie ernähren sich von organischem Abfall und bilden durch ihre Ausscheidungsprodukte wertvollen Humus.

Käfer



Sie sind typische Bodentiere und kommen als Ei, Larve, Puppe oder fertiges Insekt in den verschiedenen Bodenschichten vor. Lauf-? betätigen sich im Boden als Räuber von Milben, Springschwänzen, kleinen Regenwürmern, Insektenlarven und Asseln. Dung-? verbuddeln Kotkugeln als Nahrung für sich und ihre Larven. Totengräber bestatten Tierleichen und profitieren dann von dem Kadaver.

Pflanzliche Abfallstoffe



Pflanzliche Abfallstoffe



Pflanzliche Abfallstoffe



Zersetzer



Konsumenten



Produzenten



AAS



AAS



AAS



KOT



KOT



KOT





Bodenlebewesen

Regenwurmschaukasten

Regenwürmer sind „die Bodenmischer“. Durch ihre Wühltätigkeit lockern, lüften und durchmischen Regenwürmer den Boden.

Jährlich können sie auf 1m² Boden bis zu 12 kg Erde verlagern.



AUFGABE:

* Zunächst einen Regenwurmschaukasten zimmern:

2 Plexiglaswände (ca. 40 x 30 cm, 1 cm breit) mit drei 3 cm starken Holzleisten (30 cm lang) verschrauben.

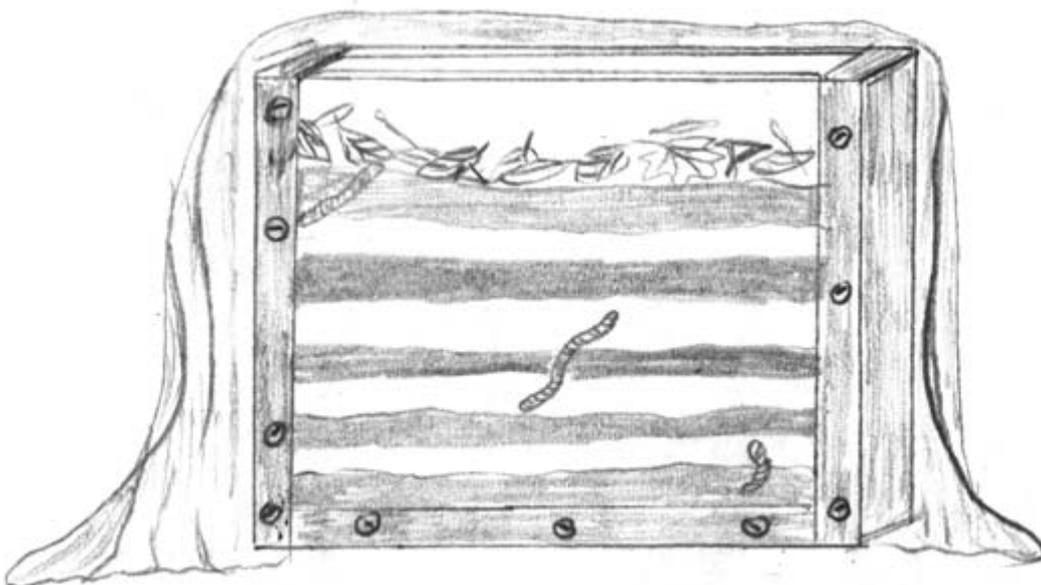
Dann wird der Schaukasten schichtweise mit Gartenerde, Kompost und Sand gefüllt. Die oberste Schicht mit verrotteten Blättern abdecken. Die Erdschichten mäßig gießen und die Regenwürmer (max. 10) hineinsetzen. Den Schaukasten mit einem Tuch abdunkeln, damit die Regenwürmer annähernd ihre Lebensraumsituation vorfinden.

Nach ein paar Tagen kann man bereits die Regenwurm-Gänge sehen und die fortschreitende Durchmischung der verschiedenen Erdschichten mitverfolgen.

Regenwürmer nehmen sowohl mineralisches als auch organisches Material als Nahrung auf. Die unverdaulichen Bestandteile scheiden sie als besonders humusreiche Kothäufchen („Ton-Humus-Komplex“) aus. So wird der Boden gelockert, belüftet, durchmischt und gedüngt.

Tipps: Auch ein großes Gurkenglas eignet sich für diesen Zweck!

Hinweis: Die Regenwürmer wieder in den Garten aussetzen!



Bodengefährdungen und Bodenschutz



Viele Formen der Bodenbelastung sind für den Menschen nicht wahrnehmbar. Böden sind dunkel gefärbt, stinken meist nicht und sind entweder mit einer natürlichen Pflanzendecke oder mit Straßen und Gebäuden bedeckt. Das Bild täuscht, denn der Lebensraum Boden ist vielfältigen Gefährdungen

und Belastungen ausgesetzt: Boden-erosion, Bodenverdichtung, Bodenversiegelung und Einträge unerwünschter Stoffe stellen die größten Gefahren für den Boden dar.

Nachfolgend werden einige Gefährdungen, aber auch mögliche Lösungsansätze aufgezeigt:

Bodenerosion

Erosion ist der Abtrag des Bodens durch Wasser und Wind. Bei einer geschlossenen Pflanzendecke, wie sie im Wald und Grünland vorkommt, ist der Boden nahezu vor diesem Problem geschützt. Landwirtschaftliche Ackerflächen sind es jedoch oftmals nicht. Sie verlieren durch Erosion (Wind und Wasser) die

an Nährstoffen und Humus reichste Schicht. In Europa sind etwa 115 Millionen Hektar Böden durch Wassererosion und 42 Millionen Hektar durch Winderosion gefährdet (Dobris+3-Bericht). In Oberösterreich sind rund 50 % des Ackerlandes und 5 % des Grünlandes erosionsgefährdet (Umweltbundesamt 2000).

Die Gründe dafür sind vielschichtig:

1. Ausgeräumte Landschaft:

Die Zusammenlegung kleiner Äcker zu großen und das „Ausräumen“ der Landschaft, indem Hecken und Feldraine beseitigt werden, führen zu verstärktem Abtrag des fruchtbaren Oberbodens.

2. Bodenart:

Vor allem schluffreiche Böden (Teilchengröße 0,063 - 0,002 mm) sind erosionsgefährdet. Ton- und humusreiche Böden hingegen bilden stabile Bodenteilchen (Ton-Humus-Komplex), die für die Belastbarkeit des Bodengefüges wichtig sind.

3. Hanglagen:

Der Großteil Oberösterreichs besteht aus Kulturflächen in Hanglagen. Bereits bei einer Hangneigung von nur 2-6 % sind sie erosionsgefährdet. In der Regel kommt es am Oberhang zu Abschwemmungen, die am Hangfuß angehäuft werden und mitunter die Kulturpflanzen „zudecken“.

4. Bewirtschaftung:

Umwandlung von Grünland in Ackerland verstärkt die Erosion. Spätdeckende Feldfrüchte, wie Mais, Sonnenblume und Zuckerrübe lassen den Acker lange unbedeckt. Humusanteile dieser Äcker werden bei starken Regenfällen bevorzugt weggeschwemmt.

Dem schleichenden Verlust an fruchtbarem Boden kann durch folgende Maßnahmen entgegengewirkt werden:

- Möglichst durchgehende, geschlossene Pflanzendecke (Zwischenfruchtbau - Gründüngung und Untersaat).
- Bodenschonende Bearbeitung (Direktsaat, Mulchsaat mit Gerätekombinationen, Breitreifen, Bearbeitung quer zur Hangrichtung)
- Grünland, Hecken und Feldraine erhalten; Steilhänge terrassieren

Gründüngung: Einarbeiten von grünen Pflanzen oder angewelktem Pflanzenmaterial (Ernterückstände, Stroh) in den Boden zur Bodenverbesserung. Beim **Zwischenfruchtbau** werden Pflanzen extra für diesen Zweck angebaut.

Untersaat: Eine zweite Frucht wird mit der Deckfrucht gemeinsam ausgesät (z.B. Roggen und Klee)

Direktsaat: Saatmethode ohne vorherige Saatbeetbereitung bzw. Bodenbearbeitung, meist im Frühjahr

Mulchsaat: Saatmethode mit nur minimaler vorhergehender Bodenbearbeitung (d.h. Pflugverzicht, Einsatz von Grubber, Leichtgrubber, Scheibenege, usw.); bei der Mulchsaat werden oft Gerätekombinationen (z.B. Egge+Sähmaschine) verwendet.

Bodengefährdungen und Bodenschutz

AUFGABE:

- * Vergleiche die beiden Fotos von landwirtschaftlichen Kulturlflächen und finde heraus, welche am ehesten erosionsgefährdet ist. Besprich die Faktoren und zeige auch einige Lösungsansätze auf.



Fotos: DI Gerald Joham,
Agrarbezirksbehörde für OÖ.



Unter Grubbern versteht man die oberflächliche Bodenauflockerung mit möglichst geringer Beeinträchtigung der Bodenstruktur.

Der Grubber lockert den Boden im Gegensatz zum Pflug, der den Boden wendet.

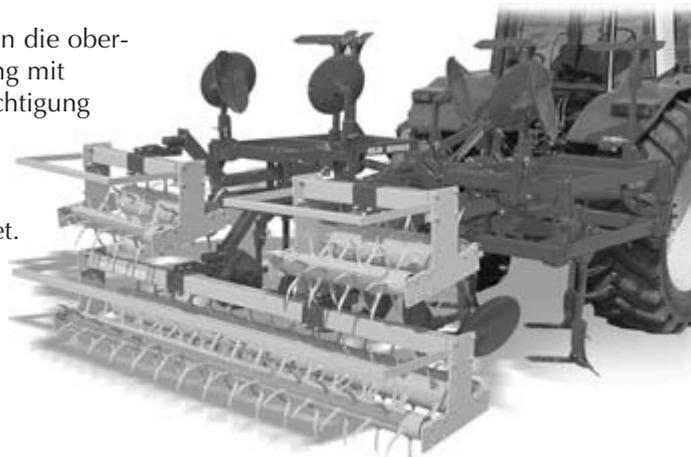


Foto: Pöttinger Maschinenbau Grieskirchen

Bodengefährdungen und Bodenschutz



Bodenverdichtung

In der intensiven Landwirtschaft werden immer schwerere und größere Zugmaschinen und Geräte eingesetzt, die den Boden vor allem bei häufigerem Befahren und bei Nässe stetig verdichten. Die Folgen sind, dass die Bodenporen zusammengepresst werden und sich die Lebensbedingungen der Bodenlebewesen deutlich verschlechtern (Luft, Lebensraum). Regenwürmer z.B. weichen auf andere Standorte aus, da das Auflockern des verdichteten Bodens zu viel Energie kosten würde. Weitere Folgen sind, dass sich die Wasseraufnahmefähigkeit der Böden verringert, dass die Böden zunehmend austrocknen oder bei starken Niederschlägen zu Stau-nässe oder Abschwemmung (Erosion) neigen.

Viele Landwirte sind bemüht, durch Abwarten des richtigen Zeitpunktes, weniger häufiges Befahren der Ackerflächen durch Einsatz von Geräte-kombinationen, Verwendung von Traktoren mit breiten Niederdruckreifen und bodenschonenden Arbeitsmethoden (grubbern statt pflügen) die Bodenverdichtung zu vermeiden.

Damit eine lockere und krümelige Bodenstruktur aufrechterhalten bzw. wieder aufgebaut werden kann, sind die Förderung der Bodenlebewesen und die ausreichende Zufuhr organischen Materials (Stroh, Kompost, Gründüngung) für die Humusbildung notwendig.



Die Bodenverdichtung wirkt sich nachteilig auf den Wasser- und Luftgehalt des Bodens sowie auf die Bodenlebewesen aus.

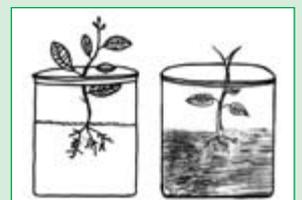
AUFGABE:

- * Studiert das Wurzelwachstum in verdichteten und unverdichteten Böden. Pflanzen (Getreide-, Erbsenkeimlinge oder einfach Topfpflanzen wie Graslilie,...) in Einweckgläser mit verschiedenen Bodenarten (humusreiche Gartenerde, Sand, lehmigen Boden) einsetzen.

Eine zweite Versuchsreihe mit künstlich verdichtetem Bodenmaterial anlegen (mechanisch verdichtet, trockene Bodenprobe oder Staunässe). Die Pflanzen und deren Wurzelwachstum über einen Zeitraum von einem Monat beobachten (einmal pro Woche gießen) und anschließend den Versuch auswerten.

Geht auf folgende Fragen ein:

- In welchem Substrat entwickelten sich die Pflanzenwurzeln am Besten?
- Wie wirkte sich die Bodenverdichtung auf das Wachstum der Pflanze bzw. auf die Pflanzenwurzeln aus?
- Wodurch könnte der verdichtete Boden gelockert werden?





Bodengefährdungen und Bodenschutz

Bodenversiegelung / Flächenverbrauch

(mit Schwerpunkt Oberösterreich)

Bodenversiegelung bedeutet, dass der Boden mit luft- und wasserdichten Materialien zugedeckt und dadurch in seiner Funktionsfähigkeit als Lebensraum zerstört oder zumindest stark beeinträchtigt wird.

Der zunehmende Flächenverbrauch* für Siedlungs-, Gewerbe- und Industriegebäude und Verkehrsflächen bedingt die teilweise oder totale Versiegelung des Bodens. Aufgrund des steigenden Wohlstands (Zweitwohnung, Drittauto,...) und immer besserer technischer Möglichkeiten zur Befriedigung der Mobilitätsbedürfnisse vollzieht sich die Bodenversiegelung weltweit speziell in Städten und deren Einzugsgebieten (Suburbanisierung) in rasantem Tempo.

In Österreich werden täglich 25 ha Boden (rund 70 Fußballfelder) für den Ausbau unserer Siedlungen und der Verkehrsinfrastruktur verbraucht (Lebensministerium 2001).

Im Bundesland Oberösterreich sind es etwa 400 ha jährlich oder rund 1,1 ha täglich, die verbaut oder versiegelt werden.

Wagt man einen Blick in die Zukunft, dann würde bei „gleich bleibendem“ Flächenverbrauch in 11 Jahren eine Fläche, die so groß wie das gesamte Gemeindegebiet der Stadt Wels ist (4500 ha), zusätzlich mit Asphalt und Beton überzogen sein (aus Bodeninformationsbericht 2007).



(Grafik: Abteilung Raumordnung)

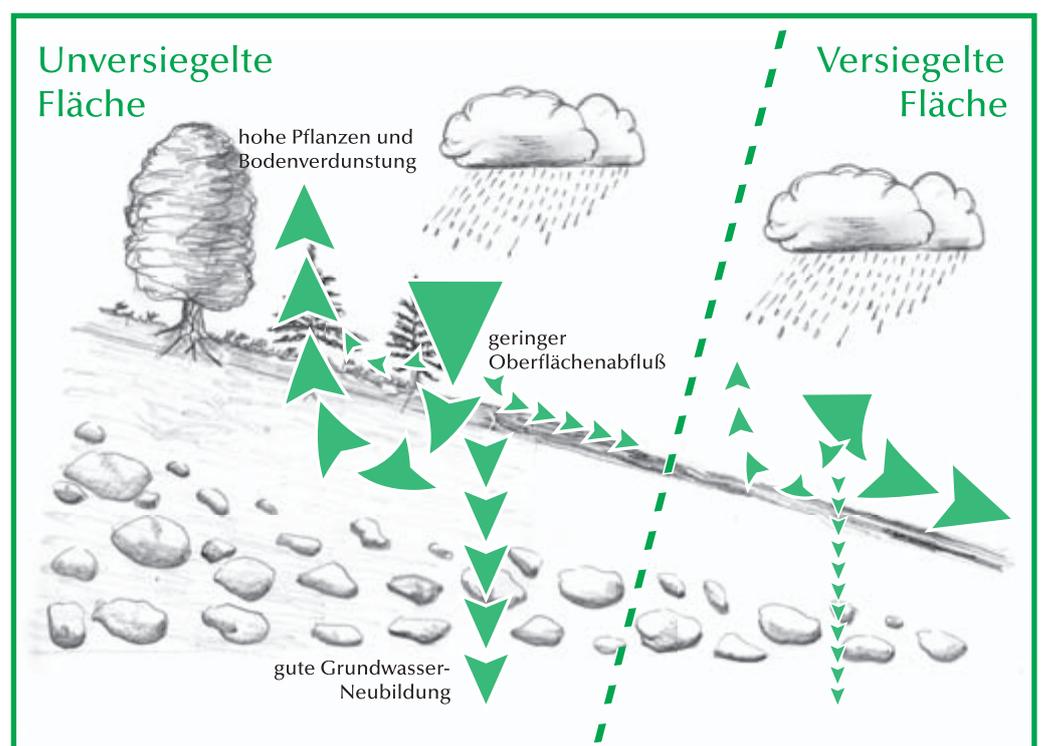
*Der Flächenverbrauch ist eine Maßzahl, die angibt, wie viel m² Bodenfläche in einem Gebiet für Wohn-, Verkehrs-, Arbeits- bzw. Freizeit Zwecke genutzt wird. Nur ein Teil dieser Flächen ist tatsächlich versiegelt. D.h. auch Gartenflächen innerhalb des Siedlungsgebietes zählen zum Flächenverbrauch. Der Flächenverbrauch pro Einwohner ist ein Indikator zur Messung des sparsamen Umgangs mit Grund und Boden.

Bodengefährdungen und Bodenschutz



Die Folgen der Versiegelung:

- Es erfolgt eine rasche Ableitung des Wassers in Abwasserkanäle und Oberflächengewässer. Dadurch ist die Verdunstung des Wassers, das dem Wasserkreislauf zur Verfügung stehen sollte, herabgesetzt. Außerdem ist die Möglichkeit der Wasserspeicherung und Grundwasserneubildung kaum bzw. nicht vorhanden. Hinsichtlich des Hochwasserschutzes und der Trinkwasserversorgung wäre das jedoch sehr wichtig.
- Versiegelte Flächen heizen sich bei Sonneneinstrahlung stärker auf als offener und mit Bewuchs bedeckter Boden. Während der Sommermonate sind Städte davon besonders betroffen. Böden mit Vegetation hingegen (Parks, Wälder) können das gespeicherte Wasser abgeben. Es verdunstet und kühlt (Verdunstungskälte) an heißen Tagen angenehm die Luft. Außerdem steht es dem Wasserkreislauf wieder zur Verfügung.
- Wertvolle landwirtschaftliche Flächen für die Nahrungsmittelproduktion gehen verloren.
- Der Verlust beziehungsweise die Isolierung von Lebensräumen für die inzwischen immer zahlreicheren Tier- und Pflanzenarten, die auf der Roten Liste stehen oder bedroht sind (z.B. Spitzmaus), ist alarmierend.
- Die Bodenlebewesen werden begraben oder weichen auf andere Standorte aus. Anaerobe Lebewesen vegetieren eine Zeitlang, wodurch Fäulnisprozesse angeregt werden.
- Erholungsmöglichkeiten für Mensch und Tier gehen verloren.
- Kommende Generationen finden eine „verbaute“ Zukunft vor, die wenig Handlungsspielraum bietet.
- Erhöhte Kosten und Energieverbrauchswerte für Städte und Gemeinden, da mehr Verkehrsflächen und Infrastruktureinrichtungen betreut werden müssen.





Bodengefährdungen und Bodenschutz

Bodenschutz in Oberösterreich:

Dem Land Oberösterreich ist Bodenschutz und insbesondere der vorsorgende und sparsame Umgang mit Boden ein großes Anliegen. Aus diesem Grund hat das **Land Oberösterreich*** mit der Schaffung des Oö. Bodenschutzgesetzes (1991), dem Oö. Raumordnungsgesetz 1994 (vor allem § 2 sparsamer Bodenverbrauch), dem Beitritt zur Alpenschutzkonvention und zum Bodenbündnis (2003) wegweisende Schritte gesetzt.

Nach dem Motto „man schützt nur was man kennt“ wird alle 3 Jahre ein Bodeninformationsbericht erstellt. Dieser gibt unter anderem Auskunft über Bodenverbrauch, konkrete und zukünftige Maßnahmen zur Erhaltung und zum Schutz des Bodens und die Tätigkeit der Bodenschutzberatung bei der Landwirtschaftskammer für OÖ.

Das Bodenbündnis ist ein Netzwerk von Bundesländern, Landkreisen, Städten und Gemeinden in Europa, das sich aktiv für den nachhaltigen Umgang mit Böden einsetzt. Derzeit leben europaweit mehr als 7 Millionen Bürger aus sechs Ländern in Bodenbündnis-Kommunen. Das Land Oberösterreich und viele Gemeinden und

Städte sind bereits dem Bodenbündnis beigetreten. Die Mitglieder verpflichten sich freiwillig, Maßnahmen zum Schutz und Reaktivieren der Böden zu setzen. Der Informationsaustausch (z.B. wissenschaftliche Untersuchungen, EU-Vorgaben,...) untereinander, die Möglichkeit in übergeordnete Gremien, z.B. der EU, Anträge zum Bodenschutz einzubringen und die Bewusstseinsbildung auf lokaler Ebene spielen dabei eine wichtige Rolle.

Nähere Informationen:

www.bodenbuendnis.org und
www.bodenbuendnis.or.at

Das Land OÖ. setzt konkrete Maßnahmen zur Senkung des Flächenverbrauchs, indem es Förderungen für Projekte zur flächensparenden Siedlungsentwicklung vergibt (Nachverdichtung, Entsiegelung, flächensparendes Bauen und Versiegelungsbegrenzung). Weitere Details und Projekte sind auf den Seiten des Landes Oberösterreich (www.land-oberoesterreich.gv.at; Suche: Flächenverbrauch) anschaulich dargestellt.

Siehe auch Kapitel „Boden“ im OÖ. Umweltbericht

AUFGABE: (für die 9. und 10. Schulstufe)



Beantwortet in Einzelarbeit oder paarweise die unten angeführten Fragen und vergleicht im Anschluss daran die Ergebnisse. Als Informationsquelle dient die Homepage des Landes Oberösterreich (www.land-oberoesterreich.gv.at), wo auch die Broschüre „Bodenschutz kontra Flächenverbrauch“ zu finden ist.

1. Wie groß ist die Gesamtfläche Oberösterreichs und wie erfolgt die Flächennutzung (in %)?
2. Wodurch nimmt der Flächenverbrauch in Oberösterreich zu? Verfasse eine genaue Analyse.

Antwort im Lösungsteil auf Seite 49

*Bodenschutz ist in Österreich Ländersache.

Bodengefährdungen und Bodenschutz



mögliche Antworten: fortgeschrittene Zersiedelung oder kompakter Siedlungsbau, neue Siedlungen, Einfamilienhäuser oder Wohnblöcke, Einkaufszentren, Parkplätze, Industriegebäude, Straßen; Zuwachs oder Verlust von Ackerflächen, Waldstücken, Hecken, Wiesen und Feldraine.

AUFGABE: (für die 9. und 10. Schulstufe)



Ein Vergleich von Luftbildern aus den Jahren 1953 und 2006 macht den zunehmenden Flächenverbrauch sichtbar.

Vergleiche die „Luftbilder“ vom Harter Plateau (Gemeinde Leonding) und finde heraus, was sich verändert hat. Überlege, wodurch die Veränderungen (Versiegelung/Flächenverbrauch) hervorgerufen wurden.

Zum Weiterdenken: Wie wird das „Luftbild“ in 20 Jahren aussehen? Wie soll es eurer Meinung nach aussehen? Was müsste verändert werden?



1953

Foto: Rep. Österreich, Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen, Flugjahr 1953



2006

Foto: Land Oberösterreich, DORIS



Bodengefährdungen und Bodenschutz

AUFGABEN: (für die 7. bis 10. Schulstufe)

* Flächenwidmung und Bebauungsplanung fallen in den Zuständigkeitsbereich der Gemeinde. Erkundigt euch über die unten angeführten Fragen im Gemeindeamt oder ladet eure/n Bürgermeister/in zu einem Gespräch in die Schule ein.

1. Wie viel Hektar Gemeindegebiet wurden im letzten Jahr verbaut und versiegelt bzw. als Bauland gewidmet?
2. Wie hoch sind die Grundstückspreise pro Quadratmeter für Gewerbegebiet, Einfamilienhaus, landwirtschaftliche Nutzflächen?
3. In welchen Bereichen liegen möglicherweise Interessenskonflikte vor? (z.B. Wirtschaftsdüngerausbringung, neue Straßen-, Gewerbe- und Wohnbauprojekte, mögliche Rohstoffabbaugebiete,...)
4. Wie wird sich das Gemeindegebiet weiter entwickeln?
5. Welche flächensparenden Maßnahmen werden konkret gesetzt?

Zeichnet einen Plan wie sich die Gemeinde nach euren Vorstellungen entwickeln sollte. Anschließend besprecht eure Entwürfe mit dem Bürgermeister oder einem zuständigen Mitglied des Bauausschusses.

* Besprecht die unten angeführten Möglichkeiten zur Minderung der Versiegelung bzw. des Flächenverbrauchs und überlegt weitere Maßnahmen.

Strategien und mögliche Maßnahmen zur Verringerung der Bodenversiegelung bzw. des Flächenverbrauchs

Das oberste Ziel sollte die Vermeidung der Bodenversiegelung sein. Stattdessen sollten so genannte Brachflächen (vormalige Wohn-, Gewerbe- und Industrieflächen) recycelt werden. In Großbritannien müssen 60% der Brachflächen für Siedlungsentwicklung verwendet werden (Umweltbundesamt 2005, nicht-nachhaltige Trends in Österreich).

In Oberösterreich verfolgt die Landesregierung folgende Strategien:

Generell eine Verringerung des jährlichen Flächenverbrauches, Optimierung der Raumordnungs- und Verkehrspläne, Bewusstseinsbildung auf Gemeindeebene und in der Bevölkerung sowie eine flächensparende und ressourcenschonende Bauweise und Baulandmobilisierung.

Der zuletzt genannte Punkt beinhaltet z.B. folgende Maßnahmen:

Nutzung bestehender Infrastruktureinrichtungen, Erneuerung von Altbauten, Flächenrecycling von Brachflächen, Mindestdichten bei Bauland oder Nach-

verdichtung bei lockerer Bebauung, Revitalisierung der Stadt- und Ortskerne durch Entsiegelung (Straßenrückbaumaßnahmen, öffentliche Plätze, flächensparendes Parkhaus statt großem Parkplatz) und die Schaffung rechtlicher Rahmenbedingungen zur gezielten Förderung von flächenschonenden Siedlungsentwicklungen.

Jede/r Einzelne kann zur Minderung der Versiegelungsfolgen einen Beitrag leisten:

- Flächensparendes Bauen: hohen Grünflächenanteil belassen, Zufahrten nicht asphaltieren
- Altbausanierung, verdichteter Wohnbau, Anbau im Elternhaus, ...
- Zurückhaltung bei der Schaffung von Zweitwohnungen
- Nutzung der Dachwässer als Brauchwasser
- Wahl des Wohnortes im Nahbereich öffentlicher Verkehrseinrichtungen
- Kauf regionaler Produkte, damit heimische Landwirte und Kaufleute ein sicheres Einkommen haben und die Kulturlandschaft erhalten bleibt

Bodengefährdungen und Bodenschutz



Eintrag unerwünschter Stoffe

Unerwünschte Stoffeinträge sind unter anderem Pestizide (Pflanzenschutzmittel), Schwermetalle, Streusalz und organische Schadstoffe (z.B. Altöl, Schmierstoffe). Sie gelangen über die Luft, die Niederschläge und das Ausbringen von Substraten (Düngemittel) in den Boden. Zu den

Verursachern zählen hauptsächlich der Verkehr, die Industrie und die Landwirtschaft. Die Folgen sind unterschiedlich zu bewerten. Während Düngemittel bei richtiger Auswahl und Dosierung für den Boden kein schwerwiegendes Problem darstellen, stellen Schwermetalle eine große Gefahr dar.

Düngemittel

Düngemittel (Wirtschaftsdünger wie Gülle, Jauche, Stallmist; Handelsdünger) sind in der Landwirtschaft notwendig, weil durch die Ernte der Kulturpflanzen dem Boden organische Bestandteile und Mineralstoffe (z.B. Stickstoff) entzogen werden. Das ober-

ste Ziel sollte eine zeit- und bedarfsgerechte Düngung sein. In der Praxis kann es jedoch zu falschem Einsatz von Düngemitteln kommen. Dadurch steigt die Gefahr der Auswaschung vor allem von Nitrat in das Grundwasser an.



Austragung von Düngemittel mit Hilfe eines Miststreuers Foto: © agrarfoto.com

In Kläranlagen, Kompostieranlagen, Biomasse-Heizanlagen sowie in Biogasanlagen fallen Klärschlamm, Kompost, Aschen oder Gärrückstände an. Durch Untersuchung der Abfälle kann festgestellt werden, ob sie als Düngemittel auf landwirtschaftlichen Flächen ausgebracht werden können. In Oberösterreich konnten laut OÖ. Umweltbericht 2006 rund 40 % der Klärschlamm-Gesamtmenge, rund 80 % des im Jahr 2004 hergestellten Fertigungskomposts und zur Gänze die Gärrückstände auf landwirtschaftlichen Nutzflächen verwertet werden. Diese Bilanz ist erfreulich, denn so können diese Stoffe dem Nährstoffkreislauf wieder zugeführt und müssen nicht deponiert werden.

Pestizide

Pestizide sind chemische Pflanzenschutzmittel, die die Kulturpflanzen vor Unkraut (Herbizide), Pilzen (Fungizide) oder Insekten (Insektizide) etc. schützen sollen. Die Sinnhaftigkeit des Pflanzenschutzmitteleinsatzes muss stets in Relation zum Ertragsgewinn und zu den unerwünschten Auswirkungen auf den Boden beurteilt werden.

Folgende Grundsätze sollten gelten:

- Biologischen oder zumindest integrierten Pflanzenschutz anwenden.
- Pflanzenschutzmittel nur bei Bedarf einsetzen.



Bodengefährdungen und Bodenschutz

Schwermetalle

Die Anreicherung von Schwermetallen im Boden stellt ein großes Problem dar. Schwermetalle wie Blei, Nickel, Chrom und Zink werden überwiegend durch die Industrie und den Verkehr freigesetzt. Ihr Eintrag in den Boden erfolgt unter anderem durch Verbrennungsrückstände, Regen, Staub und Abwässer. Cadmium ist besonders giftig und wurde früher zum Färben von Kunststoffen, Glas und Glasuren verwendet (chemische Industrie). Es wird auch bei Müllverbrennung und in der Stahlindustrie freigesetzt.

Bodenchemische Eigenschaften (zB. pH-Gehalt) sind dafür maßgebend, ob Schwermetalle mobilisiert werden. Arsen, Chrom, Quecksilber und Blei werden normalerweise sehr stark im Boden zurückgehalten. Mit sinkendem pH-Wert steigt die Löslichkeit und somit nimmt auch das Risiko, dass Pflanzen und Bodenorganismen Schwermetalle wie Nickel, Cadmium und Kupfer aufnehmen, zu. Auf diesem Weg können sie in die Nahrungskette gelangen und an den Menschen weitergegeben werden. Die Problematik der Schwermetalle ist, dass sie nicht abgebaut werden können, sondern sich im Boden anreichern (akkumulieren). Die Kalkung der schwermetallverunreinigten Böden ist die wichtigste und einfachste Gegenmaßnahme.

Saurer Regen

Saurer Regen wird hauptsächlich durch die Verbrennung fossiler Brennstoffe und andererseits durch die Abgase aus dem Straßenverkehr verursacht. Es entstehen dabei Schwefeldioxid und Stickstoffoxide. Diese Emissionen werden zu Schwefelsäure und Salpetersäure umgewandelt und gelangen als saure Niederschläge (Immissionen) in den Boden.

Der pH-Wert ist ein wichtiger Parameter zur Bestimmung der Bodenqualität und Bodenfruchtbarkeit. Der pH-Wert im Boden sollte zwischen pH 5,5 und 7 liegen. In einem sehr sauren aber auch sehr alkalischen Boden sind viele Nährstoffe für die Pflanzen nicht verfügbar. Weiters sind die Lebensbedingungen der Bodenlebewesen eingeschränkt und zudem werden in sauren Böden gespeicherte Schwermetalle mobilisiert.

Deshalb wird auf landwirtschaftlichen Produktionsflächen Kalk ausgebracht. Kalk verbessert die Verfügbarkeit der Nährstoffe, die Bodenstruktur (Krümelbildung) und erhöht die Aktivität der Bodenlebewesen. Diese Maßnahme mindert die Schäden, bekämpft aber nicht die Ursachen.

Kalker im Einsatz Foto: © agrarfoto.com



Bodengefährdungen und Bodenschutz



AUFGABEN:

- ✦ Erkundigt euch in einer Klär- oder Kompostieranlage, wie es mit Schwermetallen und Pestiziden (= Pflanzenschutzmitteln) in Klärschlamm und Kompost aussieht und was mit den anfallenden „Produkten“ gemacht wird.

Bittet den Chemielehrer, euch bei den folgenden Aufgaben zu helfen: Nehmt von drei verschiedenen Standorten (Wald, Wiese, Acker) jeweils drei Bodenproben und bestimmt den pH-Wert und den Kalkgehalt des Bodens. Ihr benötigt einen Bodentest aus dem Gartenfachmarkt und 1 Liter destilliertes Wasser.

pH-Wert:

In eine Proberöhre wird 1 cm Boden eingefüllt und mit destilliertem Wasser zu 3/4 aufgefüllt. Dann wird die Reagenztablette zugefügt und geschüttelt. Vergleicht die Farbe der Bodenlösung mit der Farbskala des Bodentests. So könnt ihr den pH-Wert ablesen. Tragt den Wert in die Tabelle ein.

Kalkgehalt:

Zum Bestimmen des Kalkgehaltes verwendet man 10%ige Salzsäure (Vorsicht: Verätzungsgefahr!). Nehmt eine neue Bodenprobe. Gebt etwas Salzsäure (10%ig) aus dem Chemielabor der Schule (möglichst nur einen Tropfen) auf die Bodenprobe. Ist der Kalkgehalt der Probe hoch, braust sie sehr stark und lange auf (über 5 % Kalk). Ist der Kalkgehalt gering, ist nur ein schwaches Brausen zu erkennen (1-2 % Kalk). Ist kein Kalk in der Probe vorhanden, ist keine Reaktion zu beobachten. Tragt eure Beobachtungen in die Tabelle ein.

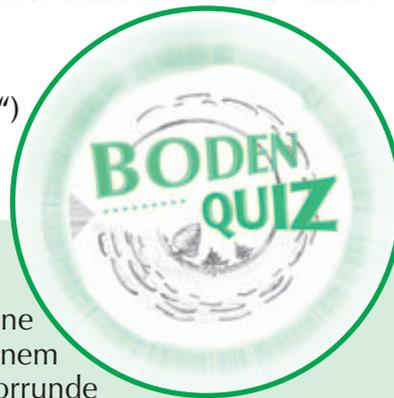
Bodenprobe	Ort der Probe	Kalkgehalt	pH-Wert	Besonderheiten
1.Bodenprobe				
2.Bodenprobe				
3.Bodenprobe				
4.Bodenprobe				
5.Bodenprobe				



Weitere Aktivitäten und Ideen

Boden-Quiz

(Nach dem Vorbild der „Millionenshow“)



AUFGABE:

- Je nach Schüleranzahl werden eine oder zwei Mannschaften mit je einem Quizmaster aufgestellt. In der Vorrunde wird durch eine Frage der Kandidat ermittelt. Der Quizmaster stellt nun 5 Fragen, die der Kandidat richtig beantworten muss. Ein Joker seiner Wahl (zwei falsche Antworten wegstreichen, Publikumsjoker mit Handzeichen für richtige Antwort) steht ihm zur Verfügung.

Eine andere Variante wäre, sich paarweise die Fragen zu stellen. Für jede richtige Antwort erhält man das Kärtchen.

Ziel des Spieles ist es, so viele Fragen wie möglich richtig zu beantworten. Gewinner sind somit diejenigen, die über den Boden am Besten Bescheid wissen und alle Fragen richtig beantworten.

Auf den nächsten folgenden drei Seiten ist eine Kopier-
vorlage, welche leicht
beschneidbar ist. Am Ende
der Fragen sind Symbol-
karten für Publikumsjoker
und 50:50er Joker sowie eine
Schablonenvorlage für den
50:50er Joker angeschlossen.

Nummer der Frage
(Auflösung in Box unten)

1 Wie nennt man Boden, der
wasserdicht verschlossen ist?

A: versiebt

B: versiegelt

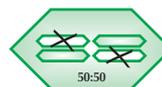
C: versichert

D: versickert

Auflösung bei
paarweiser
Spielweise



Publikumsjoker
(Handzeichen)



50:50er Joker

Auflösung:

Vorrunde: V1) B, C, A, D V3) D, B, A, C V5) B, D, C, A
V2) B, D, C, A V4) B, D, A, C

Quizfragen:

1) B: versiegelt	13) A: Erosion
2) B: Blutkreislauf	14) B: Grasnarbe
3) B: Wasserstoffspeicher	15) D: Brache
4) A: Bärtierchen	16) B: Pflugsohle
5) C: Milbe	17) C: Pestizid
6) B: Fett	18) D: Magnesium
7) D: Edaphon	19) B: ökologischer Fußabdruck
8) D: Humifizierung	20) C: 100 bis 300 Jahre
9) C: Mineralisation	21) C: 10 Kühe
10) A: Destruenten	22) C: 15 - 20 ha
11) B: Mutter-Gestein	23) D: 1.000.000
12) D: Farn	

Fragen für die Vorrunde

B, C, A, D
B, D, C, A
D, B, A, C
B, D, A, C
B, D, C, A

V1 Ordne folgende Tiere nach dem Kriterium, wer von wem gefressen wird, beginnend mit dem Tier, das als erstes gefressen wird.
A: Amsel B: Hornmilbe
C: Steinläufer D: Fuchs

V2 Ordne folgende Tiere nach ihrer Größe. Beginne mit dem größten.
A: Bakterium B: Maulwurf
C: Fadenwurm D: Regenwurm

V3 Ordne folgende Tiere nach ihrer Beinanzahl. Beginne mit den wenigsten.
A: Springschwänze B: Maulwurf
C: Weberknecht D: Regenwurm

V4 Ordne folgende Phasen der Bodenentstehung. Beginne mit der frühesten.
A: Erstbesiedler B: Fels
C: mächtige Humusschicht D: Verwitterung beginnt

V5 Welches Bodentier hat mehr Körpersegmente? Beginne mit der kleinsten Anzahl.
A: Doppelfüßer B: Raubmilbe
C: Assel D: Käfer

Quizfragen

B
B
B
A
C

1 Wie nennt man Boden, der wasserdicht verschlossen ist?
A: versiebt B: versiegelt
C: versichert D: versickert

2 Boden ist ein wichtiger Bestandteil der Naturkreisläufe. Welcher Kreislauf gehört nicht dazu?
A: Wasserkreislauf B: Blutkreislauf
C: Nährstoffkreislauf D: Kohlenstoffkreislauf

3 Was ist keine Funktion des Bodens?
A: Basis für die Ernährung B: Wasserstoffspeicher
C: natürliches Reinigungssystem D: Lebensraum für Bodenlebewesen

4 Welcher Bodenbewohner kann ungünstige Lebensbedingungen in einer Trockenstarre überdauern?
A: Bärtierchen B: Assel
C: Regenwurm D: Milbe

5 Welches achtbeinige Gliedertier kommt in Scharen von über 100.000 Individuen im Boden vor?
A: Assel B: Bärtierchen
C: Milbe D: Maulwurfsgille

B
D
D
C
A
B
D
A
B
D

- | | | | |
|----|---|--------------------|--------------------|
| 6 | Was befindet sich nicht in den Bodenporen? | A: Wasser | B: Fett |
| | | C: Luft | D: Pflanzenwurzeln |
| 7 | Wie nennt man die Gesamtheit der im Boden lebenden Organismen? | A: Erdophon | B: Epizon |
| | | C: Endogon | D: Edaphon |
| 8 | Wie nennt man den Vorgang, bei dem Bodenlebewesen abgestorbenes Pflanzen- und Tiermaterial fressen, verdauen und Kot ausscheiden? | A: Mumifizierung | B: Lumifizierung |
| | | C: Fumifizierung | D: Humifizierung |
| 9 | Wie nennt man den Abbau von organischen Stoffen wie Humus, Blättern zu anorganischen Stoffen wie Stickstoffoxide, Phosphat durch Mikroorganismen? | A: Materialisation | B: Mikrobisation |
| | | C: Mineralisation | D: Reorganisation |
| 10 | Wie nennt man zersetzende Bodenlebewesen? | A: Destruenten | B: Delinquenten |
| | | C: Destorenten | D: Dekorenten |
| 11 | Wie nennt man den festen Untergrund, auf dem Bodenbildung beginnt? | A: Vater-Gestein | B: Mutter-Gestein |
| | | C: Mutter-Grund | D: Vater-Grund |
| 12 | Was ist keine Pionierpflanze bei der Bodenbesiedelung? | A: Alge | B: Moos |
| | | C: Flechte | D: Farn |
| 13 | Wie nennt man die Abtragung von verwittertem Gesteinsmaterial? | A: Erosion | B: Erognose |
| | | C: Erotik | D: Eroberung |
| 14 | Wie heißt der zusammenhängende Bewuchs des Bodens, der durch die Wurzeln von Gras und Kräutern einen festen Zusammenhalt bekommt? | A: Pilzpustel | B: Grasnarbe |
| | | C: Krautwunde | D: Baumpore |
| 15 | Wie nennt man ein ungenutztes Feld? | A: Bache | B: Brave |
| | | C: Bande | D: Brache |

B
C
D
B
C
C
D

16 Wie nennt man den verdichteten Horizont, der unterhalb der Pflugtiefe (30 cm) durch oftmaliges Pflügen entsteht?

- A: Pflugferse
- B: Pflugsohle
- C: Pflugzehe
- D: Pflugrist

17 Wie nennt man ein chemisches Pflanzenschutzmittel, das Kulturpflanzen vor Unkraut, Pilzen oder Insekten schützt?

- A: Pest
- B: Pesto
- C: Pestizid
- D: Pestilenz

18 Was ist kein Schwermetall?

- A: Chrom
- B: Quecksilber
- C: Blei
- D: Magnesium

19 Wie lautet ein Maß für den Ressourcenverbrauch und der zur Erhaltung des Lebensstils notwendigen Fläche?

- A: atmosphärischer Luftdruck
- B: ökologischer Fußabdruck
- C: warmer Händedruck
- D: humider Gesamteindruck

20 Wie lange dauert es in unserer Klimazone, bis eine Humusschicht von 1 cm Dicke entsteht?

- A: 1 bis 3 Jahre
- B: 10 bis 30 Jahre
- C: 100 bis 300 Jahre
- D: 1000 bis 1500 Jahre

21 In einem Hektar Boden (Wiese) leben unzählige Bodenlebewesen. Ihre Masse entspricht wie vielen Kühen (eine Kuh hat ca. 700 kg)?

- A: 1 Kuh
- B: 5 Kühe
- C: 10 Kühe
- D: 100 Kühe

22 Bodenversiegelung bedeutet, dass Boden von der Luft- und Wasserzufuhr abgeschnitten ist. In Österreich werden täglich wie viel Hektar Boden versiegelt?

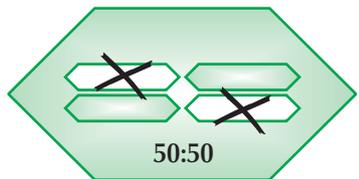
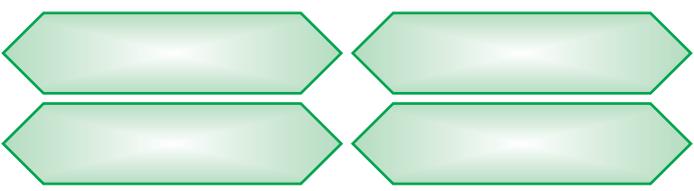
- A: 2 - 3 ha
- B: 5 - 10 ha
- C: 15 - 20 ha
- D: 50 - 100 ha

23 Boden filtert durch sein Porensystem das Niederschlagswasser und bildet dabei das Grundwasser, das für die Trinkwasserversorgung verwendet wird. Wie viele Liter Grundwasser werden pro Hektar Boden jährlich neu gebildet?

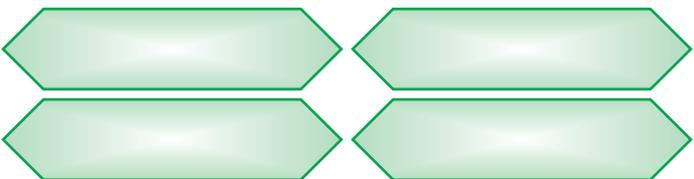
- A: 50.000
- B: 100.000
- C: 500.000
- D: 1.000.000



Links:
Symbolkarten für Kandidaten zwecks Joker-einlösung



Rechts:
Vordrucke zum schablonieren für den 50:50er Joker.





Weitere Aktivitäten und Ideen

Boden als Filter

Niederschlagswasser sickert, wenn es nicht an den Bodenteilchen haften bleibt, immer tiefer in den Boden, bis es durch eine wasserundurchlässige Schicht (Ton, Mergel) aufgestaut wird. Das Wasser wird dabei von den

Bodenbestandteilen gefiltert und gereinigt und bildet das Grundwasser. In Österreich stammen 50 % der Wasserförderung aus dem Grundwasser.

AUFGABE:

- ✱ Welche Bodenarten (Lehmige, humusreiche Gartenerde oder sandiger Boden) filtern das Niederschlagswasser am Besten?

Ihr benötigt 2 Plastikflaschen (1 1/2 Liter), 1/2 kg lehmige, humusreiche Gartenerde, 1/2 kg Sand, 1/2 Liter Kaffee (zur Überprüfung der Filterwirkung), Schere, spitzes Messer, 2 Bechergläser und 2 Ständer für Flaschen.

Schneidet zunächst den Flaschenboden von zwei 1 1/2 l Plastikflaschen weg und bohrt in den Schraubverschluss ein Loch (0,5 cm). Anschließend füllt bis zur Hälfte in die eine Flasche Gartenerde und in die andere Flasche Sand ein. Den Kaffee leert nun je zur Hälfte in die beiden Flaschen.

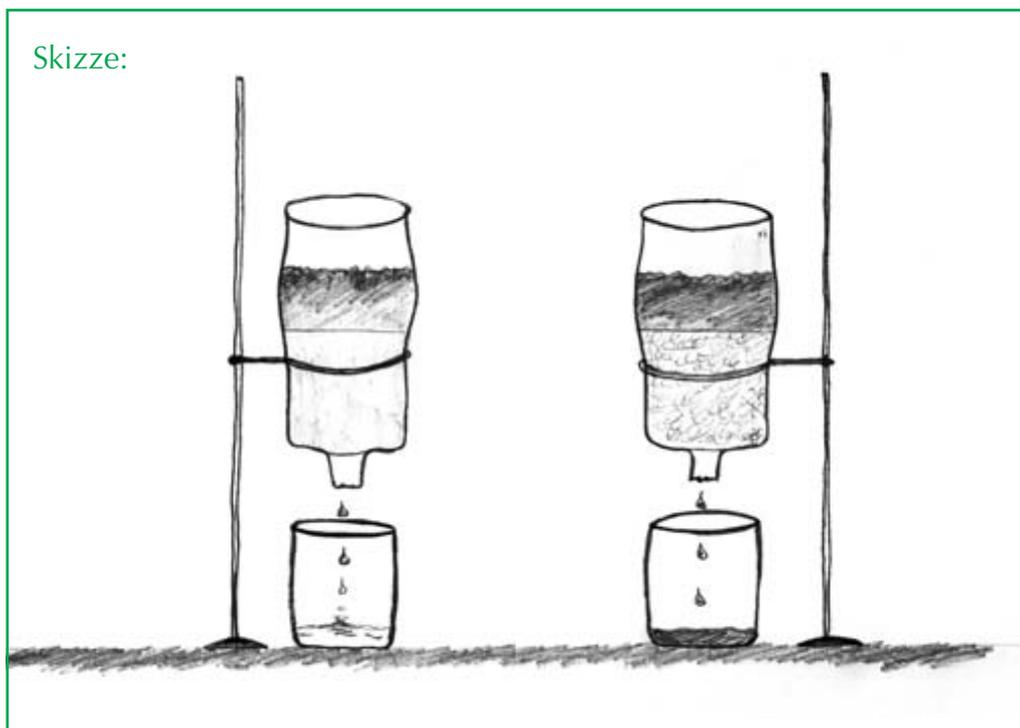
Was tropft aus dem Loch heraus?

Antwort:

Die lehmige Gartenerde filtert den Kaffee fast vollständig. Es tropft fast klares Wasser in den Becher.

Sandboden hingegen ist sehr durchlässig, weil er aus winzigen Steinchen mit großen Lücken besteht. Er hat eine schlechte Filterwirkung. Die Flüssigkeit ist bräunlich gefärbt.

Skizze:



Lehmige Gartenerde

Sand

Weitere Aktivitäten und Ideen



Der „ökologische Fußabdruck“

- ein Maß für nachhaltige Entwicklung

Die rasante Zunahme der Weltbevölkerung und der steigende globale Konsum führen dazu, dass die Erde in zunehmendem Maße ausgebeutet wird.

Der ökologische Fußabdruck ist ein Maß für unseren Naturverbrauch und wurde 1992 von William Rees und Mathis Wackernagel in den USA entwickelt. Er misst in Quadratmetern (biologisch produktive Fläche, fruchtbarer Boden) wie viel jede/r an Nahrung, Rohstoffen, Materialien, Gütern und Energie verbraucht. Wie viel Fläche wird benötigt, um den derzeitigen Konsum aufrechterhalten zu können? Wie viel Fläche benötigt Baumwolle für ein T-Shirt oder Weizen für ein Kilo Brot?

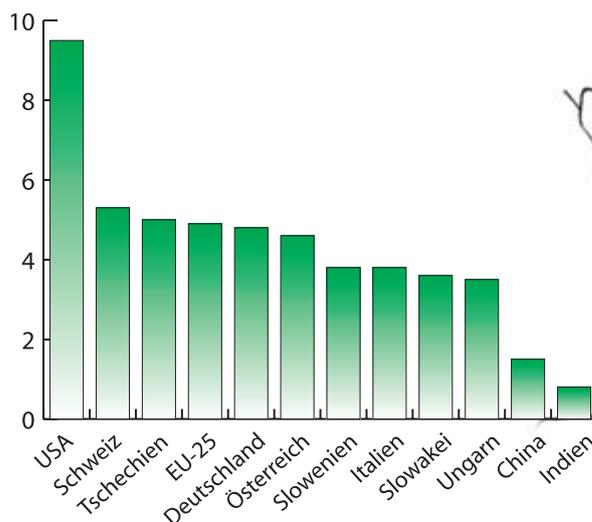
Das Ziel des ökologischen Fußabdruckes ist es, ein einfaches, für jede/n überprüfbares Messinstrument zur Verfügung zu stellen.

Die bioproduktive Gesamtfläche der Erde von 8,3 Milliarden Hektar stellt

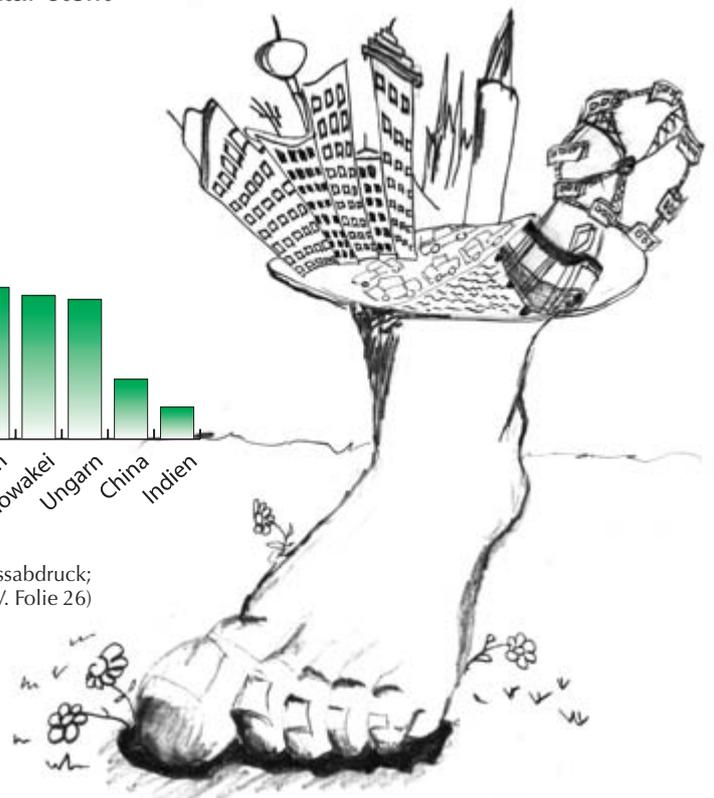
derzeit für jeden Menschen 1,8 Hektar zur Verfügung. Wenn mehr Fläche beansprucht wird, geht das zu Lasten des Ökosystems Erde. Der ökologische Fußabdruck der gesamten Menschheit liegt derzeit bei 2,2 Hektar pro Person.

Das heißt, dass der weltweite ökologische Fußabdruck bereits um 20% größer als die nutzbare Fläche der Erde ist. Weltweit liegt Nordamerika mit 9,5 Hektar pro Person an der Spitze, gefolgt von Westeuropa, Zentral- und Osteuropa, Lateinamerika, Karibik, dem Mittleren Osten und Zentralasien. Afrika und der Asiatisch-Pazifische Raum liegen mit 1,2 Hektar pro Person unter dem Durchschnitt.

Es sollte ein Anliegen jedes Menschen sein, seinen ökologischen Fußabdruck zu verkleinern, was unter anderem bedeutet, weniger Ressourcen zu verbrauchen und weniger Abfall zu produzieren.



(Quelle: www.agenda21berlin.de/fussabdruck; GRÜNE LIGA Berlin e.V. und KATE e.V. Folie 26)





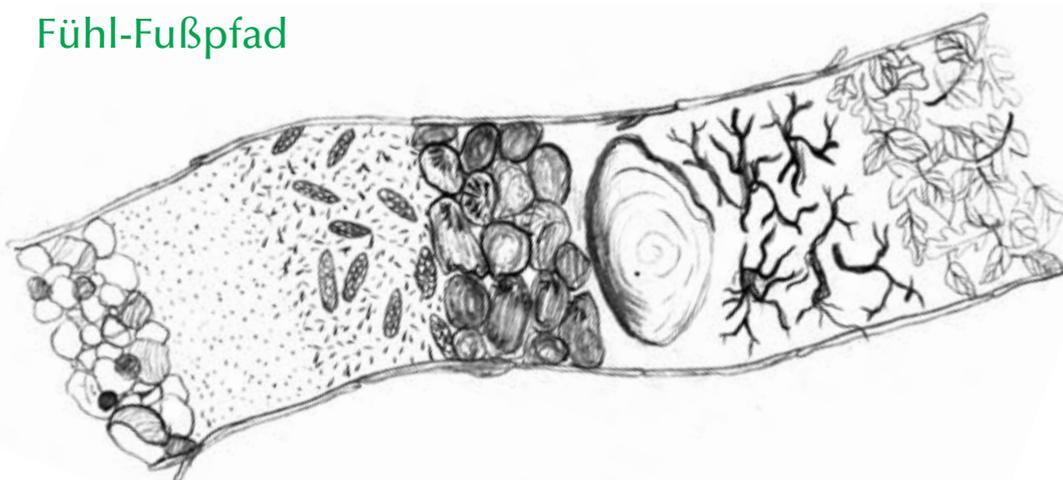
Weitere Aktivitäten und Ideen

AUFGABE:

- * Unter www.mein-fussabdruck.at kannst du deinen ökologischen Fußabdruck berechnen. Tauscht euch anschließend im Klassenverband über eure Ergebnisse aus und sucht nach Möglichkeiten, den Fußabdruck so klein wie möglich zu halten.

Anmerkung: Das Footprint-Ergebnis eines jeden/r Einzelnen und dazu passende Tipps können am Ende der Berechnung in Form einer Urkunde ausgedruckt werden.

Fühl-Fußpfad



AUFGABE:

- * Legt einen Fühl-Riech-Fußpfad auf eurem Schulgelände an und spürt mit euren „Sinnen“, wie sich Boden anfühlen kann. Ihr könnt auch mit verbundenen Augen den Pfad erkunden und die einzelnen „Materialien“ erraten.

Einige Vorschläge woraus euer Fühl-Riech-Fußpfad bestehen kann: Schottersteine, Kies, Sand, Lehm, Laubstreu, Nadelstreu mit Zapfen, Moospolster, reifer Kompost, Wurzelballen, Wasserpflütze, Pflaster (Waschbetonplatte, ...).



Tipps und Angebote



Medien

- Ausstellung, Broschüre und DVD des Landes Oberösterreich „**Ich steh' auf Boden!**“

Das gesamte Paket (Broschüre, Film und Ausstellung) kann reserviert und bei Selbstabholung kostenlos entlehnt werden.

Kontakt:

Amt der Oö. Landesregierung
Direktion Umwelt und Wasserwirtschaft
Abteilung Umweltschutz
Tel.: 0732/7720-13623
us.post@ooe.gv.at



- Das Aktionsmobil „**Boden kreativ**“ der OÖ. Akademie für Umwelt und Natur ermöglicht die Beschäftigung mit dem Thema Boden in Form kreativer Land Art - Projekte.

Auskunft: OÖ. Akademie für Umwelt und Natur,
Tel.: 0732 / 77 20 -14 402, uak.post@ooe.gv.at oder
Tel.: 0732 / 77 20 -13 623, us.post@ooe.gv.at

Aktionstage und Schulworkshops

- Bodenaktionstage und Schulworkshops
Auskünfte: Klimabündnis OÖ, Tel. 0732 / 77 26 52
- Bodenschutzberatung der OÖ. Landwirtschaftskammer (Bodenschutzfeldtage)

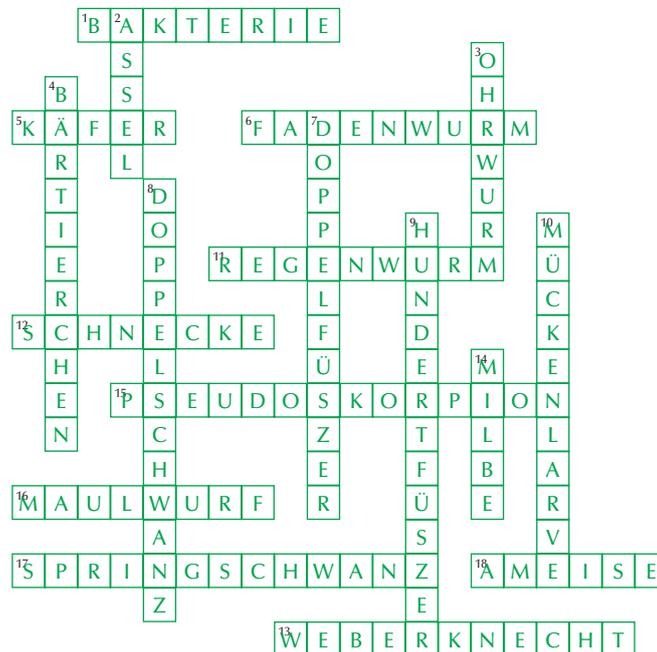
Exkursionsvorschläge

- Landwirte, Biobauernhöfe
- Bodenlehrpfade in der Taferlklausenähe Steinbach / Attersee, Ottenschlag und Laakirchen
- Kompost-Lehrpfad in Ritzlhof
- Kompostieranlage der Linz-AG
- Kompostierer in der Region
Adressen bei Kompost und Biogas OÖ., Tel.: 0732 / 69 02 - 0
- Steinbruch



Bodentier-Rätsel

Auflösung von Seite 28



Flächenverbrauch // Auflösung von Seite 35

1) Wie groß ist die Gesamtfläche Oberösterreichs und wie erfolgt die Flächennutzung (in %)?

Antwort: 12.000 km², 45% stehen noch für Wohnen, Betriebe, Verkehr, Landwirtschaft, Rohstoff(-gewinnung) zur Verfügung, 12% der Fläche sind bereits versiegelt und 43% sind Wald, Gewässer, Fels, etc.

2) Wodurch nimmt der Flächenverbrauch in OÖ zu? Verfasse eine genaue Analyse.

Antwort: Der Traum vom Haus im Grünen mit Doppelgarage, optimaler Verkehrsanbindung und gut ausgebauter Infrastruktur (Kindergärten, Schulen, Freizeiteinrichtungen) wird durch gewachsenen materiellen Wohlstand für viele Wirklichkeit!

Die Ursachen für den Flächenverbrauch sind vor allem:

- Steigender Flächenverbrauch je Person und Arbeitsplatz
- Zunahme von Single- und 2-Personen-Haushalten
- weniger Wohnungen je Gebäude und

- „Zersiedelung“, daher ist mehr Infrastruktur (Straßen,...) für die Erschließung dieser ortsfernen Siedlungsgebiete notwendig.

Flächenverbrauch in Zahlen:

- Die Wohnsiedlungsflächen im oberösterreichischen Zentralraum sind zwischen 1965 und 2001 um beinahe 65% gewachsen. Die Bevölkerungszahl stieg im selben Zeitraum lediglich um 18%. Das heißt, dass es selbst bei einer beinahe stagnierenden Bevölkerungsentwicklung deutliche Siedlungsflächenzuwächse gibt. Was die durchschnittliche Wohnnutzfläche neu gebauter Wohnungen in Oberösterreich anbelangt, so ist sie von 72 m² im Jahr 1971 auf 110m² im Jahr 2001 gestiegen.
- Betrieblich genutzte Flächen stiegen zwischen 1965 und 2001 im oö. Zentralraum sogar um 100% an.
- Für Rohstoffabbauprojekte wurden in Oberösterreich zwischen 2001 und 2003 jährlich etwa 90 ha genehmigt.
- Verkehrsflächen sind zwischen 2003 und 2005 um 600 ha gewachsen.
(Information aus dem Bodeninformationsbericht 2007)

Literatur- und Quellennachweis

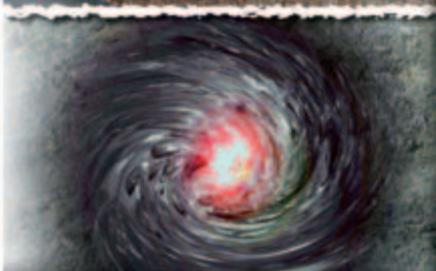


- Lutz R. 1994. Lexikon der sprichwörtlichen Redensarten. Verlag Herder
- Greisenegger I., Katzmann W. & Pitter K. 1989. Umweltspürnasen. Aktivbuch Boden. Orac. Wien
- Fellenberg. Boden in Not
- Pflanzenbau 1 ARGE
- Liebetreu G. Linder Biologie 1. 2002. E. Dorner
- Bodenbiologie. Unterricht Biologie. Heft 57. Mai 1981. Friedrich Verlag
- Böden - verletzliches Fundament. Mensch+Umwelt. 11. Ausgabe. 1997
- Storch V. & Welsch U. Systematische Zoologie. 1991. Gustav Fischer Verlag
- Seminarunterlagen „Boden gut machen - Warum Bodenschutz notwendig ist“ 27. November 2003. Oö. Akademie für Umwelt und Natur
- Seminarunterlagen „Vom Acker in den Bach“. 3. März 2003. Oö. Akademie für Umwelt und Natur
- Andreas Güthler & Kathrin Lacher. Naturwerkstatt Landart. Ideen für kleine und große Naturkünstler. 2005. AT Verlag
- Bodeninformationsbericht 2007 des Landes Oberösterreich
- Dieter Sauerbeck. Gefährdete Böden (Artikel)
- Bodeninformationssystem www.umweltbundesamt.at/umwelt/boden/boris/

Internet-Links:

- www.umweltbundesamt.at/umweltschutz/boden/lehrpfad
Bodenkompass, der virtuelle Bodenlehrpfad
- www.stmug.bayern.de/umwelt/boden/lernort_boden/index.htm
Lernort Boden. Unterrichtsmaterialien für den handlungsorientierten, fächerübergreifenden Unterricht in Hauptschulen und Gymnasien.
- www.nua.nrw.de
Werkstatt BODEN ist LEBEN, Natur- und Umweltschutzakademie nrw.
- www.faweb.baden-wuerttemberg.de/bofaweb
Unterrichtsmaterialien zum Thema Boden - I. u. II. Sekundarstufe RP KA
- www.forum-bodenschutz.de
- www.europe.eu.int/comm/agriculture/index_de. Dobris+3-Bericht





Poesie im Boden

„Unter meinen Füßen“

Unter meinen Füßen, da regt sich was,
Insekten die hasten und flitzen durch's Gras.
Spinnen und Grillen und Raupen sirren,
Käfer und Motten und Bienen schwirren.

Unter meinen Füßen, da regt sich was,
grabe tiefer unter dem Gras.
Dort hat jemand Tunnel und Löcher gebaut,
Würmer und Ameisen – ganz ohne Laut.
Kaninchen und Maulwurf
Und dort auch ein Hund,
die buddeln hier fleißig im Untergrund.

Unter meinen Füßen, da regt sich was,
grabe tiefer unter dem Gras.
So viele Steine, die kann ich nicht zähl'n,
Kalkstein und Schiefer, Granit und noch mehr,
harte und weiche, hier kommen sie her.
Ganz große Brocken und kleine, zerbrochen.
Fossilien von Fischen und Dinosaurierknochen.

Unter meinen Füßen, da regt sich was,
grabe tiefer und tiefer unter dem Gras.
Ein Kern aus Metallen in der Mitte der Welt,
egal ob es trocken ist oder Regen fällt.
Sie verändert sich nie – doch hält ganz allein
zusammen das Gras, die Erde, den Stein.“

(Quelle: HORSFALL, J. (1999): Mit Kindern die Natur erspielen, Mülheim: Verlag an der Ruhr, S. 59.)