

Boden Praxiskoffer



Umwelt-Bildungs-Zentrum Steiermark

Brockmanngasse 53

A-8010 Graz

www.ubz-stmk.at



**Das Land
Steiermark**



Inhaltsverzeichnis

Einleitung, Projektziele, Zielgruppen	1
Unser Boden	2
Bodenentstehung	2
Böden in der Steiermark	3
Bodenleben	4
Bodennutzung / Bodenfunktion	6
Bodengefährdung	6
Bodenschutz in der Steiermark	7
Geräte und Unterrichtstipps	8
pH-Messgerät – pH-Messstreifen	9
Phosphatmessung	11
Digitales Einstichthermometer	12
Leitfähigkeitsmessgerät	13
Taschenwaage	14
Thermo-Hygrometer	16
Feuchte und Temperatur - USB-Logger	17
Berlese-Apparat	18
Gesprächskreis mit Bodenfragen	20
Arbeitsblätter	21
Wohin wachsen Wurzeln?	22
Wie lockt man Hummeln in den Garten?	23
Was kann man mit den Fingern fühlen?	24
Nachweis des Kalkgehalts	25
Warum versickert Wasser im Boden?	26
Wo steckt die Kraft des Löwenzahns?	27
Aufspüren und Beobachten von Bodentieren	28
Schützen Pflanzen den Boden?	29
Bodenkunde-Memory	30
Arbeitskarten	31
Infotafeln	32
Literatur und Links	34
Impressum	36
Anhang	
9 folierte Karten und Tafeln	
Kopiervorlage „Bodentiere bestimmen“	
11 Infotafeln „Boden des Jahres“	
Fachinformationsteil „Unterrichtsmappe Boden“	



Einleitung

Boden ist ein wichtiger Teil unserer Umwelt und zusammen mit anderen Faktoren eine unverzichtbare Grundlage für vielfältiges Leben. Von Vielen wird der Boden deshalb als ein eigener „lebendiger Organismus“ betrachtet, denn er braucht Luft zum Atmen und Wasser, um nicht auszutrocknen. Schicksal und Ernährung von rund 7 Milliarden Menschen sind großteils direkt vom Boden abhängig. Doch gerade der Mensch sorgt ständig für dessen Gefährdung!

Das Thema Boden spielt in den letzten Jahren auch im Schulunterricht eine zunehmend wichtigere Rolle, insbesondere im Zusammenhang mit klimatischen Veränderungen (Trockenheit, Grundwasserabsenkung, Erosion durch Starkregen ...). Rund 130 steirische BiologielehrerInnen nahmen zu diesem Thema in den vergangenen Jahren an LehrerInnenfortbildungsseminaren des Umwelt-Bildungs-Zentrums Steiermark teil. Im Zuge dieser Veranstaltungen sowie bei den im Sommer 2012 durchgeführten UBZ-online-Befragungen wurde der Wunsch geäußert, in Zukunft eine noch breitere Palette an speziellen Themenstellungen zum Bereich Boden in Seminarform anzubieten sowie Praxismaterialien für die schulische Umsetzung zur Verfügung zu stellen, letzteres in Form der bewährten UBZ-Praxiskoffer (z.B. Energie, Lärm ...).

In der ausklingenden „UN-Dekade Bildung für Nachhaltige Entwicklung 2005-2014“ kann somit die Sensibilisierung der steirischen Bevölkerung für die Notwendigkeit des Bodenschutzes verstärkt werden.

Projektziele

Um das „Boden-Bewusstsein“ unter Lehrenden und SchülerInnen stärker zu verankern, soll im Rahmen des Biologie-, Geographie- sowie Chemieunterrichts diesem Thema mehr Raum gewidmet werden. In Ergänzung zu bereits vorhandenen Unterlagen (z.B. Unterrichtsmappe Boden) wurden weitere Methoden und Unterrichtszugänge sowie auf die Steiermark bezogene Unterrichtsmaterialien entwickelt. Diese wurden im Hinblick auf ihre unterrichtspraktische Tauglichkeit sowohl mit Lehrenden (z.B. im Rahmen von Seminaren und Workshops) als auch mit SchülerInnen (z.B. im Rahmen von „Boden-Erlebnis-Tagen“) getestet.

Zielgruppen

Als Zielgruppen sind Lehrende und SchülerInnen an steirischen Schulen vorgesehen. Der falschen Meinung, "Mädchen trauen sich nicht an technische Dinge bzw. Krabbeltiere heran", wird ganz bewusst widersprochen, indem alle Versuche und praktischen Arbeiten von allen SchülerInnen gemacht werden sollen.

Nachdem der Schwerpunkt des Projekts auf der Entwicklung von methodisch/didaktischen Praxismaterialien liegt, werden insbesondere jene Schulen angesprochen, bei denen das Thema „Boden“ in mehreren Unterrichtsgegenständen unterrichtet wird (werden kann) – Volksschulen, Neue Mittelschulen, AHS, Landwirtschaftliche Schulen sowie BBA für Kindergartenpädagogik.



Unser Boden

Boden ist der belebte äußere Rand unserer Erdkruste, ein wichtiger Teil unserer Umwelt und Grundlage für Leben auf der Erde. Er besteht aus mineralischen Bestandteilen (Ton, Lehm und Sand), Pflanzenwurzeln, totem organischen Material, Bodenlebewesen, Bodenluft und Bodenwasser.

Boden

- ist Lebensraum, der eine enorme Vielfalt an Lebewesen beherbergt.
- stellt eine unverzichtbare Lebensgrundlage dar. Im Boden finden alle für den Kreislauf der Ökosysteme notwendigen Um- und Abbauprozesse statt.
- ist ein lebendiger Organismus. Der Boden braucht die Luft zum Atmen, Wasser, um nicht zu vertrocknen, Pflanzen und Tiere, um nicht unfruchtbar zu werden.
- ist in großer Gefahr, so lange er vom Menschen zubetoniert, ausgebeutet, vergiftet, bestrahlt und seiner ökologischen Funktionen beraubt wird.

Bodenentstehung

Der Ursprung des Bodens ist das Gestein. Dieses wird im Laufe der Zeit durch den Wechsel von Wärme und Kälte, Einfrieren und Auftauen sowie durch die Einwirkung von Wasser und Eis mechanisch zerkleinert. Neben diesen Kräften wirkt die chemische Verwitterung, bei der die Minerale eines Gesteins in ihrem Aufbau durch die Einwirkung von Wasser, Säuren und Sauerstoff verändert werden.

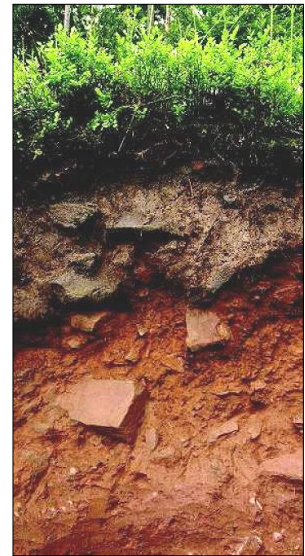
In den gelockerten Felsnischen und Spalten siedeln sich bald die ersten Moose, Flechten und die Pioniere unter den Bodentieren an. Langsam bildet sich die erste Humusschicht. Durch die weiter andauernden Verwitterungsprozesse und die Einwirkungen von Tieren und Pflanzen zerfällt das Gestein zu lockerer Erde, in der dann auch größere Sträucher und schließlich Bäume wurzeln können. Durch das Wurzelwachstum und die Freisetzung von Säuren zerfällt das Gestein in noch kleinere Teile. Die

vorhandene Pflanzendecke schützt den einmal entstandenen Boden vor Austrocknung und Erosion. Vor allem aber liefert sie organisches Material, das durch die Zersetzungstätigkeit der Bodenorganismen wiederum zu Humus umgewandelt wird.



Jeder Bodentyp besteht aus einzelnen vertikalen Schichten, den sogenannten Bodenhorizonten. Zuoberst befindet sich die Auflage abgestorbener Pflanzenteile, die Streuschicht (O-Horizont). Knapp darunter liegt der als A-Horizont bezeichnete Oberboden, der reich an Nährstoffen und Bodenlebewesen ist. Der nun folgende Unterboden (B-Horizont) besitzt einen hohen Anteil an Mineralien und bildet den Übergang zum unverwitterten Ausgangsgestein, dem Untergrund (C-Horizont). Die Mächtigkeit der einzelnen Schichten variiert.

Aber nicht nur durch die Schichtung der Bodenhorizonte lassen sich die verschiedenen Bodenarten und -typen unterscheiden: Durch die Verwitterungsprozesse entstehen immer kleinere Gesteinsteilchen. Diese Korngröße ermöglicht erste Rückschlüsse auf die Fruchtbarkeit und die Fähigkeit des Bodens, Wasser zu binden.



Böden in der Steiermark

In der Steiermark finden wir recht unterschiedliche Bodentypen, deren Eigenschaften aufgrund wechselnder Standortfaktoren wie Gestein, Relief und Grundwasserstand, stark variieren. Für das warmgemäßigte, feuchte Klima Mitteleuropas sind Braunerden und Parabraunerden typisch. Ihr Farbton geht auf den Gehalt von braunschwarzen Mineralien zurück. Die Braunerde ist der charakteristische Boden der Laubmischwälder. Durch die hier herrschende Feuchtigkeit wird das abgefallene Laub schnell zersetzt und eine dicke Humusschicht gebildet. Diese Waldböden sind tief und nährstoffreich.

Heute findet man anstelle der Laubmischwälder großflächiges Ackerland. Überall dort, wo der Boden nicht zu flachgründig ist, wurde er umgepflügt. Die flachgründigen Böden (Rendzinen) mit wenig Wasserreserven der Gebirge sind für den Menschen kaum nutzbar. Sie werden nicht nur durch die Steilheit der Hänge und die damit verbundenen Abtragungsvorgänge, sondern auch durch hohe Niederschläge und tiefe Temperaturen beeinflusst.

In Mooren besteht der Boden vorwiegend aus den zersetzten Resten von Torfmoosen. Der Moorboden ist sehr sauer und arm an Nährstoffen. Unter den nassen und sauerstoffarmen Bedingungen wird die Zersetzung des organischen Materials gehemmt. Hier überleben nur besonders angepasste Tiere und Pflanzen. Heute sind die meisten ursprünglichen Moorflächen durch Entwässerung und Kultivierungsmaßnahmen zerstört und/oder stark verändert. (siehe Arbeitskarten)



Bodenleben

Kaum zu glauben!

Bis in eine Tiefe von nur 30 cm leben pro Quadratmeter Boden rund

- 60 Billionen Bakterien
- 1 Milliarde Pilze
- 500 Millionen Einzeller
- 10 Millionen Fadenwürmer
- 1 Million Algen
- 150.000 Milben
- 100.000 Springschwänze
- 25.000 weiße Ringelwürmer
- 200 Regenwürmer
- 50 Schnecken
- 50 Spinnen
- 50 Asseln
- 150 Tausendfüßer
- 100 Käfer
- 200 Fliegenlarven
- 0,001 Wirbeltiere



Man unterscheidet:

M e g a f a u n a: > 20 mm

Maulwürfe, Wühl- und Spitzmäuse, Regenwürmer, große Käfer, Schnecken etc.

Die wühlende, grabende Lebensweise dieser Tiere führt dazu, dass der Boden mit verschiedenen weiten Gängen durchzogen wird. Die Folge ist nicht nur eine gute Belüftung, sondern auch eine Auflockerung des Bodens. Regenwürmer fressen sich richtiggehend durch das Erdreich. Totes organisches Material wird durch sie in tiefere Bodenschichten verfrachtet. Die Ausscheidungen der Regenwürmer sind reich an sogenannten Ton-Humus-Komplexen.



Makrofauna: 2 - 20 mm**Asseln, Käfer, Tausendfüßer, Schnecken etc.**

Viele der zu dieser Größenkategorie zählenden Tierarten haben große Bedeutung bei der Aufschließung von totem pflanzlichen Material. Sie zerkleinern es und machen es für noch kleinere Bodentiere und Mikroorganismen zugänglicher. Auch der Kot der Asseln ist wie jener der Regenwürmer mit Ton-Humus-Komplexen angereichert.

Mesofauna: 0,2 - 2 mm**Fadenwürmer, Milben, Rädertierchen, Springschwänze etc.**

Ihr Nahrungsspektrum reicht von Kleinsttieren bis hin zu Pflanzenresten und Mikroorganismen. Hornmilben ernähren sich von Pflanzenresten und Bakterien, wobei sie lediglich zur Zerkleinerung des pflanzlichen Materials beitragen. Zur Aufschließung von Zellulose und Chitin fehlen ihnen die entsprechenden Verdauungsenzyme.

Mikroorganismen – Mikroflora und Mikrofaua: 0,002 - 0,2 mm**Bakterien, Pilze, Algen, Einzeller (Protozoa) etc.**

Sie stehen am Ende des Abbauprozesses. An der Individuenzahl gemessen, sind sie die am stärksten im Boden vertretene Gruppe. Besondere Bakterien, die „Strahlenpilze“, ernähren sich bevorzugt von Zellulose und Chitin. Sie sind die Hauptbildner von Huminstoffen.

Wer macht was?

- Bakterien, holzabbauende Pilze, Algen und Einzeller besiedeln und "knacken" die vom Regen aufgeweichte harte Blatthaut.
- Große Milben und Springschwänze fressen als erste Löcher in das abgestorbene Pflanzengewebe und machen das Blatinne für Pilze und Bakterien zugänglich.
- Mücken- und Fliegenlarven vergrößern die Löcher.
- Tausendfüßer, Asseln und Schnecken zerstückeln die Blätter und fressen an den Blattnerven. Ihr Kot wird von ihnen selbst oder kleinen Milben und Springschwänzen gefressen.
- Mit der Nahrung aufgenommene Mineralerde und die Kotballen anderer Bodentiere werden im Verdauungstrakt der Regenwürmer vermischt und ausgeschieden. Die Regenwürmer verarbeiten organische "Abfälle" zur wertvollsten Humusform, dem Mull.



Bodennutzung / Bodenfunktion

Die Bedeutung von Böden für Pflanzen, Tiere, Mikroorganismen und Menschen sowie für den Energie-, Wasser- und Stoffhaushalt lässt sich in drei übergeordnete Funktionen zusammenfassen:

1. Lebensraumfunktion

Böden sind Lebensraum und Lebensgrundlage für eine Vielzahl verschiedener Pflanzen, Tiere und Mikroorganismen. Bodenorganismen regeln den Aufbau, Umbau und Abbau von Stoffen in Böden. Aufgrund ihrer Vielfalt beeinflussen sie die Stabilität von Ökosystemen, indem sie toxische Stoffe abbauen, Wachstumsstoffe produzieren und ein Fließgleichgewicht zwischen Aufbau- und Abbauprozessen erzeugen. Böden sind die Grundlage für das Wachstum von Pflanzen und somit auch Lebensgrundlage für den Menschen.

2. Regelungsfunktion

Hierzu gehören Transport, Umwandlung und Anreicherung von Stoffen. Böden vermitteln über vielfältige Prozesse den Stoffaustausch zwischen Hydrosphäre (Binnengewässer und Meere), Atmosphäre und Nachbarökosystemen.

3. Nutzungsfunktion

Böden sind Standorte der land- und forstwirtschaftlichen Produktion. Böden versorgen Pflanzen mit Wasser und geben ihren Wurzeln Halt. Die Bodenbewirtschaftung in der Land- und Forstwirtschaft hat zum Ziel, für den Menschen verwertbare Biomasse (Nahrungs- und Futtermittel, nachwachsende Rohstoffe) zu erzeugen.

Bodengefährdung

Die meisten Böden sind durch unsere Aktivitäten gefährdet. Kaum ein anderes Medium ist so empfindlich wie der Boden, kein anderes hat ein so langes Gedächtnis: Einmal eingetragene Schadstoffe können über Generationen hinweg erhalten bleiben und die Bodenfunktionen beeinträchtigen, z.B. die Funktion als Lebensraum für Pflanzen, Tiere und Menschen oder die Funktion als Filter und Puffer im Naturhaushalt. In der Folge können auch andere Schutzgüter wie unsere Gesundheit, unsere Nahrung oder unser Trinkwasser beeinträchtigt werden. Im Gegensatz zu unserer Zerstörungswut spielen sich die Bodenbildungsprozesse in sehr langen Zeiträumen ab: **In 1000 Jahren bilden sich nur etwa 5 Zentimeter Boden!!!**



Bodenschutz in der Steiermark

In der Steiermark kann man sich zum Thema „Bodenschutz“ umfassend informieren:

1. Steirische Bodenschutzberichte

Themen:

- Bodenanalytik: Aufzeigen von vorhandenen Gefahrenquellen
- Beseitigung bzw. Vermeidung künftiger Risiken
- Erhaltung natürlicher Fließgleichgewichte im Boden
- u.a.m.

Ab 1998 sind alle Bodenschutzberichte digital verfügbar (Achtung, lange Ladezeiten beachten).

Downloads unter www.umwelt.steiermark.at/cms/ziel/2998692/DE/



2. Bodenkarten

Bodenkarten finden Sie beim Landes-Umwelt-Informationssystem der Steiermark (LUIS) - www.umwelt.steiermark.at

3. Bodeninformationssysteme

Unter www.umwelt.steiermark.at und www.gis.steiermark.at findet man Informationen zu folgenden Themen:

- Bodenkataster
- Bodenkartierung
- GIS - Steiermark
- Naturraumpotentialkarte



Geräte und Unterrichtstipps



pH-Messgerät – pH-Messstreifen

Das am häufigsten verwendete Messprinzip bei einem pH-Messgerät benutzt das Potential einer Glaselektrode. Dabei bildet eine Halbzellenreaktion an der Glasmembran ein elektrisches Potenzial aus, welches in direkter Abhängigkeit zur H^+ -Ionen-Konzentration steht. Aus der Potentialdifferenz zur Bezugselektrode entsteht eine Spannung, die weitgehend linear den pH-Wert abbildet. Die Bezugselektrode ist über ein Diaphragma mit der zu messenden Lösung verbunden. Bei Nichtgebrauch wird die Glaselektrode in einer Kaliumchloridlösung aufbewahrt.



Steht kein pH-Messgerät zur Verfügung, so lässt sich der pH-Wert durch eine visuelle oder farbmtrische Bewertung der Farbumschläge von Indikatorfarbstoffen bestimmen. Die Auswertung erfolgt dabei anhand von Farbvergleichsskalen. Dabei kann entweder der Farbumschlag eines einzelnen Farbstoffes für einen relativ engen Bereich der Messwerte ausgenutzt werden oder es kommen Farbstoffgemische, sogenannte „Universalindikatoren“ zum Einsatz. Diese zeigen über eine weite Skala von pH-Werten hinweg (pH 0 - pH 14) unterschiedliche Farben.



Unterrichtstipp:

Bodenproben werden an verschiedenen Orten entnommen und auf ihren pH-Wert getestet.

Was braucht man: pH-Messstreifen oder pH-Messgerät, ein Gefäß und einen Löffel, verschiedene Bodenproben, destilliertes Wasser

So wird's gemacht: Erde in destilliertem Wasser auflösen, das Teststäbchen für mehrere Sekunden in diese Lösung tauchen, Wasser abschütteln. Der Messstreifen verfärbt sich: Testergebnis mit der Farbskala vergleichen und pH-Wert ablesen.

Liegt der Wert zwischen 3 und 6, so ist der Boden sauer (pH-Wert 7 = neutral). Liegt der Wert über 7, so ist der Boden alkalisch (basisch, kalkhaltig). Bei Messung des pH-Wertes mit einem digitalen pH-Messgerät erfolgt die Anzeige des pH-Wertes auf dem Display.

Ergebnisse:

Bodenprobe	Fundort	Bodenart	pH-Wert
1			
2			
3			
4			
5			
6			



Es gibt Pflanzen, die besonders gut auf sauren Böden wachsen. Andere bevorzugen basische Böden.

Die Tabelle zeigt den optimalen pH-Wert für ausgewählte Pflanzen.

Während Linden, Pappeln, Buchen, aber auch Raps und Weizen sowohl im schwach sauren als auch im schwach basischen Boden optimal wachsen, bevorzugen viele unserer Nutzpflanzen (z.B. Kartoffel, Roggen und Mais) eher leicht saure Böden. Die Kenntnis um die Boden-pH-Präferenz bestimmter Pflanzenarten erlaubt uns andererseits Rückschlüsse auf den pH-Wert entsprechender Pflanzenstandorte.

Pflanze	pH-Wert
Kiefer	4,0 - 6,0
Tanne, Birke, Eiche	5,0 – 6,0
Linde, Pappel, Buche	6,0 – 8,0
Kartoffel	5,0 – 6,5
Lauch	6,0 – 7,0
Weizen	6,5 – 7,5
Rübe	5,5 – 7,0
Hafer, Roggen	5,0 – 7,0
Mais	5,5 – 7,0
Raps	6,5 – 7,5



Buche



Lauch



Raps



Phosphatmessung

Phosphor ist für Lebewesen von essentieller Bedeutung. In der Natur kommt Phosphor ausschließlich in gebundener Form, meist in Form der Phosphate vor. Phosphat ist im Boden sowohl organisch (im Humus) als auch anorganisch (als Calcium-, Eisen-, Aluminiumphosphat, je nach pH-Wert des Bodens) gebunden.

Der Phosphatgehalt einer Bodenlösung lässt sich recht einfach messen. Dazu bedient man sich eines Nachweisverfahrens, wie es auch von Aquarienfreunden für die Messung des Aquarienwassers genutzt wird.

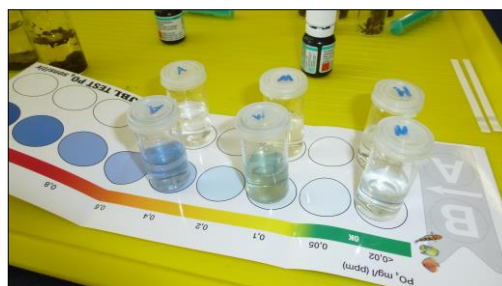


Unterrichtstipp:

Bodenproben werden an verschiedenen Orten entnommen und auf ihren Phosphatgehalt getestet.

Was braucht man: destilliertes Wasser, ein Gefäß und einen Löffel, verschiedene Bodenproben, destilliertes Wasser

So wird's gemacht: Ein Teelöffel einer Bodenprobe wird mit 50 ml destilliertem Wasser aufgeschlämmt und mehrmals geschüttelt. Nach ca. fünf Minuten Absetzzeit kann das überstehende Wasser für den Test verwendet werden. Eine gut verständliche Anleitung zur Durchführung der Messung ist dem Testset beigelegt.



Ergebnisse:

Bodenprobe	Fundort	Bodenart	Phosphat in mg/l
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			



Digitales Einstich-Thermometer

Einstich-Thermometer eignen sich für vielfältige Messaufgaben im Labor, beim Hobby, in der Küche, zur Lebensmittelkontrolle u.v.m.

Technische Daten (Voltcraft DET2R)

- Messbereich 0 bis +200° C
- Min.-/Max.-Speicher
- °C/°F Umschaltung
- Auflösung: 0,1° C
- Grundgenauigkeit: ±2° C
- Kalibrierbar nach ISO / DAkkS
- Fühlerlänge: 125 mm
- Spannungsversorgung: 1 Micro Batterie (AAA)



Unterrichtstipp:

Temperaturmessungen im Waldboden an einem warmen Frühsommertag: Bodentiere sind an kühle, dunkle und feuchte Umweltbedingungen bestens angepasst. In einem Waldboden finden sie die dafür optimalen Bedingungen.

Auswahl des Messortes: Der Versuch wird an unterschiedlichen Stellen im Wald durchgeführt, z.B. beschatteter und besonnener Waldboden oder an einer offensichtlich feuchteren Stelle. Nun gilt es zu klären, ob es dabei Unterschiede gibt.

So wird's gemacht: Mithilfe der drei zur Verfügung stehenden Einstich-Thermometer soll eruiert werden, wie stark sich die Oberflächentemperatur jedes Untersuchungsortes bis in 12,5 cm Tiefe verändert. Dazu werden die Thermometer unterschiedlich tief in den Boden gesteckt (2 cm, 6 cm und 12,5 cm). Die Temperaturen können unmittelbar danach abgelesen und protokolliert werden.

Waldtyp: **Datum:** **Uhrzeit:**
(Laub-, Nadel- oder Mischwald)

Messort	Sonne/Schatten	trocken/feucht	Temperatur Oberfläche	°C in 2 cm	°C in 6 cm	°C in 12,5 cm
1						
2						
3						
4						

Auswertung: Bei dieser Messserie handelt es sich um eine reine Momentaufnahme der Temperaturverhältnisse in unterschiedlichen Bodentiefen. Die Ergebnisse werden zeigen, dass einerseits die Bodentemperatur von der Oberfläche bis in 12,5 cm Tiefe deutlich abnimmt (deutlicher an besonnenen als an beschatteten Stellen), andererseits feuchtere Stellen generell niedrigere Werte aufweisen als trockene.

Leitfähigkeitsmessgerät

Der Leitfähigkeitswert ist ein Summenparameter für die Ionenkonzentration einer Messlösung. Je mehr Salz, Säure oder Base eine Messlösung enthält, desto höher ist die Leitfähigkeit, die in $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Mikro-Siemens pro cm) gemessen wird. Reinstes Wasser hat eine Leitfähigkeit von 0,05 $\mu\text{S}/\text{cm}$, Oberflächenwasser liegen im Bereich von etwa 100 bis 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Elektrolytische Leitfähigkeiten sind sehr temperaturabhängig. Um vergleichbare Ergebnisse zu erzielen, muss die Temperatur während der Messung immer mitbestimmt werden.

Physikalisch wird der Strom zwischen zwei Polen gemessen und unter Anwendung des Ohmschen Gesetzes der Leitfähigkeitswert bestimmt. In der Praxis wird die Leitfähigkeitsmessung bei der Überwachung von technischen Anlagen (Einleitungs-/Abwasserproblematik) eingesetzt.

Technische Daten (Hanna Primo 5)

- Messbereich: 0 – 1999 $\mu\text{S}/\text{cm}$
- Auflösung: 1 $\mu\text{S}/\text{cm}$
- Genauigkeit: $\pm 2\%$ des Messbereichs (bei 20° C)
- Kalibrierung: automatisch bei 1413 $\mu\text{S}/\text{cm}$



Unterrichtstipp:

Überprüfung verschiedener Bodenaufschlämmungen auf ihre Leitfähigkeit hin.

So wird's gemacht: Schlämmen Sie zunächst 5 g der zu testenden Bodenprobe (Gartenerde, Humus, kalkiger Boden...) in 100 ml destilliertem Wasser auf. Danach folgt die Messung mit dem Gerät. Welche Messwerte sind für eine derartige Schlämmkonzentration zu erwarten? Humus zeigt eine Leitfähigkeit von ca. 15 $\mu\text{S}/\text{cm}$, Gartenerde ca. 30 $\mu\text{S}/\text{cm}$, kalkiger Boden ca. 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Dies sind nur Richtwerte, Proben gleicher Böden von unterschiedlichen Standorten können deutlich variieren.

Tipp: Sollten Sie Böden entlang von Straßen mit Salzstreuung überprüfen wollen, könnte es sein, dass der Messbereich des Messgerätes aufgrund der hohen Ionenkonzentration überschritten wird. Mittels Verdünnungsreihen könnte dennoch ein Messergebnis erreicht werden.

Information zu Leitfähigkeitswerten verschiedener Wassertypen:

Wassertyp	Leitfähigkeit bei 25° C
Reinstes Wasser	0,055 $\mu\text{S}/\text{cm}$
Entionisiertes Wasser	1 $\mu\text{S}/\text{cm}$
Regenwasser	50 $\mu\text{S}/\text{cm}$
Trinkwasser	500 $\mu\text{S}/\text{cm}$

Taschenwaage

Diese Taschenwaage verfügt über die Präzision von hochwertigen Tischwaagen und lässt sich über das Touchscreen-Display einfach bedienen. Nach dem Einschalten sollte sich nach ca. 6 Sekunden der Wert 0,00 am Display einstellen. Ist dies nicht der Fall, muss Z/T gedrückt werden. Erscheinen links die Buchstaben „H“ und „o“, dann ist die Waage wiegebereit. Mit „Mode“ lässt sich die Einheit festlegen. Die Betriebsspannung beträgt 3 V, die Wiegekapazität max. 200 g und die Auflösung 0,01 g. Die Messung sollte nur in trockenen Innenräumen erfolgen.



Unterrichtstipps:

Tipp 1: Schätzaufgabe

Kleine Bodentiere (Makro- und Megafauna), die während eines Aufenthaltes im Schulhof, Park oder im Wald (z.B. in Becherlupen) gesammelt wurden, werden im Klassenzimmer gewogen. Die SchülerInnen sollen zuvor Schätzangaben zum Gewicht der einzelnen Tiere machen. Sie erlangen auf diese Weise ein Gefühl für kleine und kleinste Gewichtseinheiten. (Nach dem Experiment sollten diese Tiere grundsätzlich an ihren Fundort zurückgebracht werden).

Tipp 2: Bestimmung des Humusanteils

Mehrere Bodenproben, z.B. reiner Sand, Gartenerde, Ackerboden oder Humus (Komposterde), werden auf ihren organischen Anteil hin untersucht.

Mittels der Taschenwaage werden 30 g der jeweiligen Bodenprobe in einer feuerfesten Porzellanschale ausgewogen. Über einem Bunsenbrenner wird die Schale so lange erhitzt, bis der organische Anteil der Bodenprobe verglüht ist. Nach dem Abkühlen der Probe lässt sich durch erneutes Wiegen der Kohlenstoffanteil (Humusanteil) aus dem Glühverlust berechnen.

Was braucht man: Waage, Porzellan- oder Blechtiegel, getrocknete Bodenproben, Tiegelzange, Spatellöffel, Dreifuß, Glasstab, Bunsenbrenner

So wird's gemacht: Bei diesem Demonstrationsversuch muss die Lehrperson auf jeden Fall anwesend sein.

- 1) Zunächst wird der Porzellan- oder Blechtiegel gewogen und das Gewicht notiert.
- 2) Mit einem Spatellöffel werden 30 g (luft-)getrockneter Boden eingefüllt.
- 3) Dann wird der Tiegel mit der Erde erhitzt; zuerst langsam, später bis zur Rotglut.



- 4) Mit einem Glasstab wird die Substanz laufend umgerührt, damit sie gleichmäßig verbrennt.
- 5) Die Substanz wird solange erhitzt, bis sie eine weißlich-graue oder rötliche Färbung annimmt.
- 6) Dann ist der Verbrennungsprozess beendet.
- 7) Anschließend lässt man den Tiegel 20 Minuten abkühlen und stellt ihn dann auf die Waage, um das Gewicht zu eruieren.
- 8) Zur Auswertung wird der Glühverlust des Bodens (verbrannter Humus in % der Bodeneinwaage) berechnet – dazu verwendet man folgende Formel:

$$\frac{\text{Tiegelgewicht + Bodeneinwaage (vor dem Glühen) in g} \\ \text{abzügl. Tiegelgewicht + Bodeneinwaage (nach dem Glühen) in g}}{\text{Glühverlust in g}}$$

$$\text{Glühverlust in \%} = \text{Glühverlust in g} \times 100 : \text{Bodeneinwaage in g}$$

- 9) Abschließend werden verschiedene Bodenproben miteinander verglichen.

Information: Normalerweise enthalten die Böden Mitteleuropas zwischen 2 bis 8 % Humus. Mehr als 10 % Humus gelten bereits als stark humushaltig (humos). Einen ersten Anhaltspunkt für den Humusgehalt gibt schon die Bodenfärbung – je dunkler, desto humushaltiger.



Thermo-Hygrometer

Zur Bestimmung der Bodenfeuchte kommen in der Praxis besondere Verfahren zum Einsatz. Eine besondere Problematik dieser Bestimmung resultiert aus dem Gehalt des Bodens an verschiedenen Salzen, welche die meisten Messverfahren beeinträchtigen können und häufig auch korrosiv auf Sensoren wirken. Die zwei am häufigsten angewandten Messgeräte sind der „Kapazitive Feuchtemessgerät“ und das „Tensiometer“.

Beim kapazitiven (dielektrischen) Feuchtemessgerät wird der Messkopf nur an die Oberfläche des zu messenden Materials gelegt – er misst somit fast berührungslos den Feuchtegehalt. Messprinzip ist der große Unterschied der Dielektrizitätszahl von Erde und Wasser, je nach Dichte und Feuchte liegt die Eindringtiefe bei ca. 12 cm.

Das Tensiometer beinhaltet eine poröse keramische Zelle, welche luftdicht an ein mit Wasser gefülltes Rohr angeschlossen ist. Diese Zelle wird in den Boden eingebracht, wodurch das vom Boden aus der Zelle gesaugte Wasser im befüllten Rohr einen Unterdruck erzeugt. Dieser Unterdruck steht in direkter Relation zum Bodenwassergehalt und wird an einem Manometer abgelesen.

Derartige Messgeräte sind in ihrer Anschaffung recht teuer. Im Rahmen des Bodenkoffers messen wir daher nicht die Bodenfeuchte, sondern begnügen uns mit der Messung der Luftfeuchtigkeit im Umfeld des Bodens.



Technische Daten (TH101E Thermo-/Hygrometer)

- Messbereich Luftfeuchte: 20 - 100 %
- Messbereich Temperatur: -35 und 55° C
- Genauigkeit Hygrometer: ± 5 % (bei 40 und 75 %)
- Genauigkeit Thermometer: $\pm 1^\circ$ C im Bereich zwischen 10 und 30° C sowie bei $\pm 2^\circ$ C für die weiteren Bereiche



Unterrichtstipp:

An verschiedenen Stellen eines Waldes werden Luftfeuchtigkeits- und Temperaturmessungen durchgeführt.

Empfohlene Messorte: Waldlichtung in ca. 1,5 m Höhe, Waldinneres in ca. 1,5 m Höhe, an der Bodenoberfläche sowie am Grund einer ca. 10 cm tief ausgehobenen Grube im Waldboden (während der Messung sollte die kleine Grube abgedeckt werden).

So wird's gemacht: Die Messdauer beträgt ca. 10 Minuten für jeden Ort. Sowohl bei der Temperatur als auch bei der Feuchtigkeit sollten sich zwei gegensätzliche Gradienten zeigen. Die Temperatur wird von der Waldlichtung in Richtung Bodenloch stetig abnehmen, während gleichzeitig die Feuchtigkeit kontinuierlich ansteigt.

Feuchte und Temperatur - USB-Logger

Der Datenlogger kann durch Batteriebetrieb mobil verwendet werden, ist für Langzeitmessungen gedacht und verfügt über einen internen Feuchte- und Temperatursensor. Messdaten werden automatisch in den eingestellten Intervallen aufgezeichnet. Die Auswertung erfolgt grafisch mittels eines Auswertungsprogramms, welches mit einer CD mitgeliefert wird. Eine direkte Datenausgabe via USB für Echtzeitdarstellung auf einem PC oder auch ein Datenexport für eine tabellarische Auswertung sind möglich. Die erfassten Daten (bis zu 32.000 Messwerte) sind für eine weitere Verarbeitung speicherbar.



Technische Daten (ELV UTDL 10)

- Temperatur-Messbereich: -40 bis +85° C
- Genauigkeit Temperatur: $\pm 0,6^{\circ}$ C (-20 bis +50° C)
- Luftfeuchte-Messbereich: 0,1–99,9 % rF
- Genauigkeit Luftfeuchte: ± 3 % rF (bei 25° C, 10–90 % rF)
- Messintervall: 1 sec bis 7 h, auch nach einem am PC erstellbaren Zeitplan

Vor Beginn der Messungen muss die Logger-Software am Laptop oder PC installiert werden - siehe dazu Bedienungsanleitung.

Unterrichtstipp:

Für diese Art der Messung wird ein Ort gewählt, an dem eine Messung über einen längeren Zeitraum hinweg sinnvoll ist. Interessant wäre es zu eruieren, ob und in welchem Ausmaß es Veränderungen der Luftfeuchtigkeit und der Temperatur im Tagesverlauf knapp über der Erdoberfläche, auf der Erdoberfläche und knapp unter der Erdoberfläche an einigen frei zu wählenden Standorten (z.B. dichter Wald, Waldlichtung bzw. Forststraße, Wiese, Hecke, Rasen im Schulhof...) gibt.

Information: Die gemessenen Werte werden mit den SchülerInnen diskutiert, dazu einige fachliche Hinweise: Ist die Luft nicht mit Wasserdampf gesättigt, so enthält sie weniger als 100 % Luftfeuchtigkeit. Wird Luft mit 60 % relativer Luftfeuchte etwa von 18°C auf 25°C erwärmt, hat sie, obwohl die Wassermenge in der Luft gleich bleibt, nur noch 40 % relative Feuchte. Grund dafür ist, dass die wärmere Luft mehr Feuchtigkeit enthalten kann. Luft mit einer Temperatur von 0°C kann 5g Wasserdampf aufnehmen; Luft mit einer Temperatur von 20°C bereits 17g und bei 30°C sind bereits 30g Wasserdampfgehalt möglich. Jeder dieser Zustände entspricht dabei 100% relativer Luftfeuchte.

Umgekehrt wird bei der Abkühlung von Luft irgendwann der sogenannte Taupunkt erreicht. Das ist jener Punkt, an dem die Luft die Marke von 100 % Feuchte erreicht und das enthaltene Wasser nicht mehr dampfförmig bleibt. Es kondensiert in Form von Wassertröpfchen, z.B. an kalten Fensterscheiben oder als Tau auf Pflanzen oder der Bodenoberfläche und befeuchtet diese.



Berlese-Apparat

Kleinstlebewesen im Boden sind nicht nur optisch schwer wahrnehmbar, sie sind aufgrund ihrer Kleinheit auch schwer vom Medium Boden zu trennen. Bodentiere besiedeln feuchte, kühle und dunkle Lebensräume. Dieser Umstand macht es möglich, sie durch Anwendung eines besonderen Tricks in größerer Anzahl aus dem Boden zu isolieren. Man vergrämt sozusagen die Tiere, indem man eine Bodenprobe jenen Umweltbedingungen aussetzt, die von den darin lebenden Bodentieren abgelehnt werden, und zwar **Helligkeit, Wärme und Trockenheit**. Diese Art der Austreibung von Tieren unter einer Glühlampe wird nach ihren Erfindern als die Berlese-Tullgren-Trichter-Methode bezeichnet.

Dieses Gerät dient zum Fangen von Klein- und Kleinsttieren (Insekten, Spinnentiere, Würmer...) des Bodens unter Einsatz von Licht und Wärme. Die Apparatur besteht aus einer Holzkiste mit abnehmbarem Deckel sowie einem Kunststofftrichter mit Sieb (Maschenweite 2 – 3 mm), welcher in das Loch des Kistendeckels platziert wird. Oberhalb des Trichters wird über eine Klemmvorrichtung eine



Lampe mit einem 60 Watt Spot angebracht. Licht- und Wärmestrahlung der Glühlampe werden direkt auf die im Sieb befindliche Bodenprobe gelenkt. Die vergrämen und nach unten in Richtung Dunkelheit flüchtenden Tiere fallen in das unter dem Trichterausgang positionierte Auffanggefäß. Besteht von vornherein nicht die Absicht, Lebewesen zu betrachten, so lässt man die Tiere gleich direkt in das mit einer kleinen Menge 70%igem Alkohol gefüllte Auffanggefäß purzeln, welches die Tiere sofort tötet.

Übertragen in eine Petrischale, können die gefangenen Tiere mit Hilfe einer Stereolupe genauer betrachtet werden. Das Überleben dieser kleinen Tiere ist, bedingt durch die Wärmestrahlung der Binokularleuchte, allerdings nur von kurzer Dauer (wenige Minuten). Eine langfristige Konservierung der gestorbenen Tiere ist daher durch Verwendung von 70%igem Alkohol möglich.

Unterrichtstipp:

Vergleich zweier Bodenproben (Laubwaldboden und Boden eines Gartengrundstücks) mit Hilfe des Berlese-Apparats in Bezug auf Anzahl und Artenzusammensetzung der gefundenen Bodentiere.

So wird's gemacht: Ein Handvoll der zu untersuchenden Bodenprobe wird in das Sieb gegeben (Achtung: Nicht über der Holzbox das Sieb befüllen, sonst fallen schon kleine Bodenteilchen in das Sammelglas). Jede der Proben wird anschließend ca. 20 Minuten mit der Glühbirne bestrahlt. Die im Becherglas aufgefangenen Tiere werden anschließend mit Hilfe einer Stereolupe qualitativ und quantitativ ausgewertet.

Ergebnis: Zwischen den beiden Proben wird sich ein deutlicher Unterschied zeigen. Während sich der Laubwaldboden durch üppiges Bodenleben auszeichnet, sind Bodentiere im Rasen- oder Schulhofboden, sowohl was die Arten- als auch die Individuenzahl betrifft, nur in geringer Anzahl anzutreffen.



Gesprächskreis mit Bodenfragen

Mit dem Thema Boden hängen viele interessante Fragestellungen zusammen – siehe dazu Seiten 2 bis 6.

Unterrichtstipp:

Aus einem Stapel Fragenkärtchen ziehen sich SchülerInnen einzelne Fragen, lesen diese im Gesprächskreis vor und versuchen dann, eine Antwort zu geben. Andere SchülerInnen können ergänzen bzw. die Lehrperson gibt abschließende Erklärungen.

- Was fällt dir beim Steine sammeln auf?
- Welche Gesteinsarten kennst du?
- Warum sind Kiesel rund?
- Was kannst du mit Sand oder Lehm alles machen?
- Wie werden Felsen zu Sand und umgekehrt?
- Wie versteinern Lebewesen?
- Wie dick ist der (belebte) Erdboden?
- Welche Bodenschätze kennst du?
- Welche Bodentiere kennst du?
- Welche Aufgaben haben Bodentiere?
- Wie wird aus Bio-Abfällen wieder fruchtbarer Boden?
- Was verstehst du unter Kompost?
- Welche Funktionen erfüllt der Boden?
- Wodurch gefährdet der Mensch den Boden?
- Wie kann man den Boden schützen?
- Woraus besteht Boden eigentlich?



Tipp: Auch eigene Fragenkärtchen können in einer kleinen Gruppenarbeit zusammengestellt werden.



Arbeitsblätter



ARBEITSBLATT

Wohin wachsen Wurzeln?

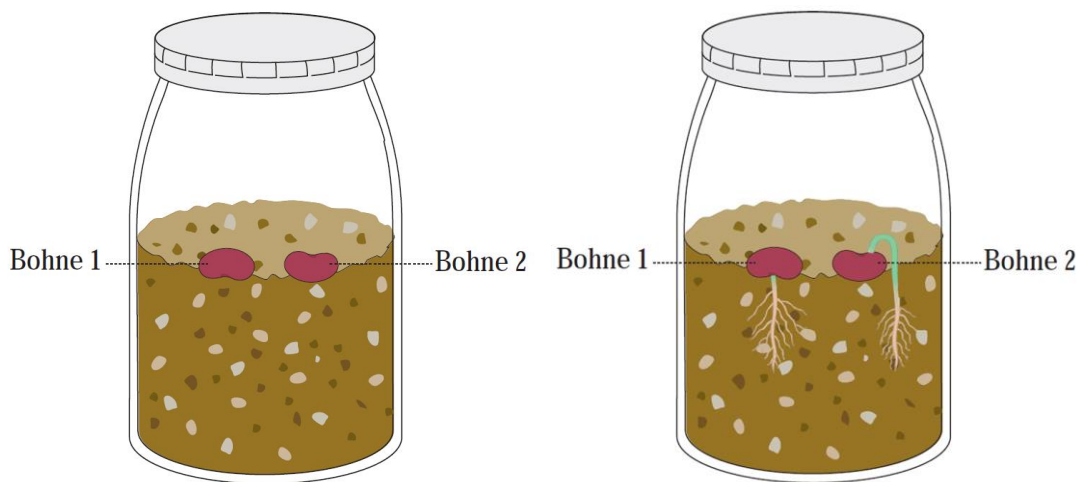
Was braucht man: 2 Bohnensamen, 1 Marmeladenglas, Erde und Wasser

So wird's gemacht: Erde wird in ein leeres Marmeladenglas gefüllt und gut mit Wasser befeuchtet. Anschließend werden zwei Bohnensamen dicht an der Glaswand in die Erde gesteckt: Bohne 1 mit der Kerbe nach oben, Bohne 2 mit der Kerbe nach unten.

Das Glas wird an einem warmen Ort abgestellt (nicht direkt in die Sonne) und mit dem Deckel verschlossen. In den nächsten Tagen sollte das Glas genau beobachtet werden.

Ergebnis und Erklärung: Nach etwa 2-3 Tagen treten Wurzelspitzen an den gekerbten Seiten der Bohnen hervor. Die Wurzel der Bohne 1 wächst gerade nach unten, jene von Bohne 2 wächst zuerst nach oben und dann im Bogen nach unten. Das Wurzelwachstum beträgt täglich etwa 1 cm. Die Wurzelspitze „weiß“ wo unten ist. Sie wird durch die Schwerkraft der Erde angeregt, in Richtung Erdmittelpunkt zu wachsen. Egal wie ein Samen auf die Erde fällt, die Wurzeln wachsen immer nach unten. Die Keimblätter erscheinen nach der Wurzel und wachsen mit dem Spross nach oben zum Licht. Das geht bei Bohnen sehr schnell, jeden Tag ein paar Zentimeter.

Tipp: Wer Bohnen im April oder Mai sät, kann sie ab Mitte Mai im Garten oder im Balkonkasten aussetzen und an Kletterstangen weiterwachsen lassen. Reife Bohnen können dann im Sommer geerntet werden.



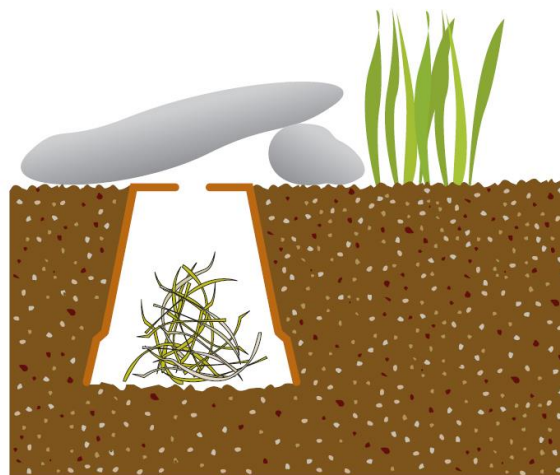
ARBEITSBLATT

Wie lockt man Hummeln in den Garten?

Was braucht man: 1 Tontopf (oben mindestens 20 cm Durchmesser, unten mit Loch von mind. 1,5 cm Durchmesser), trockenes Gras, Moos oder Holzspäne, 1 kleine Schaufel, 2 große Steine

Jahreszeit: März bis April

So wird's gemacht: An einer geschützten und trockenen Stelle im Garten, z.B. an einer Böschung mit Hecke im Halbschatten, wird mit der Schaufel ein Loch für den Topf gegraben. Anschließend wird es halb mit Heu und Moos gefüllt. Der Tontopf wird umgekehrt über das Heu in das Loch hinein gestülpt. Über die Topföffnung werden zwei Steine gelegt, damit kein Regenwasser eindringt. In den nächsten Wochen soll regelmäßige Nachschau gehalten werden, ob das Nest von Hummeln bereits befliegen wird.

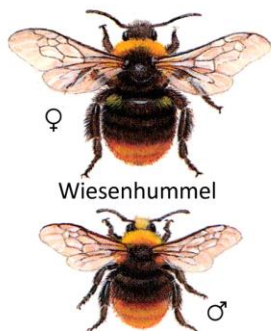


Ergebnis und Erklärung: Was hier errichtet wurde, entspricht im Wesentlichen einem Mäuse- und Insektennest. Im Frühjahr suchen viele Hummel-Königinnen nach Erdlöchern, hinter denen sie eine Höhle vermuten. Denn sie bauen gerne in verlassenen Mäusegängen ihr Nest. In Österreich kennt man 48 Hummelarten, viele davon sind selten und gefährdet.

Tipp: Man kann Hummeln auch helfen, indem man im Garten Blumen sät oder pflanzt, an deren Blüten sie Nektar sammeln können. Als „Hummelblumen“ gelten: Borretsch, Disteln, Fetthenne, Goldlack, Königskerze, Küchenschelle, Lungenkraut, Lupine, Narzissen, Natternkopf, Rotklee, Schlüsselblumen, Schwertlilien, Steinklee, Taubnessel und Weißklee.

Heimische Hummelarten

(Zeichnungen: Berthold Faust)



Wiesenhummel

Erdhummel



Schutthummel



Gartenhummel



Steinhummel



ARBEITSBLATT

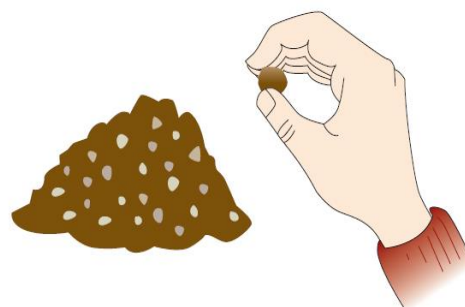
Was kann man mit den Fingern fühlen?

Was braucht man: 1 kleine Schaufel, 1 Kanne mit Wasser

So wird's gemacht: Mit der Schaufel wird an verschiedenen Stellen (Gartenbeet, unter Büschen, am Wegrand etc.) der Boden gelockert und anschließend in die Hand genommen. Wenn der Boden sehr trocken ist, wird er mit etwas Wasser befeuchtet. Eine kleine Menge der jeweiligen Erde wird nun geknetet und zwischen Daumen und Zeigefinger zerrieben.

Ergebnis und Erklärung: Mit Hilfe der Fingerprobe lassen sich unterschiedliche Bodenarten bestimmen:

- **Sand** fühlt sich rau an, klebt nicht, rieselt durch die Finger und lässt sich nicht formen. Sandböden sind locker und leicht zu bearbeiten, erwärmen sich schnell im Frühjahr, können aber nur wenig Wasser und Nährstoffe speichern.
- **Schluff** fühlt sich samtig-mehlig an, haftet in den Fingerrillen und lässt sich kaum formen.
- **Lehm** fühlt sich klebrig an, zeigt schwach glänzende Reibflächen, lässt sich formen, ist aber rissig. Lehm ist ein Mischboden, zusammengesetzt aus Sand, Schluff und Ton. Lehmböden sind gut zu bearbeiten, speichern Wasser und Nährstoffe, haben ein reiches Bodenleben und viel Humus.
- **Ton** fühlt sich klebrig an, zeigt glänzende Reibflächen, wenn man ihn mit dem Daumen glatt streicht und lässt sich wie Knetmasse gut formen. Tonboden ist schwer zu bearbeiten, erwärmt sich langsam, kann jedoch viel Wasser und Nährstoffe aufnehmen.
- **Humuserde** fühlt sich flockig an und zerbröckelt zwischen den Fingern zu weichen Krümel. Humus besteht aus Resten von Lebewesen und macht den Boden fruchtbar.



Tipp: Zerreiße ein Klümpchen Boden zwischen Daumen und Zeigefinger nahe an deinem Ohr. Hörst du ein leises Knirschen? Dann ist Sand in der Probe!



Lehmboden



Sandboden



ARBEITSBLATT

Nachweis des Kalkgehalts

Unter den mineralischen Bodenbestandteilen kommt dem Kalk eine besondere Bedeutung zu. Er kann Säuren „abpuffern“ und so einer Versauerung des Bodens entgegenwirken.

Was braucht man: verschiedene kalkhaltige Materialien (Schneckenhäuser, Muscheln, Kreide, Steine), Bodenproben mit und ohne Kalk, Petrischalen, 10%ige Salzsäure, Tropfflasche oder Pipette, Schutzbrille und Schutzhandschuhe

So wird's gemacht: Mit der Schaufel wird an verschiedenen Stellen (Gartenbeet, unter Büschen, am Wegrand etc.) der Boden gelockert und anschließend in die Hand genommen. Wenn der Boden sehr trocken ist, wird er mit etwas Wasser befeuchtet. Eine kleine Menge der jeweiligen Erde wird nun geknetet und zwischen Daumen und Zeigefinger zerrieben.

Ergebnis und Erklärung: Zunächst Schutzbrille aufsetzen und Schutzhandschuhe anziehen. Die zu untersuchende Probe wird in eine Petrischale gegeben und vorsichtig mit mehreren Tropfen Salzsäure beträufelt. Das Hantieren mit der Säure sollte durch eine Lehrperson erfolgen.

Je nach Kalkgehalt der Probe gibt es entweder gar keine Reaktion oder ein mehr oder weniger starkes Aufbrausen. Der Kalknachweis beruht darauf, dass die Salzsäure die schwächere Kohlensäure aus deren Salzen verdrängt.

Chem. Formel: $\text{CaCO}_3 + 2 \text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$



ARBEITSBLATT

Warum versickert Wasser im Boden?

Was braucht man: 1 leere Blechdose oder ein Stück Blechrohr, 1 Dosenöffner, 1 roter Wachsmalstift, 1 Gießkanne mit Wasser, 1 Stein und ein kurzes Brett, Uhr mit Sekundenzeiger

So wird's gemacht: Von einer Konservendose werden Deckel und Boden entfernt, sodass ein Rohr entsteht. Das Rohr wird außen bei etwa einem Viertel der Höhe mit einem Stift markiert. Am Schulgelände oder anderswo werden verschiedene Probestellen gesucht (z.B. Gartenbeet, Rasen, Sand, Kies, Heckenbereich).

Auf das Rohr wird zunächst das kurze Brett gelegt, um die Blechränder nicht umzubiegen. Dann wird mit dem Stein das Rohr bis zur Markierung in den Boden geschlagen und bis zum Rand mit Wasser gefüllt. Die Zeit bis zum vollständigen Versickern des Wassers wird gemessen.



Ergebnis und Erklärung: Der Boden hat viele Löcher und ist wie ein Sieb. Durch grobe Poren kann das Wasser schnell im Untergrund versickern. Leichte, sandige Böden sind sehr durchlässig für Wasser, weil sie aus winzigen Steinchen mit großen Lücken bestehen. Schwere Lehmböden und verdichtete Böden lassen Wasser nur langsam versickern. Lehm hat viele feine Poren, die sich wie ein Schwamm mit Wasser voll saugen. Verdichtete Böden haben verstopfte und verschlossene Poren.

Schwere Traktoren können Ackerböden so verdichten, dass der Regen nicht mehr versickert und den kostbaren Boden an Hängen abwärts schwemmt, auf Feldern entstehen manchmal sogar kleine Seen. Regenwasser müsste nicht vom Hausdach in einen Kanal geleitet werden, sondern könnte in den meisten Böden schnell versickert werden. Von dort gelangt es ins Grundwasser, woraus Quellen und Brunnen gespeist werden.

Probenstelle	Zeit in sec.

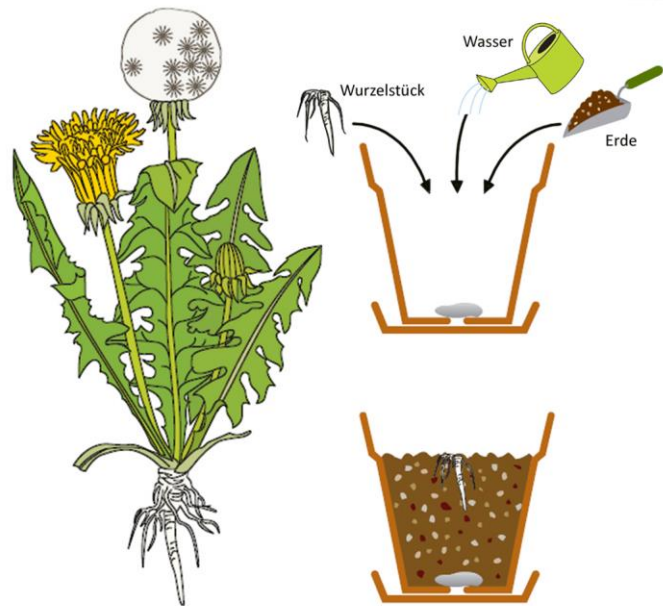
ARBEITSBLATT

Wo steckt die Kraft des Löwenzahns?

Was braucht man: 1 Löwenzahn, 1 kleine Schaufel, 1 Blumentopf, Erde

So wird's gemacht: In einer Wiese wird eine kräftige Löwenzahn-Pflanze gesucht und samt Wurzel ausgegraben. Von der Wurzel wird ein ca. drei Zentimeter großes Stück abgeschnitten. Die Löwenzahn-Pflanze kann anschließend wieder eingesetzt werden. Das Wurzelstück wird in einen mit Erde gefüllten Blumentopf gesetzt. Dieser wird regelmäßig gegossen und während der nächsten Zeit beobachtet.

Ergebnis und Erklärung: Man wird beobachten können, dass zunächst kleine Blätter und in der Folge eine ganze Löwenzahn-Pflanze wachsen wird. Die kräftigen Pfahlwurzeln des Löwenzahns speichern Nährstoffe. Wenn man die Blätter abschneidet oder wenn Tiere die Blätter abweiden, kann die Pflanze neu austreiben. Auch wenn Tiere die Wurzel fressen, können aus kurzen Reststücken neue Pflänzchen austreiben. Die Wurzel besitzt wie der Samen den Bauplan für die ganze Pflanze.



Tipps: Brich einen abgeblühten Löwenzahn-Stängel von ca. 10 cm Länge ab. Zwicke den Blütenkopf ab. Stecke das obere Ende des Stängels in den Mund und blase hinein. Kommt ein Ton?

Schneide Stücke von Löwenzahn-Stängeln auf beiden Seiten mehrfach ein und lege sie ins Wasser. Was passiert?

ARBEITSBLATT

Aufspüren und Beobachten von Bodentieren

Was braucht man: 10-15 Becherlupen, 10-15 Federstahlpinzetten, Beobachtungs-Glasschüssel, einige Handlupen, ev. Infotafel „Bodentiere bestimmen“

So wird's gemacht: Ausgerüstet mit Becherlupen und Federstahlpinzetten machen sich die SchülerInnen (in Zweiergruppen) auf die Suche nach Bodentieren. Mithilfe kurzer Aststückchen wird dabei die oberste Bodenschicht leicht aufgeraut. Aufgeschreckte Tiere werden unter Zuhilfenahme der Federstahlpinzette in die Becherlupe übertragen. Oft gelingt es auch, die winzigen Tiere direkt in das geöffnete Fanggefäß laufen zu lassen. Nach rund 20 Minuten kommen die SchülerInnen wieder zusammen und entleeren all ihre Fanggefäße in eine spezielle, steilwandige Glasschüssel. Im Kreis zusammenstehend können die gefangenen Tiere nun betrachtet und besprochen werden.

Die folierte Infotafel „Bodentiere bestimmen“ kann als Hilfe angeboten werden, eine Kopiervorlage ist vorhanden.

Ergebnis und Erklärung: Dadurch, dass viele Kinder gleichzeitig sich bei der Suche nach Bodentieren beteiligen, ist zumeist mit einer Vielfalt an gefangenen unterschiedlichen Tierarten zu rechnen. Speziell das unmittelbare Nebeneinander der Tiere in der Glasschüssel lässt deren Unterschiedlichkeiten im direkten Vergleich besonders gut erkennen.

Tiere mit einer Körpergröße von unter 1 mm (viele Milben, Springschwänze, Beintaster...) lassen sich mit dieser Methode kaum fangen. Hierzu eignet sich die Verwendung eines Berleseapparates.

Tipp: Aufgrund der höheren Artenvielfalt sollte die Bodentiersuche in einem Laub- oder Laubmischwald erfolgen und weniger in einem reinen Nadelwald.



Bodentiere bestimmen		Durch ein Merkmal sind Bodentiere leicht zu unterscheiden - durch die Anzahl ihrer Beine.		UBZ
keine Beine	2 Beine (Insekten)	4 Beine (Opiliones)	6 Beine (Insekten)	7 und mehr Beine (Tausendfüßler und Tausendfüßler)
 Springtail Milbe Hundertfüßler Tausendfüßler Springtail Milbe Hundertfüßler Tausendfüßler	 Springtail Milbe Hundertfüßler Tausendfüßler Springtail Milbe Hundertfüßler Tausendfüßler	 Springtail Milbe Hundertfüßler Tausendfüßler Springtail Milbe Hundertfüßler Tausendfüßler	 Springtail Milbe Hundertfüßler Tausendfüßler Springtail Milbe Hundertfüßler Tausendfüßler	 Springtail Milbe Hundertfüßler Tausendfüßler Springtail Milbe Hundertfüßler Tausendfüßler

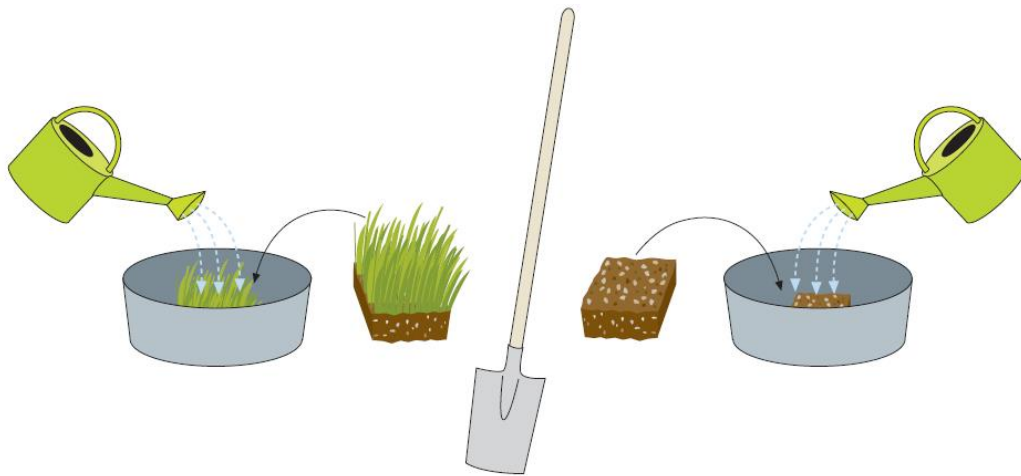
Bodentiere bestimmen		Lösungsblatt		UBZ
keine Beine	2 Beine (Insekten)	4 Beine (Opiliones)	6 Beine (Insekten)	7 und mehr Beine (Tausendfüßler und Tausendfüßler)
 Springtail Milbe Hundertfüßler Tausendfüßler Springtail Milbe Hundertfüßler Tausendfüßler	 Springtail Milbe Hundertfüßler Tausendfüßler Springtail Milbe Hundertfüßler Tausendfüßler	 Springtail Milbe Hundertfüßler Tausendfüßler Springtail Milbe Hundertfüßler Tausendfüßler	 Springtail Milbe Hundertfüßler Tausendfüßler Springtail Milbe Hundertfüßler Tausendfüßler	 Springtail Milbe Hundertfüßler Tausendfüßler Springtail Milbe Hundertfüßler Tausendfüßler

ARBEITSBLATT

Schützen Pflanzen den Boden?

Was braucht man: 1 Spaten, 2 große Schüsseln, 1 Gießkanne mit Brause-Aufsatz, Wasser

So wird's gemacht: Mit dem Spaten wird im Garten ein kleines Stück Rasen herausgehoben und in eine Schüssel abgelegt. Gleiches geschieht mit einem Stück unbewachsener Erde, die in eine andere Schüssel gelegt wird. Mittels einer Gießkanne lässt man nun gleich viel Wasser über beide Schüsseln regnen und beobachtet was geschieht.



Ergebnis und Erklärung: Das Erdstück mit Rasen bleibt in einem Stück erhalten, während jenes ohne Pflanzenbewuchs auseinander bricht. Die Wurzeln halten Erde fest. Pflanzen schützen den Boden vor Regen und Wind. Während ihre Wurzeln den Boden festhalten, fangen ihre Blätter heftige Regenschauer ab und lassen das Wasser mit gedämpfter Geschwindigkeit zum Boden tröpfeln, wo es langsam versickert. Zu einem Problem kann es werden, wenn Bäume an Berghängen gefällt werden. Diese können in der Folge abrutschen, als Muren oder Schlammlawinen ins Tal stürzen und Häuser verschütten.



ARBEITSBLATT

Bodenkunde – Memory

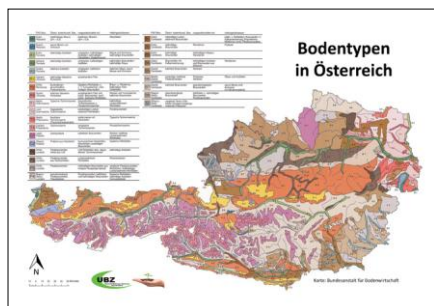
Was braucht man: 10-12 kleine Blumentöpfe, Klebestreifen, einige Tücher (Stoffservietten, Geschirrtücher, Stoffwindeln), diverse Bodenarten

So wird's gemacht: Die Löcher der kleinen Blumentöpfe werden mit Klebestreifen zugeklebt. Anschließend werden sie paarweise mit derselben Bodenart gefüllt – es eignen sich Sand, Ton, Kies, Komposterde, feinkrümelige Gartenerde, klumpiger Lehm, grobe Walderde Anschließend wird jeder Blumentopf mit einem Tuch abgedeckt. Dann bekommen jeweils zwei SchülerInnen eine Bodenart und müssen nur durch ertasten des Topfinhalts zueinander finden. Dann besprechen Sie die Bodenprobe und erklären der Klasse, warum sie zusammengefunden haben.

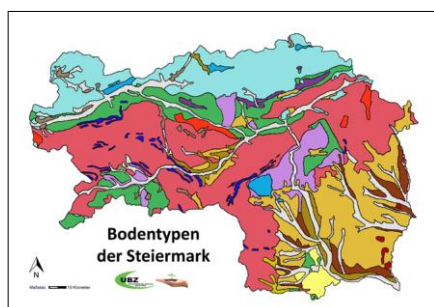
Ergebnis und Erklärung: Bodenproben allein durch ertasten zu unterscheiden ist schwierig – man muss auf verschiedene gefühlte Eindrücke achten: grob/feinkörnig, feucht/trocken, formbar/nicht formbar, leicht/schwer, mit/ohne Pflanzenresten, schmierig/rau, krümelig/pulverig, ...



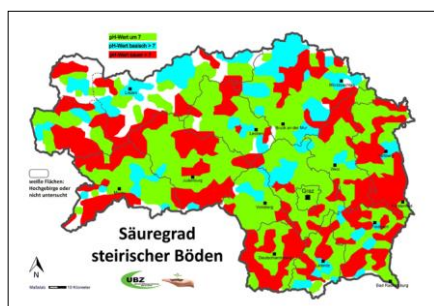
ARBEITSKARTEN



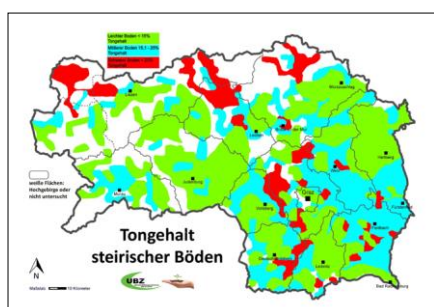
Bodentypen kennzeichnen den Entwicklungszustand eines Bodens und treten nur selten in Reinform auf. Vielmehr kommt es durch gleichzeitig oder nacheinander stattfindende pedogenetische Prozesse zu Kombinationen und Übergängen von Bodentypen. Die Karte zeigt die gängigsten in Österreich anzutreffenden Bodentypen.



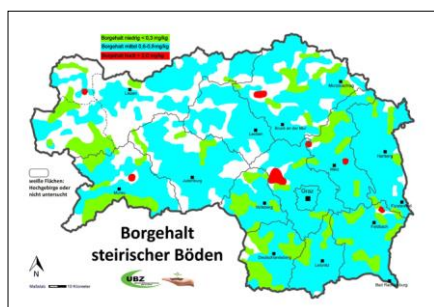
Eine Vielzahl von Bodentypen prägt auch die Steiermark, bedingt durch die Unterschiedlichkeit der Ausgangsmaterialien und bodenchemischer Prozesse, des Wasserhaushalts, der Vegetation und Bodenfauna sowie durch die unterschiedlichen Klimaeinflüsse.



Der Säuregrad des Bodens hat unter anderem maßgeblichen Einfluss auf die Mobilisierbarkeit von Nähr- und Schadstoffen im Boden.



Tonteilchen sind winzig ($<2 \mu\text{m}$) – sie beeinflussen sowohl die Filterkapazität des Bodens als auch dessen Bindevermögen von Schadstoffen sowie die Bearbeitbarkeit. Die Höhe des Tongehalts ist maßgebend für die Schwere des Bodens.



Bor ist ein essentieller Mineralstoff. Bor-Mangel wie auch Bor-Überschuss führen zu mehr oder weniger starker Beeinträchtigung des Pflanzenwachses.



INFOTAFELN



Bodenkundlich betrachtet gibt es unterschiedliche Erscheinungsformen von Böden, sogenannte Bodentypen. In nahezu jedem europäischen Land und zahlreichen anderen Staaten weltweit bestehen eigene Klassifikationssysteme. Bei der Österreichischen Bodenkartierung wird ein Typensystem verwendet, das betont einfach gehalten ist, um die Leichtverständlichkeit der Bodenkarten nicht zu gefährden.



Bodentiere sind gekennzeichnet durch eine große Artenfülle. Die Unterscheidung der Tiere kann dem Laien durchaus Probleme bereiten. Hilfreich ist in diesem Zusammenhang die Kenntnis der Beinanzahl. Sie ist ein ausgezeichnetes Unterscheidungsmerkmal und erlaubt eine sofortige grobe systematische Zuordnung.



Auch die Körperfärbung liefert wichtige Hinweise, speziell auf die Lebensweise der Tiere.



Zur Aktion „Boden des Jahres“

Der „Boden des Jahres“ wurde erstmals am 5. Dezember 2004 anlässlich des alljährlichen Weltbodentages für das Jahr 2005 vorgestellt. Durch die Aktion soll die Bedeutung des Bodens für die Menschen und seine Schutzwürdigkeit vermittelt werden. Die Aktion wurde von der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft (DBG) und vom Bundesverband Boden (BVB) initiiert, Ende 2007 hat sich die Österreichische Bodenkundliche Gesellschaft (ÖBG) dem Trägerkreis angeschlossen. Die Aktion wird u.a. auch vom Umweltbundesamt Wien unterstützt.

Schwarzerde - Boden des Jahres 2005 Steckbrief - Internationaler Name: Chernozem - Entstehung mit hochwasserigen Humusstoffen bis zu 100 cm führt zur dunklen bis schwarzen Färbung. - Entstehung auf kalten bis kaltem Klimabereich in den Langfröhen von Mittelgebirgen mit geringer Regenmenge unter kontinentalen Klimabedingungen. Während Frostzeit im Sommer und niedrige Temperaturen im Winter verbleiben des nassen Abbaus der organischen Substanz und führen zu einer ständigen Humusaufreicherung. - Bodenoberfläche wie Regenwasser, Humus und Zersetzung der abgestorbenen organischen Substanz führt zu den Boden. - Schwarzen sind die wertvollsten Ackerböden, Bodenschichten bis 100 cm tief. - Fäule, Späure- und Pufferkapazität der Schwarzen sind hervorragend. - Schwarzen sind durch eine hohe biologische Aktivität und Biodiversität gekennzeichnet. - Anhaltende Fundamente wegen kontinuierlicher Bedeckung seit der Angliederung. - Böden für diese Böden bestehen besonders in der Flächenvergrößerung und der Bodenverbesserung. 	Fahlerde - Boden des Jahres 2006 Steckbrief - Internationaler Name: Reggic Albicollis - Typisch und vorkommend sind die durch Tonverlagerung stark aufgetragenen Fahlerde Bereiche über dem unteren Horizont. - Entstehung der Fahlerde setzt gegen Ende der letzten Eiszeit ein. Gesteinsmaterial fließt im Oberflächennetz auf dem Tontragwerk aus dem Gesteinsmaterial. Gleichzeitige Lagerung und Auswaschung der Carbonate. Die Entkalkung hat heute eine tiefe und unregelmäßige Grenze. Die Fahlerde ist durch Tonverlagerung, Verfestigung und Verwitterung als bodenbildende Prozesse. - Fahlerde ist ein heute wichtiger Boden mit einer hohen Ertragsfähigkeit. Nahrung und Ackerbau kommen von Gute Ertragsleistung bei Wintergetreide, Wintergerne, Winterweizen und Hackfrüchten. - Gute Wasser- und Nährstoffverfügbarkeit, Grundwasseranreicherung. - Fähigkeit großer Stabilität. - Zugabe der verschiedenen Ertragsleistung und der Bestandes- und Ackerbauweisen Nutzung seit etwa 500 Jahren. - Böden für diese Böden bestehen besonders in der Flächenvergrößerung und der Wasser- und Windverlust sowie der Schutzwürdigkeit. 	Podsol - Boden des Jahres 2007 Steckbrief - Internationaler Name: Podzol - Namen aus dem Russischen und bedeutet „aschebedeckter Boden“. Typisch und vorkommend ist der gelbliche, vollständig aufgetragene Horizont, der die Lage unter der Humusauflage und einem meist dicken Humushorizont befindet. Humus und Eisen sind für ausgewaschen. Im durchschnittlichen Bereich liegen sie mit einem schwarzen und rötlichen Färbung wieder an, teilweise als „Ordnung“. - Entstehung auf Podsolieren mit kaltem bis kaltem Klimabereich. Die Podsolierung ist eine von der Humusauflage abhängige Prozess. - Fruchtbarkeit organische Substanz verbindet sich mit Eisen und Aluminium der verbleibenden Mineralien zu wasserlöslichen Stoffen, die in den Unterboden ausgewaschen werden. - Podsol bestehen meist aus einem geringen Wassergehalt. - Sie sind auch bedeutsam in ihrer Funktion als Archiv der Natur- und Kulturlandschaft. - Auf Podsolen wachsen offene Pflanzengesellschaften und sie haben einen hohen aufrechten Landschaftswert. - Böden für diese Böden bestehen besonders in der Bodenverbesserung durch Wind- und Wasser. 
Braunerden - Boden des Jahres 2008 Steckbrief - Internationaler Name: Brunnen - Braunerden treten weltweit auf und kommen vor allem in Europa, Asien und Afrika vor. In Europa sind sie vor allem in Deutschland und Österreich zu finden und sind sehr verbreitet und die Ackerböden und Wälder sind damit. - Die Verwitterung ist neben einer Humusaufreicherung im Oberboden der prägende Prozess der Braunerden. Braunerden weisen einen hohen Humusgehalt auf. An Humus sind sie vor allem in Europa und Asien zu finden und sind sehr verbreitet und die Ackerböden und Wälder sind damit. - Entstehung von Braunerden aus verwittertem Tonstein und Granit. Durch die Verwitterung von Tonstein und Granit und die Anreicherung von Tonsteinen entstehen die Braunerden. Braunerden sind in Europa und Asien zu finden und sind sehr verbreitet und die Ackerböden und Wälder sind damit. - Die Fäule- und Pufferkapazität der Braunerden ist sehr gering, wodurch Braunerden in Europa und Asien zu finden und sind sehr verbreitet und die Ackerböden und Wälder sind damit. - Auf Braunerden besteht die Gefahr von Wasserschäden, welche Braunerden ausgereicht für Europa und Asien zu finden und sind sehr verbreitet und die Ackerböden und Wälder sind damit. - Die Braunerden sind in Europa und Asien zu finden und sind sehr verbreitet und die Ackerböden und Wälder sind damit. 	Kalkmarsch - Boden des Jahres 2009 Steckbrief - Internationaler Name: Gley (Festland) - Charakteristisch sind die durch Tonverlagerung stark aufgetragenen Kalkmarsch Böden. - Kalkmarsch entstehen dort, wo Landflächen regelmäßig von Meerwasser überflutet werden. Im Verlauf der Zeit führt dies zur Ablagerung von salzhaltigen Sedimenten mit einem hohen Gehalt an organischen Substanzen aus abgestorbenen Organismen. - Kalkmarsch Böden entstehen durch Tonverlagerung und die Anreicherung von Tonsteinen. - Kalkmarsch Böden entstehen durch Tonverlagerung und die Anreicherung von Tonsteinen. - Kalkmarsch Böden entstehen durch Tonverlagerung und die Anreicherung von Tonsteinen. - Kalkmarsch Böden entstehen durch Tonverlagerung und die Anreicherung von Tonsteinen. - Kalkmarsch Böden entstehen durch Tonverlagerung und die Anreicherung von Tonsteinen. 	Stadtböden - Boden des Jahres 2010 Steckbrief - Internationaler Name: Technosol - Namen des Begriffs Stadtböden werden die vielfältigen Böden städtischer Industrie- und Wohngebiete. - Aufgrund der starken menschlichen Einflüsse sind Stadtböden sehr unterschiedlich. Stadtböden entstehen aus jenen des Unterbodens. Stadtböden sind in Europa und Asien zu finden und sind sehr verbreitet und die Ackerböden und Wälder sind damit. - Stadtböden entstehen aus jenen des Unterbodens. Stadtböden sind in Europa und Asien zu finden und sind sehr verbreitet und die Ackerböden und Wälder sind damit. - Stadtböden entstehen aus jenen des Unterbodens. Stadtböden sind in Europa und Asien zu finden und sind sehr verbreitet und die Ackerböden und Wälder sind damit. - Stadtböden entstehen aus jenen des Unterbodens. Stadtböden sind in Europa und Asien zu finden und sind sehr verbreitet und die Ackerböden und Wälder sind damit. - Stadtböden entstehen aus jenen des Unterbodens. Stadtböden sind in Europa und Asien zu finden und sind sehr verbreitet und die Ackerböden und Wälder sind damit. - Stadtböden entstehen aus jenen des Unterbodens. Stadtböden sind in Europa und Asien zu finden und sind sehr verbreitet und die Ackerböden und Wälder sind damit. 
Vega - Boden des Jahres 2011 Steckbrief - Internationaler Name: Fluvio Cambisol oder Fluvio - Typische Merkmale sind die durch Tonverlagerung stark aufgetragenen Vega Böden. Vega Böden entstehen durch Tonverlagerung und die Anreicherung von Tonsteinen. - Entstehung von Vega Böden aus verwittertem Tonstein und Granit. Durch die Verwitterung von Tonstein und Granit und die Anreicherung von Tonsteinen entstehen die Vega Böden. - Die Fäule- und Pufferkapazität der Vega Böden ist sehr gering, wodurch Vega Böden in Europa und Asien zu finden und sind sehr verbreitet und die Ackerböden und Wälder sind damit. - Auf Vega Böden besteht die Gefahr von Wasserschäden, welche Vega Böden ausgereicht für Europa und Asien zu finden und sind sehr verbreitet und die Ackerböden und Wälder sind damit. - Die Vega Böden sind in Europa und Asien zu finden und sind sehr verbreitet und die Ackerböden und Wälder sind damit. 	Niedermoor - Boden des Jahres 2012 Steckbrief - Internationaler Name: Gley (Festland) - Niedermoor Böden entstehen aus jenen des Unterbodens. Niedermoor Böden entstehen aus jenen des Unterbodens. - Entstehung von Niedermoor Böden aus verwittertem Tonstein und Granit. Durch die Verwitterung von Tonstein und Granit und die Anreicherung von Tonsteinen entstehen die Niedermoor Böden. - Die Fäule- und Pufferkapazität der Niedermoor Böden ist sehr gering, wodurch Niedermoor Böden in Europa und Asien zu finden und sind sehr verbreitet und die Ackerböden und Wälder sind damit. - Auf Niedermoor Böden besteht die Gefahr von Wasserschäden, welche Niedermoor Böden ausgereicht für Europa und Asien zu finden und sind sehr verbreitet und die Ackerböden und Wälder sind damit. - Die Niedermoor Böden sind in Europa und Asien zu finden und sind sehr verbreitet und die Ackerböden und Wälder sind damit. 	Plaggenes - Boden des Jahres 2013 Steckbrief - Internationaler Name: Plaggenes - Namen des Begriffs Plaggenes werden die vielfältigen Böden städtischer Industrie- und Wohngebiete. - Aufgrund der starken menschlichen Einflüsse sind Plaggenes sehr unterschiedlich. Plaggenes entstehen aus jenen des Unterbodens. Plaggenes sind in Europa und Asien zu finden und sind sehr verbreitet und die Ackerböden und Wälder sind damit. - Plaggenes entstehen aus jenen des Unterbodens. Plaggenes sind in Europa und Asien zu finden und sind sehr verbreitet und die Ackerböden und Wälder sind damit. - Plaggenes entstehen aus jenen des Unterbodens. Plaggenes sind in Europa und Asien zu finden und sind sehr verbreitet und die Ackerböden und Wälder sind damit. - Plaggenes entstehen aus jenen des Unterbodens. Plaggenes sind in Europa und Asien zu finden und sind sehr verbreitet und die Ackerböden und Wälder sind damit. - Plaggenes entstehen aus jenen des Unterbodens. Plaggenes sind in Europa und Asien zu finden und sind sehr verbreitet und die Ackerböden und Wälder sind damit. - Plaggenes entstehen aus jenen des Unterbodens. Plaggenes sind in Europa und Asien zu finden und sind sehr verbreitet und die Ackerböden und Wälder sind damit. 
Weinbergboden - Boden des Jahres 2014 Steckbrief - Internationaler Name: Arid, Reggic oder Reggic (nach der deutschen Bodenklassifizierung werden die meisten Weinbergböden als Reggic bezeichnet). - Entstehung von Weinbergböden aus verwittertem Tonstein und Granit. Durch die Verwitterung von Tonstein und Granit und die Anreicherung von Tonsteinen entstehen die Weinbergböden. - Die Fäule- und Pufferkapazität der Weinbergböden ist sehr gering, wodurch Weinbergböden in Europa und Asien zu finden und sind sehr verbreitet und die Ackerböden und Wälder sind damit. - Auf Weinbergböden besteht die Gefahr von Wasserschäden, welche Weinbergböden ausgereicht für Europa und Asien zu finden und sind sehr verbreitet und die Ackerböden und Wälder sind damit. - Die Weinbergböden sind in Europa und Asien zu finden und sind sehr verbreitet und die Ackerböden und Wälder sind damit. 	Stauwasserboden - Boden des Jahres 2015 Steckbrief - Internationaler Name: Fluvio (Boden mit Stauwasser) - Stauwasserböden entstehen aus jenen des Unterbodens. Stauwasserböden entstehen aus jenen des Unterbodens. - Entstehung von Stauwasserböden aus verwittertem Tonstein und Granit. Durch die Verwitterung von Tonstein und Granit und die Anreicherung von Tonsteinen entstehen die Stauwasserböden. - Die Fäule- und Pufferkapazität der Stauwasserböden ist sehr gering, wodurch Stauwasserböden in Europa und Asien zu finden und sind sehr verbreitet und die Ackerböden und Wälder sind damit. - Auf Stauwasserböden besteht die Gefahr von Wasserschäden, welche Stauwasserböden ausgereicht für Europa und Asien zu finden und sind sehr verbreitet und die Ackerböden und Wälder sind damit. - Die Stauwasserböden sind in Europa und Asien zu finden und sind sehr verbreitet und die Ackerböden und Wälder sind damit. 	



Literatur und Links

Fachbücher

- AID e.V. (Hrsg.) (1999): Bodentypen – Nutzung, Gefährdung, Schutz. Auswertungs- und Informationsdienst für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Bonn
- ALLOWAY, B.J., AYRES, D.C. (1996): Schadstoffe in der Umwelt. Chemische Grundlagen zur Beurteilung von Luft-, Wasser und Bodenverschmutzungen. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg/Berlin/Oxford
- BRUCKER, G. (1988): Lebensraum Boden. Daten, Tipps und Tests. Kosmos/Franckh'sche Verlagshandlung, Stuttgart
- BRUCKER, G., KALUSCHE, D. (1990): Boden und Umwelt: Bodenökologisches Praktikum, 2. Aufl., Quelle & Meyer, Heidelberg/ Wiesbaden
- DITTMANN, J., KÖSTER, H. (2000): Die Becherlupen-Kartei: Tiere in Kompost, Boden und morschen Bäumen. Karteikarten mit Abbildungen und Steckbriefen der wichtigsten Arten. Verlag an der Ruhr, Mülheim
- FALTERMEIER, R. (1996): Lebensraum Boden. (Reihe: Praktischer Unterricht Biologie). Ernst Klett Verlag, Stuttgart
- FISCHNALLER, T., FLÖSS, E. (2001): Erde, Wasser, Luft und Feuer. Werkstattunterricht ab Klasse 3. Reihe Sachunterricht aktiv, Band 1, 1. Aufl., Persen Verlag, Horneburg
- FORUM ÖSTERR: WISSENSCHAFTLER (Hrsg.) (2004): Boden-Markierungen. In der Reihe Wissenschaft & Umwelt interdisziplinär, Bd. 8, Wien
- HELLBERG-RODE, G. (2004): HyperSoil – Entwicklung einer hypermedialen Lern- und Arbeitsumgebung zum Themenfeld „Boden“ im (Sach-)Unterricht. Inst. f. Didaktik der Biologie, Universität Münster
- HINTERMAIER-ERHARD, G., ZECH, W. (1997): Wörterbuch der Bodenkunde. Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart
- LOCKER, C. (1999): Die Regenwurm-Werkstatt. Verlag an der Ruhr, Mülheim
- MONTGOMERY, D.R., (2010): Dreck. Warum unsere Zivilisation den Boden unter den Füßen verliert, übersetzt von Eva Walter; Oekom-Verlag, München
- OTTO, K.H. (2001): Boden – die geheimnisvolle Haut unserer Erde. In: Gärtner, H./Hellberg-Pünchera, T.: Erlebnis Boden. 33 Impulse für Jugendgruppen und Schulklassen. WWF Schweiz Schulservice, Zürich 1996
- ROSS M. E. (2000): Kleine Tiere ganz groß - Die astreine Assel. Verlag an der Ruhr, Mülheim
- SCHROEDER, D. (2005): Bodenkunde in Stichworten. 5. Aufl., Verlag Ferdinand Hirt, Berlin/Stuttgart
- TOMPKINS, P., BIRD, Ch. (2003): Die Geheimnisse der guten Erde. Omega-Verlag, Aachen
- ZECH, W. & HINTERMAIER-ERHARD, G. (2002): Böden der Welt. Ein Bildatlas. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg-Berlin; 120 pp.



Themenhefte fachdidaktischer Zeitschriften

- Geographie heute 19 (1998), Heft 161: Lernkartei III: Boden
- Geographie und Schule 19 (1997), Heft 108: Bodenvergiftung
- Geographie und Schule 22 (2000), Heft 126: Boden als Ressource
- Geographie und Schule 29 (2007), Heft 170: Bodennutzung und Marktzwänge
- Grundschule Sachunterricht (2002), Heft 16: Boden
- Grundschule Sachunterricht (2002), Materialpaket zu Heft 16: Boden
- Natur- und Umweltschutzakademie NRW (NUA): Werkstatt Boden ist Leben, Unterrichtsbau-
steine zum Thema Boden, 2005
- Praxis der Naturwissenschaften - Biologie 47 (1998), Heft 4: Lebensformen und biologische
Aktivitäten im Boden
- Praxis der Naturwissenschaften - Biologie in der Schule (2011) Heft 1(60): Bodenbiologie

Kinder- und Jugendbücher

- BUSE, L. (2001): Regenwürmer - Leben und Arbeit unter der Erde. 3. Aufl., Ed. Liberación,
Georgsmarienhütte
- BELAFOSSE, C., MOIGNOT, D. (1998): Licht an: Tiere unter der Erde. Meyers Lexikonverlag,
Mannheim/Leipzig/Wien/Zürich
- EBERHARD, I., HARRANTH, W. (1990): Mein Bilderbuch von Erde, Wasser, Luft und Feuer.
Otto Maier Verlag, Ravensburg
- GREISENEGGER, I., KATZMANN, W., PITTER, K. (1991): Umweltspürnasen – Aktivbuch Boden.
2. Aufl., Orac-Verlag, Wien
- MÖNTER, B., FALTERMAYR, Ch. (2001): Was ist da unten los? Das Leben im Boden und in der
Erde. Kinderbuchverlag, Luzern
- MÜLLER-HIESTAND, U. (1997): Erde, Wasser, Luft, Feuer. Mit Kindern die vier Elemente er-
fahren, 4. Aufl., AT Verlag, Aarau
- SCHNEIDER-BERTUCCO, S. (2008): Erde, Matsch & Stein - Unterrichtsmaterialien zum Thema
Boden, Ökotopia

Links

- Baustelle Boden – Tipps zum sachgemäßen Umgang mit Boden beim Bauen - Land Oberöster-
reich 2010
http://www.land-oberoesterreich.gv.at/files/publikationen/us_Baustelle_Boden.pdf
- Fachinformationsteil „Unterrichtsmappe Boden“
http://www.ubz-stmk.at/upload/documents/cms/1039/Handreichung_Boden_Feber_2014.pdf
- Steirische Bodenschutzberichte 1998 – 2012:
<http://www.agrar.steiermark.at/cms/beitrag/10215574/13943837/>



Impressum

Eigentümer, Herausgeber, Verleger: Umwelt-Bildungs-Zentrum Steiermark
A-8010 Graz, Brockmannngasse 53
Tel. 0316-835404
Mail: office@ubz-stmk.at
Home: www.ubz-stmk.at
DVR-Nr.: 1076884

Konzept, Redaktion, Layout: Dr. Otmar Winder, Dr. Uwe Kozina

2. Auflage, Graz – Februar 2015

Die Erstellung dieser Mappe für den Boden-Praxiskoffer wurde unterstützt durch die Abteilungen 10 und 15 des Amtes der Stmk. Landesregierung. Das UBZ dankt für die Zurverfügungstellung der Daten, Bilder und Grafiken für diese Publikation. Diese Unterlagen sind vorgesehen für die Unterrichtsarbeit in Schulen und werden nicht kommerziell genutzt. Eine Vervielfältigung für schulische Zwecke ist gestattet.

