

# Boden...

## Themenkreise

Grundwissen über Boden, Funktionen des Bodens, Individuelle Lebenssituation und Wahrnehmung der Umwelt

## Fächer

Deutsch – Französisch – Naturlehre (Geografie, Biologie)  
– Zeichnen/Gestalten – Lebenskunde

## Lernziele

1. Boden wahrnehmen und einen Einstieg ins Thema «Boden» finden
2. Grundwissen zum Thema Boden abrufen und offen werden für vertiefte Auseinandersetzung

## Unterrichtsideen:

### Ins Thema einsteigen (3 Varianten)

**Fächer:** Naturlehre (Biologie, Geografie) – Deutsch – Französisch – Gestalten

**Lernziel:** Die Schülerinnen und Schüler nehmen Boden, ihre Beziehung dazu und ihr Wissen darüber wahr, halten es fest und werden offen dafür, es zu erweitern und zu vertiefen.

Die Ergebnisse dieser Aufgaben helfen, Akzente für das Unterrichtsprogramm zum Thema Boden zu finden oder Themen für Gruppenarbeiten festzulegen.

### Variante 1: Fragen beantworten (individuelle Arbeit und Klassengepräch)

- Die Schülerinnen und Schüler beantworten für sich – bevor sie das Pick up-Magazin gesehen haben – die Fragen:
  1. Boden – was kommt dir dazu in den Sinn?
  2. Was ist dir wichtig am Boden?
- Die Schülerinnen und Schüler tauschen ihre Antworten aus und halten sie an der Wandtafel oder auf Plakaten fest (mehrfach genannte Aussagen nur einmal festhalten).
- Die Schülerinnen und Schüler lesen die Antworten im Pick up-Magazin und ergänzen ihre in Schritt 1 und 2 gefundenen Resultate.
- Die Schülerinnen und Schüler gewichten die Aussagen (z.B. mit zwei verschiedenfarbigen Klebepunkten): Diese Aussage finde ich sehr wichtig! / Diese Aussage interessiert mich, ich möchte mehr darüber wissen.

### Variante 2: Magazintext lesen (individuelle Arbeit)

- Die Schülerinnen und Schüler lesen die Aussagen auf den Magazinseiten 4+5 und versuchen sie den fünf Jugendlichen zuzuordnen.
- Sie sagen, welche Aussage pro Kasten am ehesten die ihre sein könnte und begründen ihre Wahl (individuell / schriftlich).
- Sie ergänzen die Aussagen mit eigenem Wissen oder eigenen Aussagen.
- Sie schreiben 3 Boden-Themen oder – Aspekte auf, über die sie mehr wissen oder mit der sie sich vertiefter auseinandersetzen möchten.
- Kleine Französisch-Übung: Die französischen Texte im Rahmen des Französischunterrichts sinngemäss oder exakt übersetzen, mit Wörterliste / mit Verständnisfragen. Die übersetzten Texte befinden sich auf dem Lösungblatt 2

### Variante 3: Bodenfotos machen (Gruppenarbeit / Klassenarbeit)

- Die Schülerinnen und Schüler erstellen (mit Schul-Kamera oder ihren Handys) möglichst viele verschiedene Boden-Bilder (wie auf Seiten 2+3). Diese werden auf A4-Blätter ausgedruckt und zu einem grossen Boden-Mosaik zusammengestellt. Daraus kann auch eine Gestaltungsübung gemacht werden.
- Ausgehend von diesem Mosaik kann in die Thematik eingestiegen werden (Klassengespräch / individuelle Arbeit):
  - Sortieren nach Bodenarten; was ist wertvoller/wertloser, teurer/günstiger, produktiver/unproduktiver, lebendiger/toter, angenehmer/unangenehmer ... Boden?
  - Welche Böden beanspruchen die Schülerinnen und Schüler häufig/selten?
  - Wer bearbeitet welche Böden wie (anhand der Verben-Liste Seiten 2+3)?
  - usw.

Erkenntnisse, aber auch Fragen, Unklarheiten etc. protokollieren und später im Rahmen des Unterrichts vertiefen und bearbeiten.

### Boden-Behauptungen

**Fächer:** Naturlehre (Biologie, Geografie)

**Lernziel:** Die Schülerinnen und Schüler lernen Behauptungen aufstellen, mit denen sich arbeiten lässt. Sie erkennen dabei verschiedene Wahrnehmungsarten und Aspekte der Bodenbetrachtung und legen offen, was sie darüber schon wissen / nicht wissen.

#### Aufgabe:

- Behauptungen formulieren: Die Schülerinnen und Schüler stellen ausgehend von einer der Einstiegs-Aufgaben einfache Behauptungen auf, die sie interessieren und die sie gern untersuchen wollen, zum Beispiel:
  - Ohne Boden keine Nahrung
  - Boden verändert sich, je tiefer man gräbt
  - Wiesenboden ist lebendiger als Rasenboden
  - Pro Schüler hat es auf dem Schulgelände mehr überbauten als lebendigen Boden
  - usw.
- Behauptungen publizieren: Die Behauptungen können auf grosse Blätter geschrieben werden. Sie können aber auch mit Kreide auf den Pausenplatz geschrieben werden, um Mitschüler auf das Thema Boden aufmerksam zu machen. Eine weitere Möglichkeit ist, in einer «Bodengalerie» mit Holzrahmen (50x50 cm) unterschiedliche Bodenarten auf dem Schulgelände hervorzuheben und auf einem Schild jeweils eine Behauptung zu diesem Bodenstück zu formulieren.
- Behauptungen diskutieren, untersuchen, beurteilen: Die Schüler diskutieren Pro und Kontra der Behauptung und versuchen sie dann zu beweisen ➔ Arbeitsblatt 1

# Unsere Boden-These

**Behauptung:**

**Das spricht dafür:**

**Das spricht dagegen:**

**Beweisführung** (Beschreibung von Untersuchungen, Versuchen, Nachforschungen usw.)

**Abschliessende Beurteilung:**

die Behauptung stimmt     die Behauptung stimmt nicht

**Begründung:**

# BODEN

## – Wer hat was dazu gesagt?

### Übersetzung der französischen Aussagen

- B. «Ich denke an die Höhlenforschung, an den Wald, die Bäume, an den Stein... auch an Metalle und Feststoffe.»
- D. «Das Grüne! Gras, auch Erde – vor allem Bilder der Natur und der Landschaft.»
- F. «Ich denke an Pflanzen ganz allgemein und an Blumen. Und auch an Ameisen, die aktiv sind und in ihrem Ameisenhaufen arbeiten, an die Würmer, an die Maulwürfe... Allgemein verbinde ich den Boden mit den Leben der Tiere, die darin und darauf leben.»
- H. «Bei einem Besuch in einer Landwirtschaftsschule gab es einen Bodenquerschnitt, der deutlich die verschiedenen Schichten zeigte, dieses Bild ist mir geblieben. Ausserdem sehe ich Moose, Flechten und auch die vielen kleinen Viecher im und auf dem Boden: die Insekten, die Ameisen, die Würmer.»
- L. «Wir haben ein kleines Stück Garten, wo meine kleine Schwester ihren Spass daran hat, vierblättrige Kleeblätter zu suchen. Ausserdem habe ich sehr direkten Kontakt mit dem Boden, wenn ich vom Pferd falle! Zum Glück passiert das nicht allzu oft.»
- O. «Als ich klein war, habe ich liebend gern Löcher in unseren Garten gegraben, möglichst tiefe... Heute bin ich im Kontakt mit dem Boden, wenn ich als Höhlenforscher tief in den Höhlen unterwegs bin.»

# Den Bodenforschern über die Schultern schauen

## Themenkreise

Bodenwissen – Bodenforschung

## Fächer

Biologie – Chemie – Physik

## Lernziele

Die Schülerinnen und Schüler

1. wissen, was Boden ist und wie Boden entsteht,
2. erhalten einen Einblick, wie Profis den Boden erforschen und wie sie selber den Boden erforschen können.

## Unterrichtsideen:

### Verschiedene Bodentypen rasch mit allen Sinnen erleben

**Fächer:** Biologie – Chemie – Physik

**Lernziel:** Erleben, was Boden ist und wie ihm auf die Spur zu kommen ist.

#### Aufgabe:

- Auswählen von drei ganz verschiedenen Bodentypen rund um das Schulhaus z.B. Magerwiesenboden, Sportrasenboden, Ackerboden.
- Durchführen von vier der fünf Tests aus dem Pick up Magazin: Drucktest, Geruchstest, Blicktest, Langzeittest
- Beim Blicktest reichen die vier vorgestellten Pflanzen vermutlich nicht, um Hinweise auf den Nährstoffgehalt des Bodens zu erhalten. Weitere Zeiger von guter Nährstoffversorgung des Bodens sind: Breitwegerich, Brennnessel, Englisch Raygras. Eher mässig oder wenig Nährstoffe ertragen: Mittlerer Wegerich, Hopfenklee, Aufrechte Trespe.
- Beantworten der Fragen:
  - Wie gut ertragen die drei Bodentypen den Druck der Traktorräder?
  - Wie fleissig bauen Bakterien und Pilze in den drei ausgewählten Böden Laub ab?
  - Wie reich an Nährstoffen ist jeder der drei ausgewählten Böden?
  - Welche der Böden werden in Zukunft locker und krümelig bleiben oder es wieder werden?

## Bodenbakterien erforschen

**Fächer:** Biologie (Chemie – Physik)

**Lernziel:** Lernen, wie Zellstoff zersetzende Bakterien arbeiten und weshalb sie nicht in allen Böden gleich häufig sind.

#### Aufgabe:

- Arbeiten in Schülergruppen zu ca. 3 Personen. Jede Schülergruppe erhält drei Petrischalen mit Deckel. In die eine Petrischale füllen sie fein zerteilte Komposterde, in die zweite fein zerteilte Ackererde und in die dritte Sand.
- Alle drei Bodenproben so anfeuchten, dass sie gut durchtränkt sind, aber kein Wasser an der Oberfläche stehen bleibt.
- Aus dünnem Lösch- oder Filterpapier Streifen schneiden von etwa 8 cm Länge und 2 cm Breite, die Oberfläche der angefeuchteten Bodenproben glatt streichen und auf jede den Papierstreifen legen. Streifen fest an die Erde andrücken. Deckel auf die Petrischalen legen und die Proben anschreiben.
- Böden immer feucht halten. Die Böden und die Papierstreifen regelmässig während ca. 3 Wochen beobachten. Dabei auf Flecken im Papier achten.
- Bei jeder Kontrolle Farbe, Grösse und Anzahl der Flecken notieren.
  - Weshalb gibt es Flecken und weshalb entstehen zum Teil sogar Löcher?
  - Was bedeuten viele Flecken und Löcher?
  - Weshalb haben gewisse Böden mehr Zellstoff zersetzende Bakterien als andere?

## Literaturhinweise:

[www.fal.admin.ch](http://www.fal.admin.ch) Forschungsanstalt Reckenholz

<http://www.lorenz.ch/index.shtml> Artenliste der Schweizer Gefässpflanzen und Moose mit Zeigerwerten:

Voraussetzung: FileMaker Pro ab Version 3.0

Flora Helvetica, K. Lauber und G. Wagner, Paul Haupt Verlag, 2001, 3-258-05405-3

## Den Bodenwassergehalt erforschen

**Fächer:** Physik (Chemie – Biologie)

**Lernziel:** Erkennen, wie bedeutend Wasser im Boden für die Lebewesen ist und wie man den Bodenwassergehalt messen kann.

### Aufgabe:

- Folgendes Material bereitstellen: Stechzylinder mit markierter Höhe z. B. in der Mitte, Stein/Hammer, Schlagbrett, Brotmesser, Plastiksäcke, wasserfester Filzstift, Papiersäcke, Wärmeschrank, Arbeitsblatt.
- In drei verschiedenen Böden (z.B. Waldboden, Ackerboden, Sportrasenboden) wird an je drei zufällig bestimmten Stellen Boden entnommen. Dazu muss an dieser Stelle zuerst die Vegetation entfernt werden.
- Dann wird ein Stechzylinder (eine leere Lebensmittelbüchse oder besser ein Metallzylinder) genau bis zur markierten Stelle in den Boden getrieben. Der Stechzylinder muss dabei mit einem Schlagbrett vor Schlägen mit dem Hammer geschützt werden. Dringt der Zylinder nicht in den Boden ein (wegen Steinen), ist eine neue Probenahmestelle zu suchen.
- Der Zylinder wird nun vorsichtig aus dem Boden gehoben. Sollte am unteren Zylinderrand Bodenmaterial herausragen, so wird dieses vorsichtig mit dem Brotmesser abgeschnitten. Sollte aber am Zylinderrand Bodenmaterial fehlen, so ist dieses mit Material aus der entsprechenden Tiefe aufzufüllen.
- Das Bodenmaterial wird nun aus dem Zylinder in einen angeschriebenen Plastiksack gedrückt. Es muss unbedingt alles Material aus dem Zylinder in den Sack! Der Plastiksack wird sofort luftdicht verschlossen und am Schatten zwischengelagert.
- Jede gesammelte Bodenprobe wird noch im Plastiksack gewogen und das Gewicht notiert. Danach werden die Bodenproben von den Plastiksäcken in bereits angeschriebene Papiersäcke umgeleert und zum Trocknen während 12 Stunden bei 105 °C in den Trockenschrank gelegt. Nach dem Trocknen werden die Proben erneut – nun im Papiersack – gewogen und die Gewichte notiert.
- Um auszurechnen wie viel Prozent Wasser in den verschiedenen Böden ist, müssen zuerst die Daten aufbereitet werden. Zuerst gilt es, Nettogewichte zu berechnen, d.h. das Leergewicht des Plastiksacks bzw. das Leergewicht des Papiersacks zu subtrahieren. Danach das Trockengewicht vom Frischgewicht abziehen, um die Masse des Wassers zu erhalten, die ursprünglich in der Probe war. Die so errechnete Masse des Bodenwassers geteilt durch die Masse Wasser, die der Zylinder bis zur markierten Stelle fasst, multipliziert mit 100 ergibt den prozentualen Bodenwassergehalt.

- Für jeden Rechenschritt den Mittelwert für den entsprechenden Bodentyp berechnen
- Der Bodenwassergehalt hat Auswirkungen auf das Leben im und auf dem Boden.
  - Wachsen andere Pflanzen auf nassen bzw. trockenen Böden?
  - Sind die Pflanzen auf trockenen und nassen Böden gleich hoch?
  - Blühen die gleichen Pflanzen auf trockenen und nassen Böden gleichzeitig?
  - Verfälschen andere Eigenschaften des Bodens unsere Beobachtungen?

(☛ Arbeitsblatt1, Bodenwassergehalt)

## Den Sandgehalt von Böden erforschen

**Fächer:** Physik (Chemie – Biologie)

**Lernziel:** Erkennen, wie bedeutend der Sandgehalt im Boden für die Lebewesen ist und wie man ihn messen kann.

### Aufgabe:

- Folgendes Material bereitstellen: kleine Gartenschaufel, reissfeste Plastiksäcke, wasserfester Filzstift, Mörser, Sieb, Glasstab, 250 ml Messzylinder, Papier, Arbeitsblatt
- In drei verschiedenen Böden (z.B. Waldboden, Ackerboden, Sportrasenboden) wird an je fünf zufällig bestimmten Stellen wenig Boden entnommen. Die Stechtiefe soll dem Hauptwurzelraum der Kräuter (= Gräser, Blumen, bodenbedeckende Pflanzen) entsprechen, also bis auf ca. -10 cm hinunterreichen. Es wird jedoch die oberste aufliegende Schicht von 2 cm nicht berücksichtigt, da dieser Bereich mit viel totem Pflanzenmaterial angereichert ist.
- Die 5 Bodenproben eines Bodentyps werden gemischt d.h. in einen Plastiksack gefüllt, pro Plastiksack genügen ca. 200 g Erde.
- Jede gesammelte Boden-Mischprobe wird gesiebt, um Steine und Pflanzenteile zu entfernen, mit dem Mörser zerstoßen und auf einem angeschriebenen Stück Papier an der Luft getrocknet.
- 150 ml jeder luftgetrockneten und gemörserten Erde werden in einen 250 ml Messzylinder gefüllt und bis auf 250 ml mit Wasser aufgefüllt. Der Messzylinder wird mit der Hand auf der Öffnung mehrmals kräftig geschüttelt. Die entstandene Suspension wird 24 Stunden stehen gelassen.
- Für die Durchlüftung des Bodens ist die Zusammensetzung des Feinbodens entscheidend. Von Auge kann man im Zylinder Sand von Schluff/Ton unterscheiden. Was körnig ist, ist Sand; die Feine Masse ist Schluff bzw. Ton.

Der Boden besteht aus folgenden Bestandteilen:

Boden	Bodenbestandteil	Korngrösse
<b>Grobboden</b>	Steine	> 2 mm
<b>Feinboden</b>	Sand	0.05-2mm
	Schluff	0.002-0.05mm
	Ton	<0.002mm

- Die Unterscheidung zwischen Sand und Schluff/Ton genügt für eine Beurteilung des Bodens, denn die Bezeichnung eines Bodens erfolgt aufgrund des Verhältnisses von Sandanteil zum Rest. Darum: Messen der Gesamthöhe des Bodensatzes sowie der Höhe der Sandauflage. Daraus den prozentualen Sandanteil in den drei untersuchten Böden berechnen und den Bodentyp bestimmen.
- Der Sandgehalt des Bodens hat Auswirkungen auf das Leben im und auf dem Boden.
  - Wachsen andere Pflanzen auf sandigen bzw. tonigen Böden?
  - Sind die Pflanzen auf sandigen bzw. tonigen Böden gleich hoch?
  - Sind tonige oder sandige Böden feuchter?
  - Verfälschen andere Eigenschaften des Bodens unsere Beobachtungen?

(☛ Arbeitsblatt 2, Sandgehalt des Bodens)

### Bodenverdichtung erforschen

**Fächer:** Physik (Chemie – Biologie)

**Lernziel:** Erkennen, wie sich Bodenverdichtung auf Pflanzen auswirkt und wie man Bodenverdichtung messen kann.

#### Aufgabe:

- Folgendes Material bereitstellen: kleinen Fallgewichtsstock (ca. 140 cm langer Eisenstab mit einem Stopper auf einer Höhe von 25 cm), Fallgewicht, Massstab, Arbeitsblatt.
- Auf drei verschiedenen Böden (z.B. Waldboden, Ackerboden, Sportrasenboden) wird an je fünf zufällig bestimmten Stellen mit einem Fallgewichtsstock die Bodendichte bestimmt. Dazu wird das Fallgewicht (durchbohrter Eisenklotz mit einer Masse von 1 kg) auf genau einen Meter über den Stopper angehoben, die Stockspitze auf den Boden gesetzt und nun das Fallgewicht losgelassen.
- Der Stock wird dadurch eine bestimmte Distanz in den Boden gerammt. Diese Sinkdistanz wird auf dem Arbeitsblatt notiert.
- Sollte der Fallgewichtsstock durch einen grossen Stein gestoppt werden und nicht durch Erde, so muss der Versuch wiederholt werden.
- Wann ist nun ein Boden verdichtet? Dazu werden die fünf gemessenen Sinkdistanzen für jeden Boden gemittelt. Die gemittelten Sinkdistanzen werden dann in Prozentwerte umgerechnet. Sinkdistanz 0 cm ist 100% verdichtet, Sinkdistanz 25 cm heisst 0% verdichtet.

- Die Bodenverdichtung hat Auswirkungen auf das Leben im und auf dem Boden.
  - Wachsen andere Pflanzen auf verdichteten Böden?
  - Sind die Pflanzen auf verdichteten Böden gleich hoch?
  - Sind tonige oder sandige Böden eher verdichtet?
  - Verfälschen andere Eigenschaften des Bodens unsere Beobachtungen?

(☛ Arbeitsblatt 3, Bodendichte)

### Den pH-Wert des Bodens erforschen

**Fächer:** Chemie (Physik – Biologie)

**Lernziel:** Erkennen, ob und wie sich der pH-Wert des Bodens auf die Pflanzen auswirkt und wie man den pH-Wert im Boden messen kann.

#### Aufgabe:

- Folgendes Material bereitstellen: kleine Gartenschaufel, reissfeste Plastiksäcke, wasserfester Filzstift, Mörser, Sieb, pH-Messgerät (oder pH-Teststreifen), Glasstab, Bechergläser zu 100ml, destilliertes Wasser, Papier, Arbeitsblatt.
- Auf drei verschiedenen Böden (z. B. Waldboden, Ackerboden, Sportrasenboden) wird an je fünf zufällig bestimmten Stellen mit einer kleinen Gartenschaufel wenig Erde entnommen. Die Stechtiefe soll dem Hauptwurzelraum der Kräuter entsprechen also bis auf ca. -10 cm hinunterreichen.
- Die 5 Bodenproben eines Quadrates werden gemischt d.h. in den gleichen Plastiksack gefüllt. Wir benötigen pro Plastiksack nur 50 bis 100 g Erde.
- Jede gesammelte Boden-Mischprobe wird gesiebt, mit dem Mörser zerstoßen und auf einem angeschriebenen Stück Papier an der Luft getrocknet.
- 20 mg der luftgetrockneten und gemörserten Erde werden abgewogen und in ein 100 ml Becherglas gefüllt und 50 ml destilliertes Wasser zugegeben. Alles kräftig mit dem Glasstab rühren. Der entstandene dünnflüssige Brei wird 30 Minuten stehen gelassen und danach nochmals kurz gerührt. Nach einer weiteren halben Stunde ist die Probe bereit zur Analyse.
- Der pH-Wert der Bodenlösung wird mit einem elektronischen pH-Messgerät bestimmt (oder mit genauen pH-Testpapierstreifen). Beim Messen wird die Glaselektrode des pH-Messgerätes nur in den Überstand der Suspension getaucht!
- Der pH-Wert des Bodens ist ein Mass für den Säuregehalt des Bodens. Hat ein Boden einen niedrigen pH (unter pH 6), so wird der Boden als sauer bezeichnet. Ist der pH-Wert eines Bodens hoch (über pH 7), so wird der Boden als basisch bezeichnet. Ein Boden mit viel Kalkgestein ist meist basisch, ein Boden mit vielen nicht abgebauten Tannennadeln ist meist sauer. Der Säuregehalt des Bodens kann für das Leben der Pflanzen sehr wichtig sein. So können Pflanzen in sehr sauren Böden keine Nährstoffe mehr aufnehmen sie sterben ab (vgl. saurer Regen und Baumsterben).

- Es lohnt sich, an einer geeigneten Stelle den pH-Wert des Bodens in vertikaler Richtung, also in die Tiefe des Bodens zu bestimmen. Dazu ein ca. 1 Meter tiefes Bodenprofil (Loch) graben. Auf der Bodenoberfläche starten und alle 10 cm eine Boden-Mischprobe entnehmen. Die Analyse der ca. 10 Mischproben erfolgt wie oben beschrieben.
- Der Bodensäuregehalt hat Auswirkungen auf das Leben im und auf dem Boden.
  - Wachsen andere Pflanzen auf sauren bzw. basischen Böden?
  - Weshalb ändert sich der Kalkgehalt im Boden vertikal? Verfälschen andere Eigenschaften des Bodens unsere Beobachtungen?

(☛ Arbeitsblatt 4, pH-Wert des Bodens)

### Das Zusammenspiel von Pflanzen und Boden erforschen

**Fächer:** Biologie– Chemie (Physik)

**Lernziel:** Erkennen, dass jede Pflanze spezifische Ansprüche an den Boden hat und daher nicht überall wachsen kann.

#### Aufgabe:

- Folgendes Material bereitstellen: Arbeitsblatt, Bestimmungsbuch mit Zeigerwerten (z.B. Flora Helvetica, K. Lauber und G. Wagner, Paul Haupt Verlag, 2001, 3-258-05405-3) oder Computer-Artenliste mit Zeigerwerten (Artenliste der Schweizer Gefässpflanzen und Moose mit Zeigerwerten: <http://www.lorenz.ch/index.shtml>, Voraussetzung: FileMaker Pro ab Version 3.0).
- Auf drei verschiedenen Böden (z.B. Waldboden, Ackerboden, Sportrasenboden) werden auf einer Fläche von rund 4 m<sup>2</sup> die fünf bis zehn häufigsten Pflanzen bestimmt.

Jede Pflanze hat bestimmte Ansprüche an ihre Umwelt. Es gibt z.B. solche, die gute Nährstoffversorgung bevorzugen und andere, die genügsam sind und nur wenige Nährstoffe benötigen. Gärtner und Biologen kennen die Ansprüche vieler Pflanzen und haben deshalb jeder Pflanze einen so genannten Zeigerwert 1, 2, 3, 4 oder 5 gegeben. Die 1 bedeutet, dass eine Pflanze bezüglich Nährstoffe sehr genügsam ist, die Zahl 5 bedeutet, dass eine Pflanze viele Nährstoffe benötigt. Neben dem Nährstoffzeigerwert kennt man noch viele andere Zeigerwerte. Sie sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt (fettgedruckt: drei Zeigerwerte, die den Boden betreffen).

	Zeigerwert	Erklärung
<b>F</b>	Feuchte	Mittlere Feuchtigkeit des Bodens. Niedere Zahlen zeigen geringe Bodenfeuchtigkeit, hohe Zahlen grosse Bodenfeuchtigkeit an.
<b>R</b>	Reaktion	Mittlere Bodensäure. Niedere Zahlen zeigen wenig Basen (also einen sauren Boden), hohe Zahlen viel Basen an.
<b>N</b>	Nährstoff	Nährstoffgehalt des Bodens. Niedere Zahlen zeigen wenig, hohe Zahlen viel Nährstoffe an.
<b>L</b>	Licht	Mittlere Beleuchtungsstärke, bei der die Pflanze gut wachsen kann. Niedrige Zahlen bedeuten geringes Lichtbedürfnis, hohe Zahlen grosses Lichtbedürfnis
<b>T</b>	Temperatur	Mittlere Temperatur, bei der die Pflanze gut wachsen kann. Niedrige Zahlen zeigen ein geringes Wärmebedürfnis an, hohe Zahlen ein starkes.
<b>K</b>	Kontinentalität	Klimatische Ausgeglichenheit. Niedrige Zahlen zeigen geringe Temperaturunterschiede und hohe Luftfeuchtigkeit an, hohe Zahlen das Gegenteil.

- Aus einem guten Bestimmungsbuch oder mit Hilfe eines entsprechenden Computerprogramms die Zeigerwerte der gefundenen Pflanzen herauslesen und für jeden Bodentyp die jeweiligen Durchschnittswerte berechnen.
- Aus Erfahrung ist bekannt, dass Unterschiede ab 2 Zehntel zwischen gemittelten Zeigerwerten als interpretierbar angesehen werden. Beispiel: Ein Boden mit  $F = 2.14$  ist trockener als einer mit  $F = 2.35$ , vermutlich jedoch nicht als einer mit  $F = 2.28$ .
  - Stimmen die Messungen zum Wassergehalt mit den Feuchtigkeits-Zeigerwerten überein? Weshalb? Weshalb nicht?
  - Stimmen die Messungen zur Bodensäure mit den Reaktions-Zeigerwerten überein? Weshalb? Weshalb nicht?
  - Hat es mehr verschiedene Pflanzenarten auf einem Boden mit tiefem Nährstoffzeigerwert oder mit hohem Nährstoffzeigerwert? Weshalb?

(☛ Arbeitsblatt 5, Bodenzeigerwerte der Pflanzen)

# Bodenwassergehalt

Namen der Schülerinnen und Schüler: \_\_\_\_\_

Ort: \_\_\_\_\_ Datum: \_\_\_\_\_

Wetter:  sonnig  bewölkt  bedeckt  neblig  regnerisch

Masse Plastiksack: \_\_\_\_\_ Masse Papiersack: \_\_\_\_\_ Masse Zylinder: \_\_\_\_\_

	Probe A	Probe B	Probe C	Durchschnitt der 3 Proben
<b>Boden 1</b>	Frischgewicht Brutto			
	Frischgewicht Netto			
	Trockengewicht Brutto			
	Trockengewicht Netto			
	Wassermasse			
	%-Wasseranteil			
<b>Boden 2</b>	Frischgewicht Brutto			
	Frischgewicht Netto			
	Trockengewicht Brutto			
	Trockengewicht Netto			
	Wassermasse			
	%-Wasseranteil			
<b>Boden 3</b>	Frischgewicht Brutto			
	Frischgewicht Netto			
	Trockengewicht Brutto			
	Trockengewicht Netto			
	Wassermasse			
	%-Wasseranteil			

# Sandgehalt des Bodens

Namen der Schülerinnen und Schüler: \_\_\_\_\_

Ort: \_\_\_\_\_ Datum: \_\_\_\_\_

Wetter:  sonnig  bewölkt  bedeckt  neblig  regnerisch

Schlemmschicht	Boden 1	Boden 2	Boden 3
Gesamthöhe			
Sandhöhe			
Sandanteil in %			
Bodentyp			

Bodenbezeichnung	Sandanteil
Sandboden	90%-100%
lehmiger Sand	80%-90%
sandiger Lehm	70%-80%
Lehmboden	50%-70%
Tonboden	<50%

# Arbeitsblatt Bodendichte

Namen der Schülerinnen und Schüler: \_\_\_\_\_

Ort: \_\_\_\_\_ Datum: \_\_\_\_\_

Wetter:  sonnig  bewölkt  bedeckt  neblig  regnerisch

Schlemmschicht	Boden 1	Boden 2	Boden 3
Probe A			
Probe B			
Probe C			
Probe D			
Probe E			
Mittelwert der fünf Proben			
Verdichtung in Prozent			

# pH-Wert des Bodens

Namen der Schülerinnen/Schüler: \_\_\_\_\_

## Hauptversuch: verschiedene Böden

Ort: \_\_\_\_\_ Datum: \_\_\_\_\_

Wetter:  sonnig  bewölkt  bedeckt  neblig  regnerisch

Schleimschicht	Boden 1	Boden 2	Boden 3
pH-Wert			
Säuregrad (sauer, leicht sauer usw.)			

## Zusatzversuch: Bodenprofil

Ort: \_\_\_\_\_ Datum: \_\_\_\_\_

Wetter:  sonnig  bewölkt  bedeckt  neblig  regnerisch

Bodentiefe	Messwert
0 cm	
-10 cm	
-20 cm	
-30 cm	
-40 cm	
-50 cm	
-60 cm	
-70 cm	
-80 cm	
-90 cm	
-100 cm	

# Bodenzeigerwerte der Pflanzen

Namen der Schülerinnen und Schüler: \_\_\_\_\_

Ort: \_\_\_\_\_ Datum: \_\_\_\_\_

Pflanzenarten		F	R	N
<b>Boden 1</b>				
	Mittelwert jedes Zeigerwerts			
<b>Boden 2</b>				
	Mittelwert jedes Zeigerwerts			
<b>Boden 3</b>				
	Mittelwert jedes Zeigerwerts			

# Der Bodenanwalt

## Themenkreise

Nutzen und Nutzung des Bodens, Wert des Bodens als Lebensgrundlage, Boden als lebendiger Organismus

## Fächer

Geografie – Lebenskunde – Deutsch

## Lernziele

1. Die Schülerinnen und Schüler sehen, wer alles Interesse am Boden hat
2. Sie verstehen den Boden als nicht vermehrbares, kostbares Gut
3. Sie sehen, wie wir mit dem Boden sorgfältig umgehen können

## Unterrichtsideen

### Formen der Bodennutzung kennen

**Fächer:** Geografie – Deutsch

**Lernziel:** Die Schülerinnen und Schüler kennen die wesentlichen Bodennutzungsformen in der Schweiz

#### Aufgabe:

- Die Klasse listet alle möglichen Interessenten am Boden auf und beschreibt ihre spezifischen Interessen daran. Die Verben-Liste auf Seiten 2+3 und der Text Seiten 8+9 können als Anregung zu Hilfe genommen werden.

### Rollenspiel «Grossbaustelle»

**Fächer:** Geografie – Deutsch – Lebenskunde,

**Lernziel:** Die Schülerinnen und Schüler nehmen die unterschiedlichen Interessen am Boden wahr und kennen die Ansprüche der Interessengruppen.

#### Aufgabe:

- Bezogen auf ein lokales oder regionales Grossprojekt spielen die Schülerinnen und Schüler verschiedene Gruppen von Bodeninteressenten (z.B. Bauern, Bauunternehmer, Bauherrschaft, Dorf- oder Quartierbewohner, Gemeindepolitiker, Regionalplaner, Landschaftsschützer, Autofahrer) und vertreten deren Interessen.

- Die Interessengruppen sammeln Argumente für ihre Rolle, zum Beispiel:
  - Die Bauern wollen ihren Boden als Produktionsgrundlage behalten – wie argumentieren sie?
  - Die Bauherrschaft will den Boden ins Bauland umzonen und in einem Jahr mit dem Bau beginnen – wie argumentiert sie?
  - Im Gemeinderat gibt es Befürworter und Gegner des Projektes – wie argumentieren sie?
  - Die Umweltorganisationen (WWF, Pro Natura, VCS ...) setzen sich für ökologisch vertretbare Lösungen ein – wie argumentieren sie?
  - Die Quartierbewohner sind durch das Projekt zum Teil positiv, zum Teil negativ betroffen – wie argumentieren sie?
  - Der Generalunternehmer will den Auftrag unter Dach bringen – wie argumentiert er?

**Vorgehen:** Ein Grossbauprojekt in der Region bestimmen (zum Beispiel im Raum Luzern das projektierte Erlebniszentrum «Ebisquare»). Im Internet unter dem Projektnamen Unterlagen suchen und damit arbeiten. Vielleicht finden sich auch gedruckte Unterlagen auf der Gemeinde oder bei der betreffenden Bauherrschaft.


- Die Interessengruppen schreiben ihre Argumente auf Plakate und pinnen sie an die Wand.
- Im Rollenspiel ein Podiumsgespräch vor der Bevölkerung durchführen und darin die eigenen Interessen vertreten.
- Die Argumente der Interessengruppen auf den Plakaten ergänzen.
- Am Schluss in der Klasse Fazit ziehen, wer welche Argumente am überzeugendsten findet.

### Boden im Clinch

**Fächer:** Geografie – Deutsch

**Lernziel:** Die Schülerinnen und Schüler sehen die Folgen des aktuellen Umgangs mit dem Boden in der Schweiz.

#### Aufgabe:

Mit dem  Arbeitsblatt 1 arbeiten – einzeln wahrnehmen und in der Klasse diskutieren, wie wir in der Schweiz heute mit dem Boden umgehen.

## Literaturhinweis:

**Bodennutzung im Wandel** (Arealstatistik Schweiz), 32 Seiten mit vielen Bildern, Zahlen, Erklärungen und Kommentaren, Neuchâtel 2001, gratis erhältlich beim Bundesamt für Statistik. Bestellung: [order@bfs.admin.ch](mailto:order@bfs.admin.ch)

# Boden im Clinch

Aufgabe:

**Lies die folgenden Beobachtungen und beantworte die Fragen dazu.**

## 1. Sichtbar

Wer im Siedlungsgebiet, überall in der Schweiz, auf eine Anhöhe steigt, sieht sofort die Spuren der regen Bautätigkeit: Krane und Bauvisiere ragen in den Himmel, um all die Baustellen und Neubauten liegt der Boden offen wie eine frische Wunde, neue Wohnsiedlungen wuchern ins Grüne oder klettern die Sonnenhänge hoch.

- Welche Gründe gibt es, dass in der Schweiz immer mehr Land verbaut wird?

## 2. Zählbar

Gemäss Arealstatistik der Schweiz hat sich in den zwölf Jahren zwischen 1985 und 1997 das landwirtschaftlich genutzte Kulturland um 482 km<sup>2</sup> (-3,1 %) vermindert. Die Siedlungsfläche ist gleichzeitig um 327 km<sup>2</sup> (+ 13,3 %) gewachsen – das entspricht der Fläche des Kantons Schaffhausen.

- Was ist Kulturland und wem dient es?
- Was ist Siedlungsfläche und wem dient sie?
- Welche Probleme entstehen mit der zunehmenden Siedlungsfläche?

## 3. Verständlich

Wo es um wichtige Themen und Anliegen geht, wie das des Bodenschutzes, muss man die Sprache der Fachleute sprechen, um mitreden zu können.

- Erstelle eine Wortliste mit Fachwörtern und Erklärungen zum Thema Boden

## 4. Nachvollziehbar?

Wie im Pick up Magazin beschrieben, werden in der Schweiz nach Grossbaustellen mit riesigem Aufwand einige hundert Hektaren Landwirtschaftsland rekultiviert statt dass nur irgendwelche Erde hingekippt und mit Humus überdeckt wird.

- Warum ist das sinnvoll?

## 5. Weit- oder kurzsichtig?

Das Landwirtschaftsland hat für gewisse Leute keinen Wert mehr. Wir sollten die Lebensmittel im Ausland einkaufen, sagen sie, das frei werdende Land könnten wir im Talgebiet als Bauland nutzen und in wenig bewohnten Berggebieten zuwachsen und verwildern lassen.

- Was spricht für diese Überlegung?
- Was spricht dagegen?
- Welche Meinung hast du? Und warum?

# Die Bodenprofis

## Themenkreise

Landwirtschaftliche Bodennutzung, Bodenschutz

## Fächer

Naturlehre (Biologie), Deutsch

## Lernziele

- Die Schülerinnen und Schüler erkennen, dass es viel Sorgfalt und Fachwissen braucht, um Boden fruchtbar zu erhalten.
- Sie sehen, dass Bauern Bodenprofis sind und verschiedene Methoden anwenden und entwickeln, um den Boden fruchtbar zu halten.

## Unterrichtsideen

### Bodendiagnose

**Fächer:** Naturlehre (Biologie)

**Lernziel:** Die Schülerinnen und Schüler können Böden auf ihren Gesundheitszustand beobachten.

#### Aufgabe:

Die Klasse beurteilt verschiedene Böden im Umkreis der Schule und beurteilt mit den Kriterien im Pick up Magazin (Seite 10), wie gesund sie sind.


- Mit dem Pick up Magazin eine Liste der Kriterien für gesunde bzw. kranke Böden aufstellen.
- Anhand der Liste verschiedene Böden beurteilen – Schulgarten, Hausgarten, Sportplatz, öffentliche Anlagen, landwirtschaftlich genutzte Wiesen und Äcker – und stellen fest, welche Gesundheits- bzw. Krankheitssymptome sie zeigen.

### Textverständnis

**Fächer:** Deutsch, Naturlehre (Biologie)

**Lernziel:** Die Schülerinnen und Schüler haben die Texte im Pick up, Seiten 10 + 11 verstanden.

#### Aufgabe:

Die Schülerinnen und Schüler lesen die drei Texte und beantworten die Fragen des  Arbeitsblattes 1.

## Recherche zu «Bodenfruchtbarkeit»

**Fächer:** Naturlehre (Biologie) – Deutsch

**Lernziel:** Die Schülerinnen und Schüler wissen, was es braucht, damit Ackerkulturen keimen, gedeihen und eine gute Ernte geben

#### Aufgabe:

- Die Schülerinnen und Schüler suchen im Internet oder im Gespräch mit einem Bauern Antwort auf die Fragen:
  - Warum muss der Bauer den Boden bearbeiten, bevor er säen kann?
  - Wie macht er das?
  - Worauf muss er achten?
  - Was ist eine Fruchtfolge?
  - Warum ist die Fruchtfolge wichtig, bzw. was geschieht, wenn man sie nicht einhält?
- Die Schülerinnen und Schüler schreiben einen Aufsatz z.B. zum Thema «Wie Brot wächst» oder «Wie Kartoffeln für Chips entstehen», indem sie die Informationen einbauen.
- Die Schülerinnen und Schüler beurteilen gegenseitig ihre Aufsätze auf sachliche Richtigkeit und passen sie an.

#### Anmerkung

Adressen von Bauern finden sich unter [www.schub.ch](http://www.schub.ch)

## Literaturhinweise

**LID-Informationsbroschüren**, 4-farbig, A5, 12-20 Seiten, für Schulen kostenlos: «Pflanzen in der Landwirtschaft» (Bestellnr. 20184), «Getreide» (20206), «Bunte Gemüswelt» (20249), «Kartoffeln, Zuckerrüben & Co.» (20281).

**Die Schweizer Landwirtschaft sorgt für Natur und Umwelt**, 4-farbig, A4, 8 Seiten, kostenlos.

**«e-farm.ch»**, interaktives Landwirtschaftslexikon mit über 700 Begriffen, virtuellen Rundgängen vom Esstisch bis zum Bauernhof, mit Workshopideen für den Unterricht. CD-Rom für Windows / Mac, Fr. 48.--

Bestelladresse für Broschüren und CD-Rom: LID, Weststrasse 10, 3000 Bern 6, Tel. 031 359 59 77, [info@lid.ch](mailto:info@lid.ch), [www.lid.ch](http://www.lid.ch)

# Die drei Texte ...

**... auf den Seiten 10 und 11 des Pick up-Magazins lesen und die Fragen beantworten:**

**1. Stefan Minder ist ein vielseitiger Profi. Welchen Berufen lassen sich seine verschiedenen Tätigkeiten zuordnen?**

- a. ....
- b. ....
- c. ....
- d. ....
- e. ....
- f. ....
- g. ....

**2. Was alles säen und pflanzen die Bauern auf ihr Land?**

- a. ....
- b. ....
- c. ....
- d. ....
- e. ....

**3. Wie halten Stefan Minder, Ursula Reinhard und Ruedi Burkhalter ihre Böden gesund?**

- a. ....
- b. ....
- c. ....
- d. ....

**4. Welche Vorteile haben die Bauern von einem gesunden Boden?**

- a. ....
- b. ....
- c. ....
- d. ....

**5. Wie sieht Stefan Minder, dass ein Boden gesund ist?**

- a. ....
- b. ....
- c. ....
- d. ....
- e. ....
- f. ....
- g. ....

# Die drei Texte ...

\* Das lässt sich nicht direkt aus dem Text lesen, aber bei einigem Nachdenken auch noch finden

## Die drei Texte auf den Seiten 10 und 11 des Pick up-Magazins lesen und die Fragen beantworten:

### 1. Stefan Minder ist ein vielseitiger Profi. Welchen Berufen lassen sich seine verschiedenen Tätigkeiten zuordnen?

- a. Bauer
- b. Mechaniker
- c. Berater
- \* d. Bodenfachmann
- \* e. Maschinist
- \* f. Unternehmer

### 2. Was alles säen und pflanzen die Bauern auf ihr Land?

- a. Weizen, Mais, Zuckerrüben, Gerste, Raps, Mais, Gras, Gemüse, Hafer, Roggen, Dinkel, Luzerne
- \* b. Kartoffeln, Sonnenblumen (ferner, ausserhalb des Ackerbaus: Obst, Reben, Tabak)

### 3. Wie halten Stefan Minder, Ursula Reinhard und Ruedi Burkhalter ihre Böden gesund?

- a. Sie stören den Boden minimal, damit er möglichst lange von Pflanzen und Pflanzenresten geschützt wird
- b. Sie befahren ihn erst, wenn er trocken ist
- c. Sie bearbeiten den Boden flach, damit Unter- und Oberboden sich nicht mischen
- d. Sie wechseln jährlich die angebauten Kulturen (Fruchtfolgewechsel)
- e. Sie hacken bestimmte Kulturen, z.B. Mais, Kartoffeln
- f. Sie düngen gezielt

- g. Sie säen Bodenverbesserer an, z.B. Luzerne, Klee, Hafer
- \* h. Sie entscheiden sich für den biologischen Landbau und verzichten auf jeglichen Einsatz von synthetischen Pflanzenbehandlungsmitteln
- \* i. Sie mindern den Druck der Maschinen auf den Boden

### 4. Welche Vorteile haben die Bauern von einem gesunden Boden?

- a. Der Boden soll fruchtbar bleiben, soll auch in 100 Jahren noch Frucht tragen
- b. Ein gesunder Boden ist tragfähig für die Erntemaschine
- c. Die Pflanzen können sich gut mit Wasser und Nährstoffen versorgen
- d. Der Boden wird nicht weggeschwemmt
- \* e. Die Pflanzen sollen gesund heranwachsen bis zur Ernte
- \* f. Das Bodenleben soll vielfältig sein, damit sich keine Krankheiten und Schädlinge ausbreiten

### 5. Wie sieht Stefan Minder, dass ein Boden gesund ist?

- a. Er ist locker
- b. Das Wasser versickert auch bei starken Niederschlägen
- c. Er duftet wie Walderde
- d. Er enthält Krümel
- e. Regenwürmer und andere Bodentiere leben darin
- \* f. Die Pflanzen wachsen gut und sind gesund
- \* g. Die Grasnarbe im Sommer ist geschlossen

# Hilfe – wir verlieren den Boden! Hallo – So kannst du Boden erhalten!

## Themenkreise

Abfall – Altlasten – Raumplanung – Konsum – Politik

## Fächer

Naturlehre – Sprache – Lebenskunde – Geographie – Informatik – Mathematik

## Lernziele

Die Schülerinnen und Schüler

1. nehmen den Bodenverlust wahr, auch als politisches Thema,
2. kennen Lösungsansätze, um die Gefahren zu mindern,
3. wissen, wie man eine Petition lanciert.

## Unterrichtsideen

### Eine Petition lancieren

**Fächer:** Staatskunde – Lebenskunde – Deutsch – Naturlehre – Informatik

**Lernziel:** Die Schülerinnen und Schüler wissen, wie man eine Petition lanciert.

#### Aufgabe:

- Studieren des Tipps im Magazin „Eine Petition für den Boden starten“. Fragen klären, insbesondere die Unterschiede und Gemeinsamkeiten von Petition, Initiative und Referendum.
- Mögliche Petitionsthemen sammeln. Was möchten die Schülerinnen und Schüler in ihrer Gemeinde, im Kanton oder in der Schweiz ändern? Klären ob die Themen für eine Petition geeignet sind und an wen sie gerichtet werden müssten.
- Lesen der Texte zum Bodenverlust und der Möglichkeiten, um ihn zu verhindern. Informationen strukturieren: Welche Probleme könnten wie behoben werden?
- Schülergruppen zu jeweils zwei bis drei Personen schreiben eine mögliche Petition zum Thema „Boden“ in eigenen Worten und gestaltet sie am Computer.
- Jene Petition, welche die meisten Anhänger in der Klasse findet, könnte lanciert werden (vgl. Tipp im Magazin).

## Bodenverlust durch Erosion

**Fächer:** Naturlehre

**Lernziel:** Die Schülerinnen und Schüler nehmen den Bodenverlust durch Erosion wahr und kennen Lösungsansätze, um die Gefahren zu mindern.

#### Aufgabe:

- Folgendes Material bereitstellen: 4 Fotoschalen, 4 grössere Laborschalen, Messbecher, Filter mit Filterpapier, Holzklötze, feuchte (!) Topferde, feuchter (!) Sand, 2 Rasenziegel in Fotoschalengrösse, verholzte Zweige einer Pflanze mit kleinen Blättern (z. B. Buchs), Giesskannen mit Sprühaufsatz, Wasser.
- Die Klasse wird in vier gleich grosse Gruppen geteilt. Jede Gruppe bereitet einen der Versuche vor.
  - Gruppe 1: Füllen der Fotoschale mit einem Sand-Erde-Gemisch (übertandvoll).
  - Gruppe 2: Füllen der Fotoschale mit einem Sand-Erde-Gemisch (übertandvoll) und «bepflanzen» mit den Zweigen. Die unbewurzelten Äste einfach hineinstecken.
  - Gruppe 3: Rasenziegel in die Fotoschale drücken (übertandvoll), so dass keine Lücken entstehen.
  - Gruppe 4: Rasenziegel in die Fotoschale drücken (übertandvoll), so dass keine Lücken entstehen. Das Gras vollständig abschneiden.
- Jede Gruppe stellt ihre Fotoschale mit Hilfe des Holzklötzes so in die grössere Laborschale, dass sie schräg darin liegt und später das abliessende Wasser vollständig von der grösseren Laborschale aufgefangen wird.
- Mit dem Messbecher misst jede Gruppe einen halben Liter Wasser ab, füllt damit die Giesskanne und giesst diese langsam über die Fotoschale aus.
- Das in der Laborschale aufgefangene Wasser wird filtriert und der im Filter zurückgehaltene Boden gewogen.
- Jede Gruppe berichtet über ihre Ergebnisse
  - Wie ist das Wasser abgeflossen?
  - Wie viel Gramm Boden ist erodiert?
  - Wie kommen die Unterschiede zustande?
  - Wie kann also Erosion verhindert werden?

## Bodenverlust durch Umweltgifte

**Fächer:** Naturlehre – Deutsch

**Lernziel:** Die Schülerinnen und Schüler nehmen den Bodenverlust durch Umweltgifte wahr und kennen Lösungsansätze, um die Gefahren zu mindern.

**Aufgabe:**

- 1. Schritt
  - Die Schülerinnen und Schüler lesen den Abschnitt «Vergiftet» im Magazin.
  - Sie lösen den Krimi auf Seite 16.
- 2. Schritt
  - Eine Hälfte der Klasse studiert das 🖱️ Arbeitsblatt 1 «Gift im Boden beschäftigt die Forschung». In Gruppen von 3 bis 4 Personen klären sie mit Hilfe von Lexika, Internet und Lehrperson Fachbegriffe.
  - Die andere Hälfte der Klasse studiert das 🖱️ Arbeitsblatt 2 «Gefährdungen für den Boden». In Gruppen von 3 bis 4 Personen klären sie mit Hilfe von Lexika, Internet und Lehrperson Fachbegriffe.
- 3. Schritt
  - Jede Gruppe schreibt eine Zusammenfassung ihres Arbeitsblattes.
  - Die Zusammenfassungen werden gegenseitig vorgetragen und die besten in das Theorieheft übernommen.
- 4. Schritt
  - Mögliche Lösungsansätze studieren (Abschnitt: «Wie entsorgen?»), diskutieren und ergänzen.
  - Festhalten der Lösungsansätze im Theorieheft.

(🖱️ Arbeitsblatt 1: Gift im Boden beschäftigt die Forschung)

(🖱️ Arbeitsblatt 2: Gefährdungen für den Boden)

## Bodenverlust durch Überbauung

**Fächer:** Naturlehre – Geographie – Mathematik

**Lernziel:** Die Schülerinnen und Schüler nehmen den Bodenverlust durch Überbauung wahr und kennen Lösungsansätze, um die Gefahren zu mindern.

**Aufgabe:**

- Die Schülerinnen und Schüler lesen die Abschnitte «Versiegelt» und «Wie leben?».
- Gruppen von 2 bis 3 Schülerinnen und Schülern erhalten Kopien von Karten ihrer Wohngemeinde im Massstab 1:25'000 aus zwei bis drei verschiedenen Jahrzehnten.
- Mit Massstab und Rechner schätzen die Gruppen ab, wie viele Quadratmeter früher überbaut waren und wie viele heute überbaut sind. Berechnen der prozentualen Überbauung.
- Vergleichen der Gruppenresultate, evtl. einzelne Gruppen ihre Werte korrigieren lassen.

Diskutieren der Ergebnisse und diese vergleichen mit den anfänglich gelesenen Texten im Pick up Magazin.

## Auszug aus Tagesberichte 2002

www.ethlife.ethz.ch



Die tägliche Web-Zeitung der ETH

Schweizer Schiessanlagen sollten saniert werden

### Gift im Boden beschäftigt die Forschung

**Viele Schweizer Schiessanlagen wurden in den letzten Jahren aus Lärmschutzgründen geschlossen. Der Lärm ist weg. Geblieben sind stoffliche Umweltprobleme für Boden und Grundwasser. In den Kugelfängen der ausgedienten Schiessanlagen liegen Tonnen von Blei und Antimon. Beide Elemente stammen aus den Geschosskernen, die aus einer Blei-Antimon-Legierung bestehen. Forschende der ETH Zürich und der EAWAG haben entdeckt, dass Antimon leicht ins Grundwasser gelangen kann.**

Regina Schwendener

Im Mai 1995 starben im Kanton St.Gallen fünf Rinder, die in der Nähe des Kugelfangs einer Schiessanlage weideten, an einer Bleivergiftung. Die Aufnahme von Blei (Pb) erfolgt hauptsächlich oral. Also kann sich auch ein Kind, das in der Nähe einer Schiessanlage - oder noch schlimmer, auf einem im Bereich einer ehemaligen Schiessanlage errichteten Kinderspielplatz - spielt, durch die Einnahme von kontaminiertem Boden vergiften. Es ist aber nicht nur das Blei, das eine Gefährdung darstellt, welches die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler beschäftigt, sondern auch das stark giftige Antimon (Sb). Dieses wird bei der Fabrikation der Gewehrpatronen verwendet, um den Bleikern zu härten. Toxikologisch ist Antimon mit Arsen vergleichbar. Die Kenntnisse zur Toxikologie von Antimon sind noch sehr lückenhaft. Aufgrund der wissenschaftlichen Literatur lässt sich aber vermuten, dass die - im Vergleich zu den Arsenverbindungen - etwas geringere Toxizität der Antimonverbindungen mit einer längeren Aufenthaltszeit im Organismus kompensiert wird.

#### Mobiles Antimon im Boden

In der Schweiz gibt es im Prinzip in jeder Gemeinde eine oder mehrere 300m-Schiessplätze. Die Kugelfänge sind meistens an einer natürlichen Hanglage, einem künstlich aufgeschütteten Erdwall oder einer Flussuferböschung ohne Erosionssicherung angelegt. In einzelnen Anlagen wurden im vergangenen Jahrhundert bis zu 50 Tonnen Blei und 3 Tonnen Antimon akkumuliert. Aktuell werden jährlich rund 400 Tonnen Blei und 20 Tonnen Antimon verschossen, wovon immer noch der grösste Teil in den Boden eindringt. (...)

Untersuchungen der EAWAG-Forschungsgruppe "Water-Rock Interactions" haben die Befürchtung bestätigt, dass

die „chemische Zeitbombe Antimon“ in einzelnen Fällen bereits losgegangen ist. Im Grundwasser in der Umgebung von einzelnen Schiessanlagen wurden Antimonkonzentrationen gefunden, welche die Grenzwerte der WHO um ein Mehrfaches übertreffen.

#### Unvollständige gesetzliche Grundlagen

Die in der Verordnung über Belastungen des Bodens (VBBo) aufgeführten Richt-, Prüf- und Sanierungswerte von zehn Schwermetallelementen und Fluor basieren auf einer Risikoanalyse. Dabei wurden die sich aus der Bodenbelastung ergebenden Auswirkungen auf Mensch, Tier und Umwelt ermittelt sowie die entsprechenden Risiken abgeschätzt. Die Gefährdung von Gewässern, insbesondere von Grundwasser, die von Schiessanlagen ausgeht, wird dagegen von der VBBo nicht behandelt. Als erstes schweizerisches Regelwerk hat die Altlastenverordnung einen für den Grundwasserschutz massgeblichen Konzentrationswert eingeführt. Die Koordination mit dem Gewässerschutzrecht steht noch aus. Am Institut für Terrestrische Ökologie wird auch an Methoden gearbeitet, um chemische und physikalische Belastungen mit planerischen Mitteln gesamtschweizerisch besser zu erfassen, sowie Bodenschutz, Gewässerschutz und Raumplanung besser koordinieren zu können.



Das Problem der Schwermetallbelastung von Schiessanlagen wird für (v.l.) Professor Rainer Schulin, Andreas Birkefeld (assistierender Doktorand), Ulla Wingenfelder (assistierende Doktorandin), Dr. Gerhard Furrer (Lehrbeauftragter), Dr. Erwin Hepperle (Jurist) und Beni Wettstein (Student Umweltingenieur, vorn) weiterhin ein aktuelles Thema bleiben gross.

## Gefährdungen für den Boden

Aus: Baudirektion Kanton Zürich, Koordinationsstelle für Umweltschutz: Vollzugsschlüssel Umweltschutz für die Gemeinden des Kantons Zürich. Januar 2000, bearbeitet.

Zusammen mit Wasser und Luft gehört der Boden zu den wichtigsten Lebensgrundlagen. Der Boden bildet die Ernährungsbasis für Menschen, Tiere und Pflanzen. Er wirkt zudem als Wasserspeicher, als Filter für das Grundwasser und schützt es vor schädlichen Einflüssen von aussen. Der Boden ist ein äusserst komplexes System, aufgebaut aus mineralischen und organischen Stoffen, die sowohl untereinander als auch mit der Umwelt in einem ständigen Austausch stehen. In dieses System greift der Mensch täglich ein, was oft zu Belastungen des Bodens führt, welche zudem oft irreversibel sind.

Um die Bodenfruchtbarkeit und andere wichtige Funktionen des Bodens langfristig sicherzustellen, müssen Beeinträchtigungen durch menschliche Aktivitäten vorsorglich minimiert werden. Selbst alltägliche menschliche Aktivitäten beanspruchen Kulturland. So absorbiert beispielsweise die Bautätigkeit im Kanton Zürich - hochgerechnet auf die Schweiz - fast das Doppelte des gesamtschweizerischen Durchschnittes von einem Quadratmeter Boden pro Sekunde. Solche Verminderungen des Kulturlandes gelten als quantitative Beeinträchtigung.

Zudem ist der Boden vielerlei qualitativen Beeinträchtigungen ausgesetzt. Eine der wichtigsten ist die Veränderung der Bodenstruktur durch mechanische Einwirkungen wie Verdichtungen und Erosion. Beide gefährden langfristig die Bodenfruchtbarkeit und werden unter anderem durch den Einsatz von schweren Maschinen in Bau- und Landwirtschaft und durch Terrainveränderungen und ungeeignete Bewirtschaftung verursacht. Auch mit Aushub muss so sorgsam umgegangen werden, damit er möglichst wenig verändert wieder als Boden verwendet werden kann.

Zur qualitativen Bodenbeeinträchtigung gehört gleichermassen die Belastung durch Schadstoffe, die aus der Luft, vom Umgang mit umweltgefährdenden Stoffen

oder von Abfällen stammen. Auch Schadstoffe in Abgasen (z. B. Schwermetalle) aus Industrie und Gewerbe, aus dem motorisierten Verkehr sowie von Heizungen und Kehrlichtverbrennungsanlagen gelangen über die Luft und mit Niederschlägen in den Boden. Schadstoffe aus Siedlungs- und Industrieabfällen gelangen nicht nur indirekt über die Abgase aus Kehrlichtverbrennungsanlagen in den Boden, sondern auch über Deponien (wilde oder geordnete), durch Verwitterung oder den Umschlag bzw. die Bearbeitung kontaminierten Materials (z.B. Schlackenablagerungsplätze), über den Kompost sowie über den Klärschlamm. Problematisch kann zudem der Einsatz von Düngemitteln, insbesondere von Abfalldüngern sein, wenn damit grosse Mengen an Schadstoffen in den Boden gelangen. Eine andere Schadstoffquelle bildet der Einsatz von Pflanzenbehandlungsmitteln (Pestizide, Herbizide, Fungizide) z.B. in (Schreber-)Gärten.

Weitere Beeinträchtigungen des Bodens können durch Holzschutzmittel sowie durch Streusalze und andere Auftaumittel zur Bekämpfung von Glatteis und Schneeglätte auf Strassen erfolgen. Ein Kernproblem der qualitativen Bodenbelastung bilden die Schwermetalle und Fluor. Sie bauen sich nicht ab, reichern sich daher im Boden an und können über Getreide, Gemüse, Obst und Fleisch in die menschliche Nahrungskette gelangen. So hemmt z.B. Blei bei Pflanzen das Wurzelwachstum und die Nährstoffaufnahme und beeinträchtigt im menschlichen Körper das Zentralnervensystem. Cadmium wirkt toxisch auf die Mikroorganismen des Bodens, mindert die Pflanzenerträge und schädigt die Nieren- und Stoffwechselfunktionen von Mensch und Tier. Fluor stört die Tätigkeit der Bodenbakterien. Schwer abbaubar sind auch die vor allem von Feuerungen und dem Strassenverkehr stammenden polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffe (PAK) oder chlorierte Kohlenwasserstoffverbindungen. Die mit den

Niederschlägen in die Erde gelangenden Säuren schmälen die Filterwirkung des Bodens.

Bei sehr stark belasteten Böden können Sanierungen nötig werden. Wichtig ist es darum, den Bodenzustand kontinuierlich zu überwachen. Im Kanton Zürich muss mit mehr als 10 Prozent über den Richtwerten belasteter Bodenfläche gerechnet werden. Es ist besonders wichtig zu verhindern, dass im Rahmen von Bauvorhaben durch Verschieben von übermässig schadstoffhaltigem Bodenmaterial weitere Bodenflächen belastet werden.

