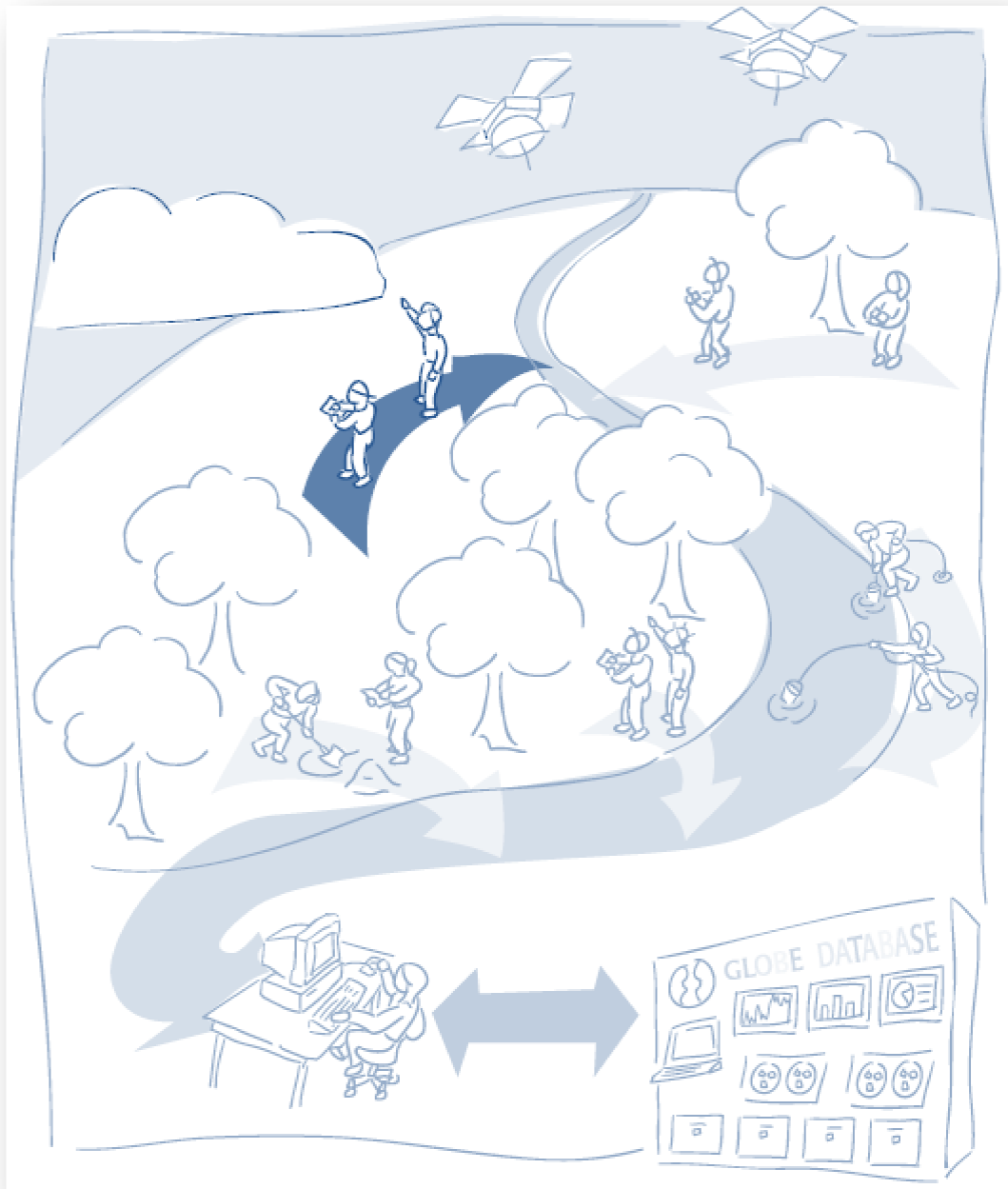


Untersuchung Boden

Lernaktivitäten Schulstufe Sek I/II



Ein GLOBE® Umweltbildungsangebot
Für die Schulstufe Sek I und Sek II



Lernaktivität

„Durchsickern lassen für Anfänger“

Ziel

Verstehen wie Wasser durch verschiedenartige Böden durchsickert und wie es auf dem Weg durch die Böden verändert wird.

Übersicht

Schülerinnen & Schüler messen die Zeit, die Wasser braucht, um durch verschiedene Böden durchzusickern und beobachten die Wassermenge, die in den Böden zurückgehalten wird. Sie beobachten auch die Filterleistung der Böden, indem sie die Klarheit des Wassers vor und nach dem Durchfluss bestimmen.

Ergebnis für Schülerinnen und Schüler

Schülerinnen und Schüler werden fähig sein, die physikalischen und chemischen Änderungen beim Durchsickern des Wassers durch den Boden zu identifizieren.

Wissenschaftliches Konzept

Erd- und Weltraumwissenschaften

- Die Erde besteht aus festem Gestein, Boden, Wasser, Lebewesen und atmosphärischen Gasen.
- Böden haben Eigenschaften wie Farbe, Textur, Struktur, Konsistenz, Dichte, pH und Fruchtbarkeit; diese unterstützen das Wachstum verschiedenster Pflanzen.
- Die Oberfläche der Erde verändert sich.
- Böden bestehen aus Mineralien (< 2mm), organisches Material, Luft und Wasser.
- Wasser zirkuliert durch Böden und verändert die Eigenschaften der Böden und des Wassers.

Fähigkeiten für wissenschaftliches Arbeiten

- Sinnvolle Fragen stellen.
- Aufbau und Durchführung des Experiments.
- Anwendung angepasster Werkzeuge und Techniken, inkl. Mathematik, um Daten zu sammeln, zu analysieren und zu diskutieren.
- Entwicklung von plausiblen Beschreibungen, Erklärungen, Voraussagen und Modellen.
- Kommunikation der Vorgehensweisen und Erklärungen.

Zeitaufwand

1 bis 2 Lektionen

Niveau

Anfänger [Sek I](#)

Material und Werkzeuge

(für jedes Team von 3 bis 4 Schülerinnen und Schülern)

- Leere 2 Liter PET-Flaschen
- 3 Bechergläser (500ml) oder ähnlich große Gefäße mit cm-Angaben zum Auffüllen und Auffangen des Wassers
- Bodenprobe (1.2l Proben verschiedener Bodentypen aus der Umgebung des Schulhauses oder von zuhause. Die Proben können Oberboden (A-Horizont), Topferde, Sand, verdichteter Boden, Boden mit Grasnarbe, Böden mit unterschiedlicher Textur, Farbe oder Struktur)
- Feiner Gardinenstoff oder feines Netz, das Wasser nicht absorbiert und nicht mit Wasser reagiert (Maschenweite < 1mm).
- Wasser
- Stoppuhr oder Uhr

Hinweis: Die Gefäße können auch kleiner sein, solange das Bodengefäß gut auf dem Wasserauffanggefäß sitzt. Boden- und Wassermenge reduzieren – wichtig ist, dass alle Gruppen mit genau denselben Mengen beginnen.

Für Fortgeschrittene:

pH-Papier, -stift oder -meter

Voraussetzungen

Keine

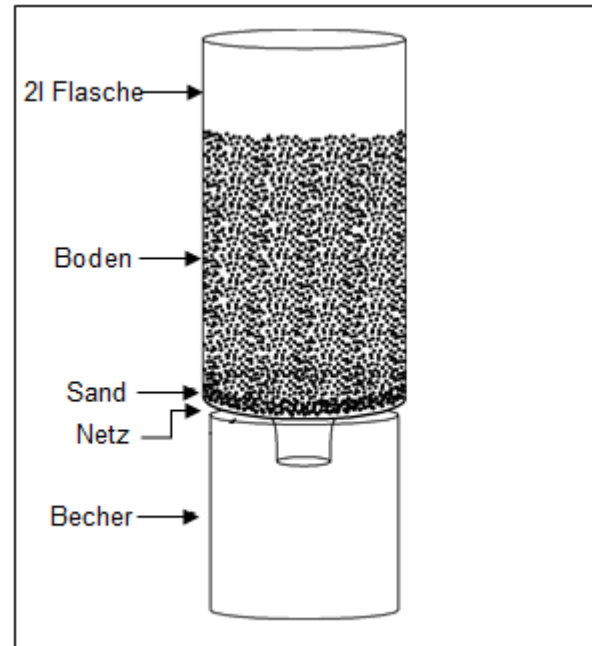
Hintergrund

Was mit dem Wasser passiert, wenn es durch Boden sickert, ist von verschiedenen Dingen wie Größe der Bodenpartikel (Textur und Verteilung der Partikel), Verteilung der Partikel (Struktur), Dichte der Partikel (Bodendichte) und Interaktion zwischen Bodenpartikeln und Wasser abhängig. Einige Bodentypen lassen Wasser rasch eindringen und halten das Wasser zurück wie ein Schwamm. Dieses Wasser ist für Pflanzen einfacher verfügbar. Durch andere Bodentypen fließt fast das gesamte Wasser in wenigen Sekunden durch. Und wieder andere Böden verhindern, dass Wasser eindringt. Keiner der Bodentypen ist besser als der andere – sie sind nur besser für unterschiedliche Umstände. Welchen Bodentyp würdest Du aussuchen, wenn Du einen Garten bepflanzen möchtest? Was geschieht, wenn Regen auf einen wassergesättigten Boden fällt? Wie kann man die Wasserrückhaltefähigkeit eines Bodens verbessern? Was geschieht mit Boden, dem organisches Material beigefügt wird, auf dem Pflanzen wachsen, der verdichtet wird oder der gepflügt wird?

Vorbereitung

- Diskutiere einige generelle Charakteristiken des Bodens oder zu *Warum untersuchen wir den Boden* oder *Boden in meinem Garten* oder das *Bodenbeurteilungsprotokoll*.
- Bringe verschiedene Bodenproben von der Schule oder zuhause.
- Entferne Etiketten und Deckel und schneide den Boden der leeren PET-Flaschen weg.
- Setze ein rundes Netz in die Flasche ein, sodass die Flaschenöffnung bedeckt ist.
- Fülle eine 3-4cm dicke Sandschicht ein. Der Sand verhindert, dass das Netz verstopft.
- Setze die Flasche mit dem Hals nach unten auf ein leeres Becherglas oder anderes leeres Gefäß.
- Fülle 1.2l Boden auf den Sand in der Flasche ein.
- Fotokopiere die *Datenblätter* für die Schülerinnen und Schüler.

Abbildung SOL-PB-1



Was tun und wie

Untersuchungen mit der ganzen Klasse

1. Wähle zur Demonstration einen Boden (sandiger Boden funktioniert am besten) aus und fülle 1.2l Boden in die 2l Flasche.
2. Lasse die Schüler den Boden genau beobachten. Was fällt ihnen auf: Farbe? Pflanzliches Material? Ist der Boden schwer oder leicht? Ist er krümelig (wie Krümel von Cookies) oder blockig (klumpig)? Notiere ihre Beobachtungen an der Wandtafel.
3. Fülle 300ml Wasser in das 500ml Becherglas oder anderes leeres Gefäß. Lasse die Schüler die Klarheit des Wassers beschreiben.
4. Mit einem schwarzen Filzstift markierst du den Wasserstand im Becherglas. Lasse die Schüler den Wasserstand in cm angeben. Notiere diese Zahl an der Tafel.
5. Frage die Schüler „Was wird geschehen, wenn ich das Wasser auf den Boden gebe?“ Frage die Schüler, warum das Wasser und der Boden sich so verhalten werden, wenn Du das Wasser einfüllst. Einige mögliche Fragen könnten sein:
 - *Wird das Wasser unten aus der Flasche herausfließen?*
 - *Wird alles Wasser herausfließen? Wie viel wird ausfließen? Markiere mit einem roten Filzstift die von den Schülern vermutete Menge.*
 - *Wie schnell wird das Wasser durch den Boden fließen? Ältere Schülerinnen und Schüler können die Zeit mit einer Stoppuhr oder Uhr messen. Jüngere*



- Schüler können die Zeit in Minuten (wie auf dem Blatt) notieren, während die Lehrperson die Zeit stoppt.
- Wie wird das Wasser aussehen, wenn es unten herausfließt? Klar? Trüb? Sehr trüb?
6. Notiere die «Hypothesen» der Klasse an der Tafel.
 7. Gieße das Wasser auf den Boden und beginne die Zeitmessung. Lass die Schülerinnen und Schüler beschreiben was zu beobachten ist:
 - Bleibt alles Wasser an der Bodenoberfläche?
 - Wo geht das Wasser hin?
 - Sind Wasserblasen auf der Wasseroberfläche zu sehen?
 - Sieht das Wasser, das unten herausfließt gleich aus wie dasjenige, das oben eingefüllt wird?
 - Sieht der Boden gleich aus, nachdem das Wasser abgeflossen ist?
 8. Notiere die Beobachtungen an der Tafel. Schreibe auch die gestoppte Zeit auf.
 9. Lass die Schülerinnen und Schüler ihre Hypothesen und die Resultate des Experiments vergleichen.
 10. Nachdem kein Wasser mehr unten aus der Flasche tropft, nimm die Flasche weg und zeige das Wasser, das im Becherglas aufgefangen wurde. Frage die Schülerinnen und Schüler:
 - Ist das dieselbe Menge Wasser, mit der wir das Experiment begonnen haben? Wie können wir feststellen, ob es dieselbe Menge ist?
 - Fülle das Wasser in das ursprüngliche Becherglas. Vergleiche die Menge mit der schwarzen Linie auf dem Becherglas. Wie viel Wasser fehlt? Wie kann man das fehlende Wasser messen?
 - Vergleiche die Wassermenge mit der roten Linie auf dem Becherglas. Ist mehr oder weniger Wasser übrig, als wir vor dem Experiment gedacht hatten? Wie kann man die Differenz messen? Warum habt ihr geglaubt, dass mehr oder weniger Wasser übrig bleibt?
 - Was ist mit dem fehlenden Wasser geschehen?
 - Ist das Wasser gleich klar wie vor dem Versuch? Warum?
 11. Bewahre das durchgelaufene Wasser für spätere Vergleiche auf.
 12. Mit der mit wassergesättigten Boden gefüllten Flasche frage die Schüler, was passie-

ren wird, wenn nochmals 300ml Wasser eingefüllt wird. Notiere die Hypothesen an der Tafel.

- Wird gleich viel, mehr oder weniger Wasser im Boden zurückgehalten?
 - Wird das Wasser gleich schnell, langsamer oder schneller durch den Boden fließen?
 - Wie klar wird das Wasser sein? Gleich trüb, trüber oder klarer?
13. Fülle das Wasser auf den wassergesättigten Boden, stoppe die Zeit, beobachte die Resultate und vergleiche mit den Hypothesen:
 - Ist das Wasser schneller durchgeflossen als vorher? Warum wisst ihr das? Vergleiche die beiden Zeiten.
 - Ist mehr als das erste Mal durchgeflossen? Wie könnt ihr das herausfinden? Vergleiche die Mengen in den beiden Bechergläsern.
 - Ist das Wasser so klar wie beim ersten Mal? Vergleiche die Farbe in den beiden Bechergläsern.

Untersuchungen in Teams

Experimentieren mit verschiedenen Böden

Diskussion

1. Besprich die Eigenschaften der verschiedenen Bodenproben, die mitgebracht wurden.
2. Frag die Schülerinnen und Schüler, ob bei allen Bodentypen das Wasser gleich schnell durchsickern wird und ob alle Böden gleich viel Wasser zurückhalten werden.
3. Diskutiere, welche Böden anders sein könnten und warum.
4. Gib jeder Schülergruppe eine der Bodenproben.

Beobachtung und Hypothesen

1. Gib jeder Schülerin das Arbeitsblatt *Beobachte und vermute*.
2. Lass die Schüler die **Farbe** ihres Bodens ausfüllen (in Worten oder mit Farbstift).
3. Lass die Schülerinnen die **Struktur**, die ihrem Boden am ähnlichsten ist, einkreisen.
4. Lass die Schüler in ihrem Boden nach Blättern oder **organischer Materie** suchen. Finden sie organische Materie, kreisen sie JA ein, wenn nicht kreisen sie NEIN ein.
5. **Zeitmessung:** Erinnerung die Schülerinnen und Schüler an die Beobachtungen während der Demo. Die Schülerinnen und Schüler sollen Vermutungen anstellen, wie viel Zeit das Wasser zum Durchsickern brauchen wird. Sie sollen die Zeit auf der Uhr einkrei-

sen, dann die Minuten in die Leerstelle einfügen.

6. **Menge:** Die Schülerinnen und Schüler sollen für die vermutete Menge durchgeflossenen Wassers eine rote Linie auf dem Becherglas markieren.
7. **Klarheit:** Die Schülerinnen und Schüler sollen auf dem Blatt den Becher einkreisen, der dem Wasser nach dem Durchsickern durch ihren Boden gleichen wird.

Experiment und Bericht

1. Erkläre, dass auf „LOS“ alle das Wasser gleichzeitig einfüllen sollen.
2. Starte mit der Zeitmessung, wenn das Wasser eingefüllt ist.
3. Lass die Schülerinnen und Schüler das Arbeitsblatt *Experiment und Bericht* ausfüllen.

Lass jede Gruppe ihre eigenen Resultate vor der Klasse vortragen. Die Berichte sollten **Fragen, Hypothesen, Beobachtungen und Schlussfolgerungen** zum Experiment beinhalten. Die Schülerinnen und Schüler können ihre Arbeitsblätter für die Berichterstattung benutzen.

Weitere Untersuchungen

1. Verwende destilliertes Wasser und lass die Schüler den pH des Wassers messen.
2. Lass die Schülerinnen vermuten, ob der pH nach dem Durchsickern durch den Boden verschieden sein wird.
3. Messe den pH des Wassers nach dem durchsickern lassen.
4. Lass die Schülerin und Schüler Schlüsse über den Einfluss des Bodens auf den pH des Wassers ziehen.

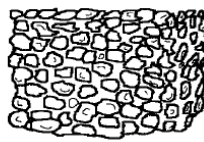
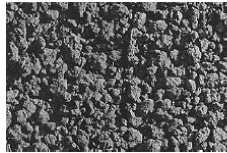
Hinweis: 1. Verwende denselben Ablauf, um mit der Leitfähigkeit zu experimentieren. Messe die Leitfähigkeit von destilliertem Wasser vor und nach dem Durchlauf, ebenso mit Salzwasser. 2. Mach ein Filtrationsexperiment mit sehr trübem Wasser und lass dieses durch sauberen Sand sickern.

Lass die Schülerinnen und Schüler die Version „Durchsickern lassen für Fortgeschrittene“ durchführen.

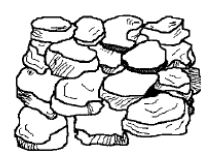
Durchsickern lassen für Anfänger

Arbeitsblatt „Beobachte und vermute“

Mein Boden hat eine _____ Farbe



Mein Boden ist krümelig



blockig (klumpig)

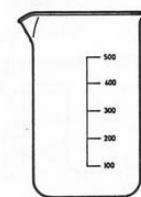
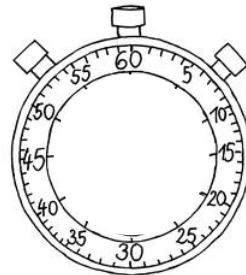


Mein Boden hat Reste von Pflanzen

JA

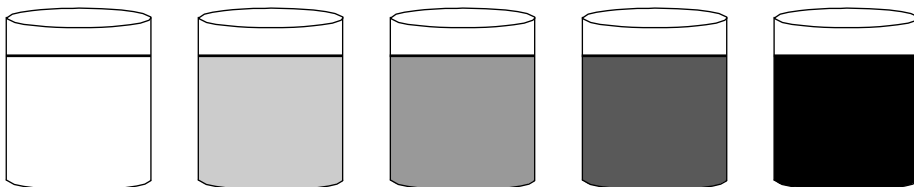
NEIN

Zeit: _____.

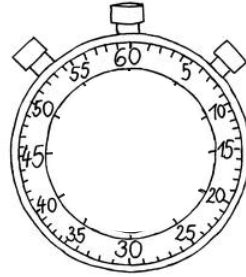


Wie viel Wasser kommt unten heraus?
Markiere mit roter Linie!

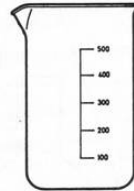
Wie wird das Wasser aussehen? Kreise ein!



Experiment und Bericht

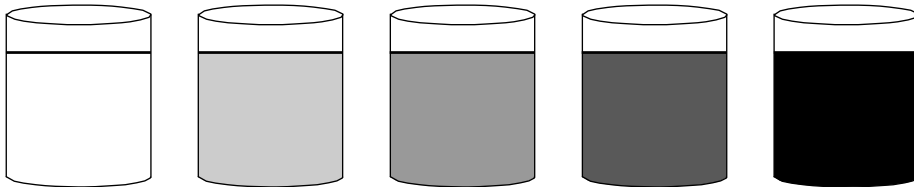


Zeit: _____.



Wie viel Wasser ist durchgesickert?

Wie sieht das Wasser aus?



Mein Bericht



Lernaktivität

„Durchsickern lassen“

Ziel

Einige wichtige Zusammenhänge zwischen verschiedenen Bodentypen und Wasser verstehen.

Übersicht

Schülerinnen und Schüler messen die Zeit, die Wasser braucht, um durch verschiedene Böden durchzusickern und beobachten die Wassermenge, die in den Böden zurückgehalten wird. Sie beobachten auch die Filterleistung der Böden, indem sie den pH des Wassers vor und nach dem Durchsickern bestimmen und die Klarheit des Wassers und die Bodeneigenschaften beobachten.

Ergebnis für Schülerinnen und Schüler

Schülerinnen und Schüler werden befähigt, die physikalischen und chemischen Änderungen beim Durchsickern des Wassers durch den Boden zu identifizieren. Sie werden befähigt eigene Experimente zu konzipieren, mit denen Boden- und Wassereigenschaften geprüft werden können. Sie werden befähigt das Konzept „Erde als System“ zu erkunden und wissenschaftliche Methoden korrekt anzuwenden.

Wissenschaftliches Konzept

Erd- und Weltraumwissenschaften

- Die Erde besteht aus festem Gestein, Boden, Wasser, Lebewesen und atmosphärischen Gasen.
- Böden haben Eigenschaften wie Farbe, Textur, Struktur, Konsistenz, Dichte, pH und Fruchtbarkeit; diese unterstützen das Wachstum verschiedenster Pflanzen.
- Die Oberfläche der Erde verändert sich.
- Böden bestehen aus Mineralien (< 2mm), organisches Material, Luft und Wasser.
- Wasser zirkuliert durch Böden und verändert Eigenschaften der Böden und des Wassers.

Fähigkeiten für wissenschaftliches Arbeiten

- Sinnvolle Fragen stellen.
- Aufbau und Durchführung des Experiments.

- Anwendung angepasster Werkzeuge und Techniken, inkl. Mathematik, um Daten zu sammeln, zu analysieren und zu diskutieren.
- Entwicklung von plausiblen Beschreibungen, Erklärungen, Voraussagen und Modellen.
- Kommunikation der Vorgehensweisen und Erklärungen.

Zeitaufwand

1 Lektion für die einführenden Aktivitäten
2 bis 3 Lektionen für *Weiterführende Untersuchungen*

Niveau

Sek I und Sek II

Material und Werkzeuge

(für jedes Team von 3 bis 4 Schülerinnen und Schülern)

- 2-3 leere 2 Liter PET-Flaschen*
- 4-6 Bechergläser (500ml) oder ähnlich große Gefäße mit cm-Angaben zum Auffüllen und Auffangen des Wassers. Die Anzahl Bechergläser hängt von der Anzahl Schülerteams ab. (Leere PET-Flasche sind auch geeignet).
- Bodenproben (1.2l Proben verschiedener Bodentypen aus der Umgebung des Schulhauses oder von zuhause – Menge hängt von der Klassengröße ab. Die Proben können Oberboden (A-Horizont), Topferde, Sand, verdichteter Boden, Boden mit Grasnarbe, Böden mit unterschiedlicher Textur, Farbe oder Struktur oder Katzenstreu sein).
- Feiner Gardinenstoff oder feines Netz, das Wasser nicht absorbiert und nicht mit Wasser reagiert (Maschenweite < 1mm).
- Reißfestes Klebeband
- Scheren
- Wasser
- Labor-Ringständer falls erhältlich (genug, um alle benötigten PET-Flaschen zu halten). Stattdessen können die PET-Flaschen auch im Becherglas oder in geringfügig kleineren, oben abgeschnittenen PET-Flaschen fixiert werden. Mit dem Gewicht der Bodenproben



sollten die PET-Flaschen stabil in den Bechergläsern oder PET-Flaschenböden halten.

Wasserfeste Filzstifte oder Wachsstifte um den Wasserstand in den Auffanggefäßen zu markieren.

- Verschiedene Messzylinder, um die aufgefangenen Wassermengen in den Flaschenböden zu messen (nur für den Fall, dass keine Bechergläser verwendet werden).
- pH-Papier, -Stift oder -Meter
- Stoppuhr oder Uhr
- *Arbeitsblatt*
- Feldbuch

Für weitere Untersuchungen:

- Destilliertes Wasser
- Salz
- Essig
- Backpulver
- Plastikfolie, um PET-Flaschen zuzudecken
- Leitfähigkeitsmessgerät
- NPK-Kit
- Wachsende Grasnarbe oder Mulch
- Kit für Alkalinität

* Du kannst auch 1l Flaschen benutzen und 400 oder 250ml Bechergläser. Die Größe der Bechergläser hängt vom Durchmesser der Flaschen ab. Die eingesetzten Flaschen mit dem Netz sollten nicht zu tief ins Becherglas ragen, um das Ablesen des Wasserstands nicht zu beeinträchtigen. Kleinere Flaschen haben den Vorteil, dass weniger Boden nötig ist. Unabhängig von der Größe der Flaschen, muss das verwendete Boden- und Wasservolumen, die Größe der Bechergläser und Flaschen in vergleichenden Experimenten gleich sein.

Voraussetzungen

Keine

Hintergrund

Was mit dem Wasser passiert, wenn es durch Boden sickert, ist von verschiedenen Dingen wie Größe der Bodenpartikel (Textur und Verteilung der Partikel), Verteilung der Partikel (Struktur), Dichte der Partikel (Bodendichte) und Interaktion zwischen Bodenpartikeln und Wasser abhängig. Einige Bodentypen lassen Wasser rasch eindringen und halten das Wasser zurück wie ein Schwamm. Dieses Wasser ist für Pflanzen einfacher verfügbar. Durch andere Bodentypen fließt fast das gesamte Wasser in wenigen Sekunden durch. Und wieder andere Böden verhindern, dass Wasser eindringt. Keiner der Bodentypen ist besser als der

andere – sie sind nur besser für unterschiedliche Umstände. Welchen Bodentyp würdest du aussuchen, wenn du einen Garten bepflanzen möchtest? Wenn du eine Straße oder einen Kinderspielplatz bauen müsstest? Was geschieht, wenn Regen auf einen wassergesättigten Boden fällt? Wie kann man die Wasserückhaltefähigkeit eines Bodens verbessern? Was geschieht mit Boden, dem organisches Material beigefügt wird, auf dem Pflanzen wachsen, der verdichtet wird oder der gepflügt wird?

Wasser im Boden ist auch ein Schlüsselfaktor beim Transport von Nährstoffen vom Boden in die wachsenden Pflanzen. Die meisten Pflanzen ernähren sich nicht von festen Nährstoffen (auch wenn einige Insekten verdauen!). Stattdessen nehmen sie Wasser durch ihre Wurzeln auf und nutzen die darin gelösten Nährstoffe aus dem Boden. Wie nährstoffreich ist ein Boden? Dies hängt davon ab, wie der Boden entstanden ist, woraus er entstanden ist und wie er bearbeitet wurde. Bauern und Gärtnerinnen führen dem Boden oft Nährstoffe in Form von Düngern zu, so dass der Boden über mehr Nährstoffe für ihre Kulturen verfügt.

Vorbereitung

- Diskutiere einige generelle Charakteristiken des Bodens oder zu *Warum untersuchen wir den Boden* oder *Boden in meinem Garten* oder das *Bodenbeurteilungsprotokoll*.
- Bringe verschiedene Bodenproben von der Schule oder zuhause.
- Sammlung fester 2l PET-Flaschen. Entferne Etiketten und Deckel und schneide den Boden der PET-Flaschen weg. Der obere Teil der Flasche passt in ein 500ml Becherglas oder anderen leeren Behälter.
- Setze ein rundes Netzstück (Gardinenstoff, Nylonnetz) in die Flasche ein, sodass die Flaschenöffnung gut bedeckt ist. Fixiere die Netzrondelle mit starkem Klebeband.
- Setze die Flasche mit dem Hals nach unten auf ein leeres Becherglas oder anderes leeres Gefäß (z.B. ein PET-Flaschenboden).
- Nutze die Gelegenheit, um auf die Bedeutung von Recycling hinzuweisen.

Was tun und wie

Untersuchungen mit der ganzen Klasse

1. Beobachte die Eigenschaften der zur Verfügung stehenden Bodenproben mit den Schülerinnen und Schülern. Benutze das Feldbuch, um die Informationen zu den Bodenproben zu erfassen. Notiere die genaue Herkunft und die Bodentiefe der Proben. Ei-

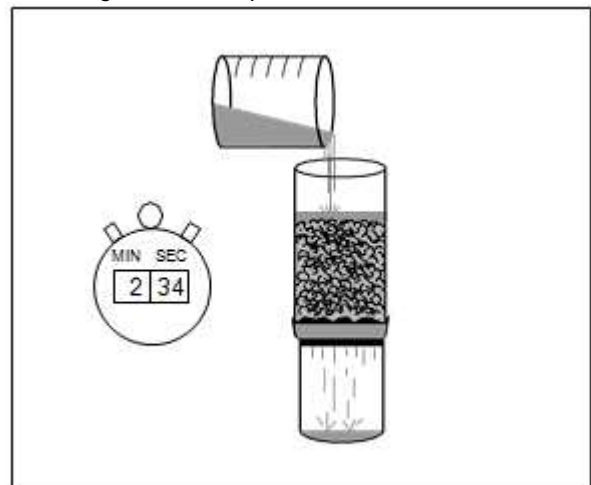
ne Alternative ist den Schülerinnen und Schülern nichts über die Herkunft der Bodenproben zu sagen und sie die Proben genau beobachten zu lassen. Wenn die Bodencharakteristiken protokolliert sind, kannst du auch Feuchtigkeit, Struktur, Farbe, Konsistenz, Textur und die Präsenz von Steinen und Wurzeln aufnehmen.

2. Wähle zur Demonstration einen Boden (sandiger Boden funktioniert am besten) aus und fülle 1.2l Boden in die 2l Flasche.
3. Fülle 300ml Wasser in das 500ml Becherglas oder anderes leeres Gefäß. Messe den pH des Wassers. Notiere auch die Klarheit des Wassers.
4. Als Option kannst du die Schülerinnen und Schüler das Experiment auch selber aufbauen lassen. Sie sollen die Fragen beantworten, wie das Wasser eingefüllt werden soll (langsam, schnell, in abgemessenen Mengen)? Was soll gemessen werden, wenn das Wasser aus der Flaschenöffnung tropft (der erste Tropfen, die ersten 100ml etc.)? Sollen sie das Wasser gleichzeitig mit den anderen Schülergruppen einfüllen?
5. Frage die Schüler „Was wird geschehen, wenn Sie das Wasser auf den Boden geben?“ Frage die Schüler, warum das Wasser und der Boden sich so verhalten werden, wenn du das Wasser einfüllst. Einige mögliche Fragen könnten sein:
 - Wie viel Wasser wird unten aus der Flasche herausfließen?
 - Wie schnell wird das Wasser durch den Boden fließen?
 - Wird der pH des Wassers sich ändern und wenn ja, wie?
 - Wie wird das Wasser aussehen, wenn es unten herausfließt (v.a. Farbe und Klarheit)?
6. Notiere die Hypothesen und experimentellen Designs der Klasse an der Tafel und lasse die Schülerinnen und Schüler diese in ihre Feldbücher aufnehmen.
7. Gieße das Wasser auf den Boden und beginne die Zeitmessung. Lass die Schülerinnen und Schüler beschreiben was zu beobachten ist:
 - Bleibt alles Wasser an der Bodenoberfläche?
 - Wo geht das Wasser hin?
 - Sind Wasserblasen auf der Wasseroberfläche zu sehen?
 - Sieht das Wasser, das unten herausfließt gleich aus wie dasjenige, das oben eingefüllt wird?

- Was geschieht mit der Bodenstruktur, speziell an der Bodenoberfläche?

8. Notiere die Beobachtungen an der Tafel und lass die Schülerinnen und Schüler diese in ihre Feldbücher aufnehmen. Schreibe auch die gestoppte Zeit auf, die das Wasser benötigte, um durch den Boden zu sickern.
9. Lass die Schülerinnen und Schüler ihre Hypothesen und die Resultate des Experiments vergleichen.
10. Lass die Schülerinnen und Schüler ihre Schlussfolgerungen zur Interaktion von Wasser und Boden in ihren Feldbüchern aufschreiben.
11. Nachdem kein Wasser mehr unten aus der Flasche tropft, nimmst du die Flasche weg und zeigst das Wasser, das im Becherglas aufgefangen wurde. Frage die Schülerinnen und Schüler:
 - Wie viel Wasser sickerte durch den Boden durch verglichen mit der eingefüllten Menge?
 - Was ist mit dem fehlenden Wasser geschehen?

Abbildung Boden 2: Experimentelle Bodensäule



12. Notiere die Klarheit des Wassers.
 - Ist das Wasser gleich klar wie bevor es durch den Boden gesickert ist?
13. Teste den pH des durchgesickerten Wassers, notiere das Resultat und vergleiche das Resultat mit dem pH des Wassers, das nicht durch den Boden gesickert ist. Vergleiche mit den Hypothesen der Schülerinnen und Schüler.
 - Hat sich der pH verändert?
 - Wenn ja, was hat ihn verändert?
14. Mit der mit wassergesättigten Boden gefüllten Flasche fragst du die Schüler, was passieren wird, wenn nochmals 300ml

Wasser eingefüllt wird. Notiere die Hypothesen an der Tafel.

- Wie viel Wasser wird im Boden zurückgehalten?
- Wie schnell wird das Wasser durch den Boden fließen?
- Wird der pH ändern?
- Wie klar wird das Wasser sein?

15. Fülle das Wasser auf den wassergesättigten Boden, stoppe die Zeit, beobachte die Resultate und vergleiche mit den Hypothesen.

16. Lass die Schülerinnen und Schüler ihre Fragen, Hypothesen, Beobachtungen und Schlussfolgerungen in ihre Feldbüchern aufnehmen.

Untersuchungen in Teams

Experimentieren mit verschiedenen Böden

1. Besprich die Eigenschaften der verschiedenen mitgebrachten Bodenproben.
2. Frage Schülerinnen und Schüler, ob bei allen Bodentypen Wasser gleich schnell durchsickern wird und ob alle Böden gleich viel Wasser zurückhalten werden.
3. Diskutiere, welche Böden anders sein könnten und warum.
4. Lass jede Schülergruppe eine der Bodenproben auswählen.
5. Lass die Schülergruppe die Schritte 2-16 mit ihrer Bodenprobe ausführen. Die Gruppen sollen ihre Hypothesen und Beobachtungen in ihre Feldbücher schreiben.
6. Lass jede Gruppe ihre Resultate vor der Klasse vortragen. Die Vorträge sollen die Fragestellung, Hypothesen und Beobachtungen gemäß nachfolgender Variablen und deren Einfluss auf die Resultate einhalten:
 - Bodeneigenschaften
 - Ursprünglicher Wasser-pH und Klarheit
 - Zeit für das Durchsickern des Wassers
 - Menge des durchgesickerten Wassers
 - Änderungen Wasser-pH und Klarheit
 - Resultat des Tests mit dem wassergesättigten Boden.

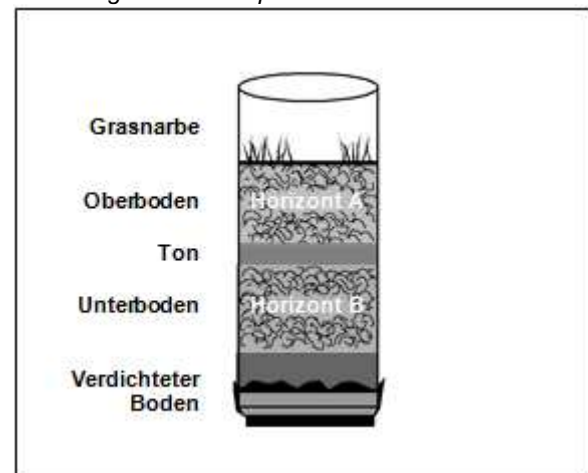
Hinweis: Die Informationen in den Feldbüchern dienen den Schülerinnen und Schülern für ihre Berichte und Artikel.

7. Geh alle Resultate durch. Lass die Klasse Bodeneigenschaften wie unterschiedliche Partikelgröße, Zwischenraum zwischen Partikeln, organisches Material, das Wasser zurückhalten könnte etc. mit dem schnellsten und langsamsten Durchsickern,

mit dem Wasserrückhaltevermögen und mit Änderungen in pH und Klarheit in Zusammenhang bringen.

8. Aufbauend auf dem Vergleich ihrer Hypothesen mit den Resultaten, sollen die Schlussfolgerungen über wie Wasser mit dem Boden interagiert und wie Bodentypen sich unterschiedlich verhalten in ihren Feldbüchern erfasst werden.
9. Lass die Schülerinnen und Schüler das Gelernte anhand realer Umstände erkunden, um zu verstehen, was im Wassereinzugsgebiet oder mit der Landnutzung in ihrer Gemeinde geschehen könnte. Sie können z.B. folgenden Fragen nachgehen:
 - Was passiert, wenn Böden stark verdichtet sind und es zu extremen Niederschlagsereignissen kommt?
 - Wie unterscheidet sich bewachsener und kahler Boden?
 - Beeinflusst die Atmosphäre die Bodeneigenschaften?
 - Wie beeinflusst der Boden die Infiltrationsrate und das Grundwasser?

Abbildung Boden 3: Experimentelle Bodensäule



Weiterführende Untersuchungen

1. Schülerinnen und Schüler sollen eine Bodensäule in einer leeren PET-Flasche kreieren, die entweder den Wasserdurchfluss beschleunigt oder verlangsamt.

Mach ein Brainstorming, um diese Aufgabe zu lösen. Lass die Schülerinnen und Schüler ihre Methode und Ideen für diese „Bodenkreation“ aufschreiben. Erfasse die Resultate für den Wasserdurchfluss. Welche Bodenkreation hatte welche Effekte? Hat die Bodenkreation, die das Wasser langsam durchfließen lässt, auch ein besseres Wasserrückhaltevermögen?

2. Baue eine Bodensäule, die dem Bodenprofil eines Probenstandorts gleicht (vgl. Abb. 3). Verwende die Bodenhorizonte in derselben Reihenfolge wie im Bodenprofil. Beobachte die Boden-Wasser-Interaktion in diesem nachgebauten Bodenprofil.
3. Messe die Bodentemperatur verschiedener Bodentypen und vergleiche sie. Gibt es Unterschiede und wenn ja, warum?

Für weiter Fortgeschrittene

Aufbauend auf den bisherigen Versuchen, sollen die Schülerinnen und Schüler weitere Experimente designen, um weitere oder selbst entwickelte Hypothesen zu prüfen. Mögliche Ideen:

1. Lass die Schülerinnen und Schüler Hypothesen anderen Aspekten machen, wie der Boden die Wasserchemie beeinflusst. Bestimme die Nährstoffe N, P und K mit dem Boden-NPK-Kit im Boden und im Wasser. Wiederhole die Messungen nachdem du das Wasser durch den Boden hast durchsickern lassen.
2. Lass die Schülerinnen und Schüler dem Wasser Salz zufügen und die Leitfähigkeit und den Salzgehalt im Wasser vor und nach dem Durchsickern messen.
3. Füge dem Wasser Essig oder Backpulver zu und prüfe den pH und die Alkalinität vor und nach dem Durchsickern.
4. Lass die Schülerinnen und Schüler Hypothesen zum Einfluss der Evaporation auf das Wasserrückhaltevermögen aufstellen. Welche Faktoren beeinflussen die Evaporation? Fülle Boden desselben Bodentyps in zwei PET-Flaschen und sättige beide mit Wasser. Lass eine Flasche offen stehen, die andere verschließt du oben dicht mit Plastikfolie. Stelle beide Flaschen an ein sonniges Fenster. Das Gewicht des Bodens in jeder Flasche wird eine Funktion des Wasserrückhaltevermögens über die Zeit sein. Die Schülerinnen und Schüler können die Differenz der offenen und verschlossenen Flasche über die Zeit grafisch darstellen.
5. Lege ein Stück Grasnarbe oder Mulch auf den eingefüllten Boden in der Flasche. Wie wirkt sich dies auf die Infiltration von Wasser aus? Wie wirkt sich dies auf die Klarheit des Wassers aus, das unten aus der Flasche herausicksert? Wie steht dies in Bezug mit der Erosion in der realen Welt?
6. Frage die Schülerinnen und Schüler was mit Boden geschieht, der über lange Zeit was-

sergesättigt bleibt. Fülle eine Bodenprobe in eine PET-Flasche ein, deren Boden nicht weggeschnitten wurde und sättige diese mit Wasser. Kann man Veränderungen in der Struktur, in der Farbe und im Geruch feststellen? Wie lange dauert es, bis Veränderungen festzustellen sind?

7. Schülerinnen und Schüler sollen die Bodenfeuchtigkeitsdaten von fünf GLOBE Standorten untersuchen, die ungefähr dieselbe Niederschlagsmenge über 6 Monate haben. Zeichne die monatliche Bodenfeuchtigkeit für jeden Standort auf. Wie unterscheiden sich die Grafiken? Welche anderen GLOBE Daten können die Schülerinnen und Schüler für die Standorte finden, die die Unterschiede erklären könnte?

Schülerbeurteilung

Schülerinnen und Schüler sollten die wissenschaftlichen Methoden kennen und sie zum Aufbau eines Experiments anwenden können. Zudem sollten sie den wissenschaftlichen Zusammenhang zur Bodenfeuchtigkeit verstehen. Sie sollten auch fähig sein übergeordnete Schlussfolgerungen aus den Resultaten ihrer Versuche zu ziehen und schlüssige Beweise dafür zu erbringen. Dies kann aufgrund der Einträge in den Feldbüchern, der Teilnahme an den Diskussionen in der Klasse und der Beiträge zu Fragen, Hypothesen, Beobachtungen und Schlussfolgerungen beurteilt werden. Die Qualität ihrer Vorträge ist ein weiterer Punkt in der Beurteilung ihres Fortschritts. Eine weitere Idee ist die Schülerinnen und Schüler schriftliche Berichte oder gar Artikel schreiben zu lassen. Die Experimente, Präsentationen und Berichte sollten in Gruppen gemacht werden, um auch die Teamfähigkeit beurteilen zu können.

Hinweis: Diese Lernaktivität passt gut zum Bodenfeuchtigkeitsprotokoll. Die Lernaktivität kann im Klassenzimmer beginnen, bevor Bodenproben oder Feuchtigkeitsmessungen draußen gemacht werden. Zusätzliche Beobachtungen und Messungen zu Durchfluss, Wasservolumen, pH, Klarheit etc. können nach der Rückkehr ins Klassenzimmer gemacht werden. Die Lernaktivität bringt auch das Bodenfeuchtigkeits- und Bodenbeurteilungsprotokoll in einen konzeptionellen Zusammenhang. Sie werden verstehen, warum die Informationen und Daten, die sie gesammelt haben, für die Entwicklung von Hypothesen und Schlussfolgerungen wichtig sind.



Lernaktivität „Vom Schlammkuchen zum Ziegelstein“

Ziel

Es sollen die verschiedenen Korngrößen und deren Beitrag zu den Bodeneigenschaften eingeführt werden.

Übersicht

Die Schüler werden den Boden sieben, um organisches Material und Kieselsteine zu entfernen. Sie werden dann den Boden mit noch feineren Maschen sieben, um Ton und Sand zu trennen. Sie werden durch Hinzufügen von Wasser Kuchen aus den verschiedenen Bodenkomponenten formen. Diese werden getrocknet und anschließend deren Eigenschaften untersucht. Schließlich werden die Schüler aufgefordert den "perfekten" Kuchen oder einen Ziegelstein durch Kombination verschiedener Bodenanteile zu erstellen.

Ergebnis für Schülerinnen und Schüler

Schülerinnen und Schüler werden befähigt, den Boden zu charakterisieren. Sie werden fähig sein, den Boden aufgrund der Korngrößenverteilung zu identifizieren. Schülerinnen und Schüler können Baumaterial aus Boden schaffen.

Wissenschaftliches Konzept

Erd- und Weltraumwissenschaften

- Böden bestehen aus verwittertem Gestein und abgebautem organischem Material.

Wissenschaft aus persönlicher und sozialer Perspektive

- Baumaterialien bestehen aus Ressourcen.

Fähigkeiten für wissenschaftliches Arbeiten

- Sinnvolle Fragen stellen.
- Aufbau und Durchführung des Experiments.
- Entwicklung von plausiblen Beschreibungen, Erklärungen, Voraussagen und Modellen.
- Kommunikation der Vorgehensweisen und Erklärungen.

Zeitaufwand

1 Lektion um Boden zu sieben und Schlammkuchen zu machen

Trocknung über Nacht

1 Lektion, um mit der Ziegelsteinproduktion zu experimentieren

Trocknung über Nacht

Niveau

Sek I (und Sek II)

Material und Werkzeuge

(für jedes Team von 3 bis 4 Schülerinnen und Schülern)

- 1 Liter Lehmboden
- Diverse Siebe mit verschiedenen Maschenweiten.
- Stroh (oder geschnittenes, trockenes Gras)
- Zusätzlich Tonpulver und Sand
- Alte Eiswürfelformen (um Ziegel zu formen)
- Kleine Plastikdeckel oder Platten (für Kuchen)
- Plastiktischdecke

Voraussetzungen

Keine

Hintergrund

Boden setzt sich aus Körnern verschiedener Größe zusammen, Gesteinsbruchstücke sind: Sand, Schluff, Ton. Wie viel Wasser vom Boden gehalten werden kann, wie leicht Wasser durch den Boden sickern kann und was geschieht, wenn der Boden austrocknet, hängt von der Zusammensetzung dieser Materialien ab. Boden, der zu viel Ton enthält, kann, wenn er austrocknet, springen - vielleicht hast du schon einmal Aufnahmen von Böden mit großen Rissen gesehen, oder Sprünge auf einer Schlammputze gesehen, wenn sich die größeren Teilchen bereits am Boden abgesetzt haben. Boden der zu viel Sand enthält, wird nicht zusammenhalten oder stark genug für Baumaterial sein.

Erde wird seit tausenden von Jahren als Baumaterial verwendet und stellt immer noch eines der wichtigsten Baumaterialien dar. In Trockengebieten werden die Häuser seit Jahrhunderten mit gebrannten Ziegeln gebaut. Beton und Steine sind in anderen Gebieten übliche Baustoffe. Unabhängig davon, ob Sie die Steine aus Beton oder Ziegel herstellen, es kommt immer darauf an, die richtige Zusammensetzung zu verwenden.

Was tun und wie

Beobachtungen

1. Lass die Schüler den Boden sorgfältig untersuchen. Sie sollen dazu ihre Augen, Hände und ein Vergrößerungsglas einsetzen.
2. Gib den Schülern eine Liste von Eigenschaften, die sie am Boden untersuchen sollten. Z.B. unterschiedliche Korngrößen, Formen, Farbe der Klumpen, anderes Material wie Stecken oder Blätter, "staubt" der Boden, Gewicht etc.
3. Die Schüler sollen überlegen, ob der Boden anders wäre, wenn alle Partikel gleich oder wenn einige der Partikel fehlen würden. Was wäre anders?
4. Beginne mit dem Sieb, das die größten Maschen hat und siebe die Bodenprobe.
5. Lege alles, was nicht durch das Sieb geht auf einen Haufen - dies sind die größten Teile.
6. Lass die Schüler die beiden Haufen untersuchen. Was ist an ihnen gleich, was unterscheidet sie? Können sie sich Gründe vorstellen, warum unterschiedlich große Partikel sich für verschiedene Dinge eignen könnten?
7. Nimm den Boden, der durch das Sieb gegangen ist und siebe ihn mit der nächst kleineren Größe.
8. Lege das, was nicht durch das Sieb gegangen ist zur Seite und fahre mit feinmaschigeren Sieben fort. Die Schüler haben nun mehrere Haufen mit Bodenmaterial unterschiedlicher Korngröße vor sich.
9. Die Schüler sollen nach Worten suchen, welche die verschiedenen Bodenportionen beschreiben. Führe die Begriffe Sand, Schluff und Ton ein. Beschreibende Wörter sind z.B. pudrig, rau, weich, staubig, etc.

Experiment

1. Diskutiere mit den Schülern, wie wichtig Boden als Baumaterial ist. Die Schüler sollen auflisten, was mit Erde gebaut wurde, z.B. Fußgängerwege aus Beton, Ziegelsteingebäude.
2. Die Schüler sollen beschreiben wie sie mit dem vor ihnen liegenden Boden einen Ziegelstein herstellen würden.
3. Bitte die Schüler, die Eigenschaften eines guten Ziegelsteins zu beschreiben, z.B. Härte, springt, bricht nicht, ist wasserfest etc.
4. Frage die Schüler, welcher Haufen den besten Ziegelstein oder Schlammkuchen ergeben wird. Sie sollen ihre Wahl begrün-

den. Was passiert mit jedem Haufen, wenn Wasser zugegeben wird?

5. Lass die Schüler Schlammkuchen und Ziegelsteine herstellen. Gib zu den Erdhaufen Wasser. Die Schüler können die Ziegel mit den Händen formen oder die Eiswürfelform verwenden.
6. Lass die Teile in der Sonne oder an einem warmen Ort trocknen.
7. Die Schüler sollen nun die Schlammkuchen oder Ziegel, die sie hergestellt haben testen. Brechen oder springen sie, sind sie weich etc.. Liste die guten und schlechten Eigenschaften auf.

Für Fortgeschrittene

1. Fordere die Schüler auf, den perfekten Schlammkuchen oder Ziegel herzustellen, indem sie verschiedene Mengen der einzelnen Bodenpartikel, die sie durch Aus-sieben getrennt haben, mischen. Zusätzlich kannst du Sand, Ton oder organisches Material zur Verfügung stellen, insbesondere, wenn in der Ausgangsprobe wenig von diesen Materialien enthalten war. Die Schüler wiegen die verschiedenen Anteile aus und schreiben ein "Rezept", damit sie ihre Zusammenstellung mit den anderen Schülern vergleichen zu können.
2. Fortgeschrittene Schüler können das prozentuale Gewicht der Einzelkomponenten ihrer Vorschrift berechnen.

Weiterführende Untersuchungen

1. Was passiert, wenn die getrockneten Steine nass werden? Erörtere, wie Häuser aus Ziegel vor Regen geschützt werden.
2. Untersuche die Teile eines zerbrochenen Ziegels. Welche Elemente lassen sich erkennen? Warum sind die Ziegel wasserfest?

Leistungsbeurteilung

Lass die Schüler die Erde im Bereich der Schule oder am GLOBE Messort für Biologie untersuchen. Frage die Schüler, wie sie Bereiche mit mehr Ton oder mehr Sand bestimmen können.

Rezeptkarte	Menge
Zutaten:	
Ton (kleinste Partikel)	
Schluff (mittlere Partikel)	
Sand (grosse Partikel)	
Andere	
Andere	



Lernaktivität

„Der Boden vor meiner Tür“

Ziel

Den Boden und seine Eigenschaften zu erforschen.

Übersicht

Die Schüler lernen die vielfältigen und veränderlichen Eigenschaften von Böden kennen, erkennen Zusammenhänge zwischen Bodenbeschaffenheit und bodenbildenden Faktoren und stellen die Verbindung zwischen der GLOBE-Bodenuntersuchung und ihrer eigenen alltäglichen Umgebung her. An Bodenproben vom eigenen Wohnort werden kennzeichnende Merkmale des Bodens verdeutlicht und Unterschiede zu den Ergebnissen der Mitschüler herausgearbeitet. Zusammenhänge zwischen den Eigenschaften der jeweiligen Bodenproben und dem Ort und Verfahren ihrer Entnahme werden in der gesamten Klasse beschrieben. Ältere Schüler erstellen ein Bodenklassifikationsschema.

Ergebnis für Schülerinnen und Schüler

Schülerinnen und Schüler werden befähigt, den Boden zu charakterisieren. Sie werden fähig sein, Böden aufgrund physikalischer Eigenschaften zu unterscheiden.

Wissenschaftliches Konzept

Erd- und Weltraumwissenschaften

- Erdmaterialien bestehen aus Gesteinen, Boden, Wasser, Lebewesen und Gasen der Atmosphäre.
- Böden haben Eigenschaften wie Farbe, Textur, Struktur, Konsistenz, Dichte, pH, Fruchtbarkeit und sie sind Standort für verschiedene Pflanzenarten.
- Die Erdoberfläche ändert sich.
- Böden werden oft in Schichten vorgefunden, die jeweils unterschiedliche chemische Zusammensetzungen und Texturen haben.
- Boden besteht aus Mineralien (<2mm), organischem Material, Luft und Wasser.
- Wasser zirkuliert durch den Boden und verändert dabei sowohl die eigenen Eigenschaften als auch die des Bodens.

Fähigkeiten für wissenschaftliches Arbeiten

- Sinnvolle Fragen stellen.
- Aufbau und Durchführung des Experiments.
- Anwendung angepasster Werkzeuge und Techniken inkl. Der Mathematik, um Daten zu analysieren und interpretieren.
- Entwicklung von plausiblen Beschreibungen, Erklärungen, Voraussagen und Modellen.
- Kommunikation der Vorgehensweisen und Erklärungen.

Zeitaufwand

1 Lektion, um Bodeneigenschaften zu beobachten und 1-2 Lektionen für die Diskussion.

Trocknung über Nacht

Wenn Böden getrocknet werden müssen und die Änderungen beobachtet werden sollen, braucht es eine weitere Lektion.

Niveau

Sek I und Sek II

Material und Werkzeuge

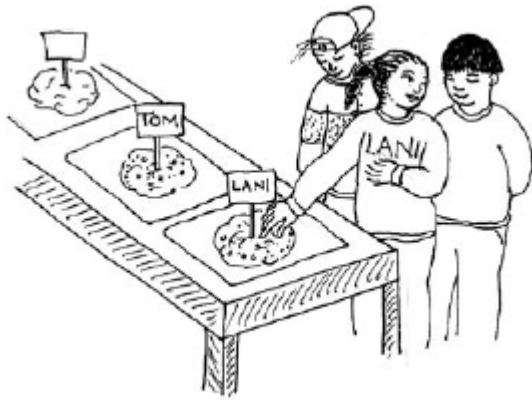
- Zeitungen
- 1l-Plastiksäcke
- Lokale Karten der Schulhausumgebung (Topografie, Straßenkarten)
- Lupe

Vorbereitung

Am Durchführungstag ist im Klassenzimmer eine ausreichend große Fläche für die Durchführung der Bodenuntersuchungen vorzubereiten (z.B. durch Auslegen der Labortische mit Zeitungspapier). Wenn die Schüler ihre Bodenproben auch trocknen sollen, muss ein Ort verfügbar sein, an dem diese über mehrere Tage ungestört liegenbleiben können. (Siehe Hinweise zur Bodentrocknung im *Protokoll Bodencharakterisierung*).

Voraussetzungen

Keine



Hintergrund

Die Bodenbeschaffenheit unterscheidet sich je nach dem Ort und der Tiefe der Probenentnahme.

Was tun und wie

Bevor du den Schülern aufgibst, Bodenproben zu sammeln, fragen Sie sie, wie viele verschiedene Proben, nach ihrer Einschätzung, jeder einzelne in der Klasse in seiner Umgebung finden wird. Dazu benötigen die Schüler vorhergehende Erfahrungen und Kenntnisse.

Vor dem Unterricht

Fordere die Schüler auf, Bodenproben von zuhause mitzubringen (möglichst in 1l-Plastikbeuteln). Auch eine Dokumentation zur Probenentnahme soll mitgebracht werden (z.B. Ort, von dem die Probe stammt, Grabungstiefe, bisherige Aufbewahrung usw.). Für jüngere Schüler kann ein Protokoll zur Probenentnahme entweder in der Klasse erarbeitet oder vom Lehrer vorgegeben werden.

Während des Unterrichts

1. In der Klasse sollen die Schüler ihre Bodenproben auslegen und genau untersuchen. Die gemachten Beobachtungen sind in Feldbüchern zu protokollieren.
2. Leite die Schülerin und Schüler im Zuge ihrer Untersuchung durch gezielte Fragen zum Beobachtungsgegenstand an: Welche Bodeneigenschaften sind erkennbar? Ist der Boden nass oder trocken? Welche Farben hat er? Ist die Zusammensetzung des Bodens erkennbar (organisches Material pflanzlicher/tierischer Herkunft, Gesteinssplinter, Sand, Ton usw.)? Welchen Geruch hat der Boden? Inwieweit unterscheidet sich der getrocknete Boden von der ursprünglichen Probe? Gibt es Unterschiede innerhalb derselben Probe? Wirkt sich das Verfahren der Probengewinnung

auf das Ergebnis aus? Wie würden die Schüler ihre Bodenproben einordnen bzw. klassifizieren?

3. Jeder Schüler soll eine Mitschülerin ermitteln, dessen Bodenprobe seiner eigenen ähnlich ist. Die Schüler sollen hierzu aufschreiben, weshalb sie die beiden Proben für ähnlich halten.
4. Jede Schülerin soll einen Mitschüler ermitteln, dessen Bodenprobe von seiner eigenen verschieden ist. Die Schüler sollen notieren, weshalb sie die beiden Proben für verschieden halten.
5. Lass die Schüler durch Diskussion in der Klasse die verschiedenen Merkmale herausarbeiten, die sie zur Beschreibung ihrer Böden verwendet haben. Schreibe diese Merkmale an die Tafel. Fordere die Schüler auf, zusammengehörige Merkmale zu Gruppen zu ordnen. Führe Begriffe zur Beschreibung der zugrunde liegenden Ähnlichkeiten ein (z.B. Farbe, sensorischer Eindruck, Wurzeln in der Probe). Lass die Schüler beschreiben, in welchem Zusammenhang die beobachteten Bodenmerkmale zu den Bodenbildungsfaktoren stehen.
6. Erörtere, welche Faktoren zur Ausbildung unterschiedlicher Merkmale geführt haben könnten (fünf bodenbildende Faktoren, Probenentnahmeeffekte usw.).
7. Lasse die Schüler ihre Hypothese mit dem Ergebnis vergleichen, wie viele verschiedene Bodenproben in der Klasse zusammengetragen wurden.
8. Diskutiere mit den Schülern, wie ihre Kenntnisse über die Bodeneigenschaften sich bei den Untersuchungen verändert haben. Was haben sie dabei gelernt? Liste solche Dinge wie Bodeneigenschaften, Variieren der Bodeneigenschaften innerhalb eines begrenzten Gebiets etc. auf.

Abwandlungen für jüngere bzw. ältere Schülerinnen und Schüler

Jüngere Schüler sollten sich auf Beobachtungen und Vergleiche konzentrieren.

Ältere Schüler können gruppen- oder klassenweise weitergehende Arbeiten durchführen, z.B.:

- Erarbeitung eines Standardverfahrens zur Probengewinnung und Entnahme einer zweiten Probe nach diesem Standardverfahren (mit anschließendem Vergleich)
- Erarbeitung eines Schemas zur Bodenklassifikation anhand von Merkmalen
- Trocknung der Bodenproben über verschiedene Zeiträume und Vergleich der



physikalischen Unterschiede zwischen verschieden lange getrockneten Proben.

- Eintragung der Probenentnahmeorte sowie der Verteilung verschiedener Bodensorten auf einer Landkarte.

Weitergehende Untersuchungen

Suche nahegelegene Grabungsorte (z.B. Baustellen) auf und vergleiche die dort gemachten Beobachtungen mit den Beschreibungen der von zuhause mitgebrachten Proben.

Hinweis: Sicherheit ist stets das wichtigste Kriterium!

Wähle eine andere Schule aus einer Region aus, die für bestimmte Eigenschaften bekannt ist (z.B. Regenzeiten, dichte Bewaldung usw.). Es sollte sich um eine Schule handeln, die im Rahmen des GLOBE-Programms aktiv Mitteilungen bzw. Daten beiträgt. Fordere die dortigen Schüler über GLOBE Mail auf, ihre Böden zu beschreiben, und übermittle im Gegenzug die eigenen Bodenbeschreibungen dorthin. Untersuche, welche Böden die besten Lebensbedingungen für Regenwürmer und andere Bodentiere bieten. Erarbeite ein Schema zur Einordnung (Klassifikation) von Böden anhand bestimmter Bodenmerkmale.

Leistungsbeurteilung

Lege den Schülerinnen und Schülern eine Probe eines ihnen unbekanntes Bodens vor und stelle (je nach Alter) die Aufgabe:

- Beschreibe diesen Boden unter Verwendung möglichst vieler Adjektive und Charakteristiken, die im *Feldführer des Protokolls* „Bodencharakterisierung“ zu finden sind.
- Ziehe aus den beobachteten Merkmalen Schlussfolgerungen zur möglichen Geschichte und zum Entnahmeort.



Lernaktivität „Boden aus der Feldperspektive - Spatenarbeit“

Ziel

Verdeutlichung der Veränderlichkeit von Bodeneigenschaften innerhalb einer Region.

Übersicht

Die Schüler untersuchen Schwankungen der Bodenbeschaffenheit im Umkreis der Schule. Dabei stellen sie fest, dass Merkmale wie z.B. Feuchtigkeit und Temperatur auch innerhalb derselben Gegend sehr unterschiedlich ausfallen können. Sie lernen, den Einfluss von Faktoren wie z.B. Gefälle, Schatten, Pflanzenbewuchs und Verdichtungsgrad auf das Aussehen und die Wasseraufnahmefähigkeit des Bodens zu beurteilen.

Ergebnis für Schülerinnen und Schüler

Schülerinnen und Schüler werden befähigt, den Boden zu charakterisieren. Sie werden fähig sein, die fünf bodenbildenden Faktoren mit den Bodeneigenschaften in Verbindung zu bringen.

Wissenschaftliches Konzept

Erd- und Weltraumwissenschaften

- Erdmaterialien bestehen aus Gesteinen, Boden, Wasser, Lebewesen und Gasen der Atmosphäre.
- Böden haben Eigenschaften wie Farbe, Textur, Struktur, Konsistenz, Dichte, pH, Fruchtbarkeit und sie sind Standort für verschiedene Pflanzenarten.
- Die Erdoberfläche ändert sich.
- Böden werden oft in Schichten vorgefunden, die jeweils unterschiedliche chemische Zusammensetzungen und Texturen haben.
- Boden besteht aus Mineralien (<2mm), organischem Material, Luft und Wasser.
- Wasser zirkuliert durch den Boden und verändert dabei sowohl die eigenen Eigenschaften als auch die des Bodens.

Fähigkeiten für wissenschaftliches Arbeiten

- Sinnvolle Fragen stellen.
- Aufbau und Durchführung des Experiments.
- Anwendung angepasster Werkzeuge und Techniken inkl. Der Mathematik, um Daten zu analysieren und interpretieren.

- Entwicklung von plausiblen Beschreibungen, Erklärungen, Voraussagen und Modellen.
- Kommunikation der Vorgehensweisen und Erklärungen.

Zeitaufwand

2 Lektionen: die erste Lektion für die Feldexkursion und die zweite Lektion, um die Resultate und Zusammenhänge zu diskutieren.

Niveau

Sek I und Sek II

Material und Werkzeuge

- Gartenschaufel oder Maurerkelle
- Notizblock

Voraussetzungen

Keine

Hintergrund

Einflüsse auf die Bodenbeschaffenheit

Die Beschaffenheit des Bodens ist an jedem Punkt der Erde einzigartig. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die fünf Bodenbildungsfaktoren an jedem Ort auf unwiederholbare Weise zusammenwirken. Betrachte deinen Untersuchungsstandort unter dem Aspekt, wie sich die Auswirkungen der fünf Bodenbildungsfaktoren an einzelnen Stellen unterscheiden.

Folgende Merkmale können z.B. in den einzelnen Böden verschieden ausgeprägt sein:

- Farbe
- Art und Dichte des Pflanzenbewuchses
- Häufigkeit von Wurzelwerk an der Bodenoberfläche
- Form der Bodenpartikel (sog. Bodenstruktur)
- Sensorische Beschaffenheit des Bodens (sog. Bodentextur)
- Menge und Größe der Steine im Boden
- Zahl der Würmer und anderer Tiere im Boden
- Wärme/Kälte bzw. Nässe/Trockenheit des Bodens (nasser Boden fühlt sich klebrig an und klumpt, feuchter Boden fühlt sich naß und kalt an, trockener Boden scheint überhaupt keine Feuchtigkeit zu enthalten).



Einflüsse auf die Bodenfeuchte

Aufgrund seiner einzigartigen Beschaffenheit zeichnet sich jeder Boden auch durch einen charakteristischen Wassergehalt aus. Die Bodenfeuchte ist von zahlreichen Faktoren abhängig - z.B. davon, wie schnell Niederschläge (Regen, Schnee, Hagel) in den Boden eindringen (ihn "infiltrieren") bzw. aus ihm ablaufen, welche Temperaturen herrschen und welche Pflanzen auf ihm wachsen. In stark verdichtetem Boden (z.B. einem häufig benutzten Fußweg) dringt das Wasser langsamer in den Boden ein als auf weniger stark frequentierten Flächen. Mitunter sorgt die Natur für ein beschleunigtes Austrocknen des Bodens. So kann z.B. in trockenen Klimazonen das sog. "Wüstenpflaster" (eng aneinander liegende Felsstücke, die den sandigen Untergrund wie Pflastersteine versiegeln) die Ablaufmenge erhöhen.

Auf einigen Böden bildet sich aufgrund von Wasser- und Windeinflüssen eine Oberflächenkruste. Auch Gefälle kann den Regenablauf beschleunigen. Während der Niederschlag von steilen Hängen schnell abläuft, bilden sich in der Ebene Pfützen. Pflanzenwurzeln lockern den Boden auf und erzeugen ein poröses Medium, das für Wasser leicht durchlässig ist. Sandige Böden lassen Niederschläge in der Regel schneller ablaufen als Tonboden.

Die Temperaturschwankungen an Ihrem Untersuchungsstandort mögen auf den ersten Blick gering erscheinen. Punktweise können jedoch erhebliche Unterschiede bestehen. Kühlender Schatten wird nicht nur von Bäumen erzeugt, sondern ist auch unter Steinen und auf der sonnenabgewandten Seite von Felsstücken anzutreffen. Der Boden kann an warmen Orten trockener, an kühlen und schattigen Stellen dagegen nasser sein.

Auch Pflanzen wirken sich auf die Bodenfeuchte aus, da sie sowohl Schatten erzeugen als auch Wasser aufnehmen können.

Was tun und wie

Stelle zunächst folgende Fragen:

1. Welche Seite eines Abhangs erhält auf unserer Erdhalbkugel mehr Sonnenlicht - die Nord- oder Südseite?
2. Angenommen, jemand möchte Würmer (oder anderes Kleintier) als Angelköder suchen. Wo findet er diese wohl am ehesten? Warum? Erinnert Euch daran, dass Tiere Wasser, Luft und Nährstoffe benötigen, die in den unter-

schiedlichsten Böden vorhanden sind. In verdichteten Böden finden Tiere erschwerte Lebensvoraussetzungen vor.

3. Wo wachsen mehr Pflanzen - an Berghängen oder in Tälern? Warum?

Am Untersuchungsort

1. Teile die Klasse in Gruppen von 3 - 5 Schülern auf. Jede Gruppe muss mit einer Schaufel bzw. Maurerkelle und Notizblöcken ausgestattet sein.
2. Lass die Schüler die unterschiedlichen Bodenverhältnisse an verschiedenen Stellen des Untersuchungsorts erkunden, indem du kleine Mengen Bodenmaterial ausgräbst, betrachtest und anfühlst. Die Schüler sollen Ihre Ergebnisse auf Notizblöcken festhalten.

Fordern Sie die Schüler auf, auch die verschiedenen Pflanzen- und Gesteinsarten, Wurzeln und Tiere (z.B. Regenwürmer) zu notieren. Zudem sollen sie die Festigkeit des Bodens, Entfernungen zu markanten Landschaftspunkten und andere Beobachtungen protokollieren. Leitfragen sind dem Kasten ("Die fünf Bodenbildungsfaktoren") zu entnehmen.

Welche Temperatur- und Feuchtigkeitsunterschiede sind zwischen Sand- und Tonboden zu erwarten? Wie wirkt sich dies auf das Pflanzenwachstum aus?

Lass die Schüler die untersuchten Stellen nach dem Grad der Bodenfeuchte (von "nass" bis "trocken") ordnen. Arbeite die Beeinflussung der Bodenfeuchte durch Standortbedingungen, Vegetationsart, Lage und sonstige Merkmale des Untersuchungsortes heraus.

Ergänzende Aufgaben

Lass die Schüler die Bodenbedingungen am Untersuchungsort in Form einer Bodenkarte skizzieren.

Bitte die Schüler, sich über mögliche Formen der "Landschaftsgestaltung" am Untersuchungsort Gedanken zu machen. Wenn dies ein Garten wäre - wo sollten welche Pflanzen gesetzt werden?

Die fünf Boden-bildenden Faktoren

Klima: Ist ein Geländebereich des Standorts mehr beschattet oder besonnt, wärmer oder kälter bzw. trockener oder feuchter? Wie wäre die Temperatur und die Feuchtigkeit in einem sandigen Boden im Unterschied zu einem tonigen Boden? Wie würde dies das Pflanzenwachstum beeinflussen?

Topographie: Gibt es Gefälleunterschiede am Standort? An welchen Stellen ist der Boden eben? Sind Abhänge bzw. Steigungen erkennbar? Welche Punkte lassen sich im Gelände unterscheiden (Gipfel, Hangmitten, Senken)? Wo liegt der höchste, wo der niedrigste Punkt?

Flora/Fauna: Welche Unterschiede in der Vegetation sind am Untersuchungsort festzustellen? Gibt es Hinweise auf Tiere? Welche Insekten leben hier? Wie wird das Gelände von Menschen genutzt (z.B. als Grünanlage, Acker, Rasen, Wald, Pflanzung, städtischer Bereich)?

Ausgangsmaterial: Aus welchem Ausgangsmaterial ist der Boden am Untersuchungsort entstanden? Gibt es an der Oberfläche Reste von Felsgestein, die einen Hinweis bieten könnten? Liegen diese Steine in Flussnähe, so dass sie möglicherweise angeschwemmt wurden? Können sie vom Wind (z.B. Sanddüne), durch Schwerkraft (z.B. Erdbeben), Gletscher- oder Vulkantätigkeit dorthin gelangt sein? (Diese Fragen setzen eventuell eine vorbereitende Lektüre zur Geologie des Standorts voraus).

Zeit: Wie lange liegt das Gelände bereits unberührt? Weist die Oberfläche einen hohen Anteil organischer Substanz auf? Wachsen dort Gräser, Bäume, Nutzpflanzen oder sonstige Vegetation seit langem ohne menschliche Eingriffe? Hat in jüngster Zeit Bautätigkeit stattgefunden? Wenn es sich um einen Acker handelt - wurde dieser in jüngster Zeit gepflügt? Wurden Rodungsarbeiten durchgeführt? Haben Überschwemmungen oder sonstige natürliche Störungen stattgefunden, die sich möglicherweise auf die Bodenbildung ausgewirkt haben?

2. An welchen Stellen sind wohl die für diese Gegend typischsten Böden anzutreffen? In welchen großflächigen Bereichen herrschen ähnliche Bodenbedingungen?
3. Welche Landschaftselemente wirken sich auf die Bodenfeuchte aus?
4. Wenn jemand in diesem Gelände eine Stelle zur Untersuchung der Bodenfeuchte auswählen müsste, worauf müsste er achten?

Leistungsbeurteilung der Schülerinnen und Schüler

Frage die Schülerinnen und Schüler:

1. An welchen Punkten des Geländes dürften ähnlichste Bodenbedingungen vorliegen? An welchen Stellen haben wohl vergleichbare Bodenbildungsfaktoren eingewirkt?



Lernaktivität

„Boden als Kompostfabrik“

Ziel

Erarbeitung der Bedeutung, die der Boden unter verschiedensten Umweltbedingungen für die Zersetzung organischen Materials hat.

Übersicht

Die Schülerinnen und Schüler benutzen "Flaschenexperimente", um Unterschiede in der Kompostierung von Gemüseresten zu beobachten. Sie ändern Temperatur, Feuchtigkeit und Lichtbedingungen, um auf diese Weise zu ermitteln, welche Bedingungen die Zersetzung organischer Materialien im Boden fördern.

Ergebnis für Schülerinnen und Schüler

Schülerinnen und Schüler werden fähig sein, Bodenbedingungen zu identifizieren, die eine Zersetzung von organischem Material fördern.

Wissenschaftliches Konzept

Erd- und Weltraumwissenschaften

- Erdmaterialien bestehen aus Gesteinen, Boden, Wasser, Lebewesen und Gasen der Atmosphäre.
- Böden haben Eigenschaften wie Farbe, Textur, Struktur, Konsistenz, Dichte, pH, Fruchtbarkeit und sie sind Standort für verschiedene Pflanzenarten.
- Die Erdoberfläche ändert sich.
- Böden werden oft in Schichten vorgefunden, die jeweils unterschiedliche chemische Zusammensetzungen und Texturen haben.
- Boden besteht aus Mineralien (<2mm), organischem Material, Luft und Wasser.
- Wasser zirkuliert durch den Boden und verändert dabei sowohl die eigenen Eigenschaften als auch die des Bodens.

Fähigkeiten für wissenschaftliches Arbeiten

- Sinnvolle Fragen stellen.
- Aufbau und Durchführung des Experiments.
- Anwendung angepasster Werkzeuge und Techniken inkl. Der Mathematik, um Daten zu analysieren und interpretieren.
- Entwicklung von plausiblen Beschreibungen, Erklärungen, Voraussagen und Modellen.
- Kommunikation der Vorgehensweisen und Erklärungen.

Zeitaufwand

Eine Lektion, um die Experimente zu planen und diskutieren. Eine Lektion, um das Experiment aufzubauen und anschließend kurze tägliche Perioden, um die Resultate aufzunehmen. Nach 2 Wochen eine Lektion, um die Resultate zu beobachten und zu diskutieren. Allenfalls mehr Zeit, um weiterführende Untersuchungen durchzuführen.

Niveau

Sek I und Sek II

Material und Werkzeuge

- 12 Marmeladegläser, Becher oder 2l Plastikflaschen (mehr für weitere Untersuchungen)
- Wasserfeste Filzstifte
- Genügend trockener Boden, um in jeden Behälter 10cm Boden einzufüllen. Benutze für alle Behälter denselben Boden.
- Genügend Gemüse- und Fruchtrüstabfall (Karotten, Gurken, Äpfel, Bananen etc.), um 2-3cm davon in jeden Behälter füllen zu können (benutze dieselbe Mischung von Rüstabfällen für jeden Behälter). Auch andere organische Abfälle wie Blätter, Rasenschnitt, Schnittblumen etc. Keine gekochten Abfälle und keine tierischen Abfälle verwenden!
- Messzylinder, um spezifische Mengen Wasser abmessen zu können

Für weiterführende Untersuchungen:

- Regenwürmer bzw. Kompostwürmer
- Böden mit sandiger oder toniger Textur

Vorbereitung

Bereite alle Materialien vor. Bitte die Schülerinnen und Schüler am Tag des Experiments frische Rüstabfälle mitzubringen.

Bezeichne im Klassenzimmer Orte mit unterschiedlichen Bedingungen (warm, sonnig; kühl, schattig; warm, schattig; kühl, sonnig).

Voraussetzungen

keine

Hintergrund

Die Geschwindigkeit, mit der sich organisches Material in Boden zersetzt, hängt im Wesentlichen von den Licht- und Temperaturbedingungen sowie dem Wassergehalt des Bodens ab. Der Boden speichert Feuchtigkeit und Wärme, die zum Überleben von Mikroorganismen erforderlich sind. Diese bewirken die Zersetzung organischer Substanzen in eine als "Humus" bezeichnete Bodenart.

Die Fähigkeit einzelner Böden, Feuchtigkeit und Wärme zu speichern und sich damit als Lebensraum für Mikroorganismen zu eignen, ist stark unterschiedlich ausgeprägt. Bei zu nassem, zu trockenem oder zu kaltem Boden läuft der Zersetzungsprozess nur langsam ab. Sonnenenergie erwärmt den Boden und fördert die Verdunstung, wodurch die Bodenfeuchte beeinflusst wird. Die Schüler sollen ermitteln, welche Bedingungen zu einer schnellen Zersetzung organischer Materie im Boden beitragen.

Was tun und wie

1. Die 12 Marmeladegläser oder Becher auf einen Tisch stellen und mit folgenden Aufschriften versehen:
 1. Trocken, warm, sonnig
 2. Feucht, warm, sonnig
 3. Nass, warm, sonnig
 4. Trocken, warm, schattig
 5. Feucht, warm, schattig
 6. Nass, warm, schattig
 7. Trocken, kühl, sonnig
 8. Feucht, kühl, sonnig
 9. Trocken, kühl, schattig
 10. Feucht, kühl, schattig
 11. Nass, kühl, schattig
2. Jedes Glas mit einer ausreichenden Bodenmenge (etwa 10 cm hoch) füllen.
3. Gleiche Mengen Gemüseschnitzel (ca. 2 - 3 cm hoch) in jedes Glas geben und gleichmäßig mit dem Boden vermischen.
4. Die vier mit "nass" gekennzeichneten Gläser soweit mit Wasser füllen, dass der Inhalt mit Wasser gesättigt ist (Wasser muss die Oberfläche des Bodenmaterials bedecken).
5. In den vier mit "feucht" gekennzeichneten Gläsern den Boden nur anfeuchten.
6. Den Inhalt der vier mit "trocken" gekennzeichneten Gläsern austrocknen lassen.
7. Je ein nasses, feuchtes und trockenes Glas an einen warmen, schattigen Ort stellen (Beschriftung beachten).
8. Je ein nasses, feuchtes und trockenes Glas an einen warmen Ort stellen, der über

einen Teil des Tages von der Sonne beschienen wird (Beschriftung beachten).

9. Je ein nasses, feuchtes und trockenes Glas an einen schattigen, kühlen Ort stellen.
10. Je ein nasses, feuchtes und trockenes Glas an einen kühlen Ort stellen, der ebenfalls über einen Teil des Tages von der Sonne beschienen wird (Beschriftung beachten).
11. Gläser zudecken und in die Abdeckung kleine Löcher bohren, um einen Luftaustausch zu ermöglichen.
12. Gieße bei den mit "nass" gekennzeichneten Gläsern einmal täglich nach, damit der Inhalt stets mit Wasser bedeckt bleibt. Die mit "feucht" gekennzeichneten Gläser werden einmal pro Tag nachgefeuchtet. Dabei solltest du den Inhalt (Boden und organische Materie) jeweils umrühren.
13. Die Gläser werden über einen zweiwöchigen Zeitraum einmal täglich (bzw. alle zwei Tage) kontrolliert und die Beobachtungen notiert. Achte auf Veränderungen des Wassergehalts sowie des Zustandes des organischen Inhalts.

Bespreche anschließend mit der Klasse, wie sich Licht, Temperatur und Wassergehalt auf die nach zwei Wochen noch vorhandene Menge organischer Substanz ausgewirkt haben. In welchen Gläsern bzw. unter welchen Bedingungen war die intensivste Zersetzung festzustellen? In welchen Gläsern war die Zersetzung am schwächsten ausgeprägt? Lässt sich eine Rangfolge des Zersetzungsgrades aller Gläser nach zwei Wochen erstellen?

Nach Erörterung ihrer Beobachtungsergebnisse sollen die Schüler durch Kombination der Versuchsvariablen ein optimales Kompostiersystem entwerfen. Fordern Sie sie auf, die gewählten Bedingungen zu begründen und den Einfluss einzelner Faktoren auf den Zersetzungsprozess zu prognostizieren.

Anpassungen für jüngere und ältere Schülerinnen und Schüler

Jüngere Schülerinnen und Schüler

Anzahl der Versuchsgläser reduzieren auf:

1. feucht, nass und trocken (bei gleichen Temperatur- und Lichtbedingungen)
2. feucht und warm, feucht und kühl (bei gleichen Lichtbedingungen)

Diskutiere mit den Schülern, an welchen Punkten der Erde entsprechende Klimabedingungen