BODENCHEMIE – FARBEN UND VERBINDUNG
Link zum Feedback-Formular & QR-Code:
https://ecolise.eu/curiosoil-lesson-plan-form-DE

Fachgebiet: Chemie/Umweltwissenschaften/Kunst
Dauer: 45 Minuten (kann deutlich länger sein, wenn mehr Zeit für Diskussionen eingeplant wird)
Altersgruppe: Schüler der Sekundarstufe (14–16 Jahre)
Thema: pH-Wert und Nährstoffverfügbarkeit/-speicherung
Verbindung zu Curiosoil-Werkzeugen: -

Lernziele

Wissen

- Man beachte, dass verschiedene Böden und Materialien (z. B. Blätter, Asche, Nadeln von Nadelbäumen, Wasser) charakteristische pH-Werte aufweisen.
- Man muss verstehen, dass der pH-Wert des Bodens die Nährstoffverfügbarkeit, den Kationenaustausch und sogar die Bioverfügbarkeit von Schwermetallen beeinflusst.
- Vergleichen Sie die Zuverlässigkeit verschiedener Testmethoden (pH-Meter, Essig-/Backpulvertest) und erkennen Sie deren Grenzen hinsichtlich der wissenschaftlichen Genauigkeit.

Fähigkeiten

- Verwenden Sie einfache und im Feld einsetzbare Hilfsmittel (pH-Meter, Teststreifen, Essig/Backpulver), um den pH-Wert des Bodens genau zu messen.
- Boden und Materialien sind unter Beachtung der Labor-/Feldsicherheitsvorschriften sicher zu handhaben.
- Reaktionen beobachten und interpretieren (Farbveränderungen, Sprudeln) und den Säure-/Basengehalt abschätzen.
- Die Ergebnisse sollten in einer übersichtlichen Tabelle erfasst und organisiert werden, einschließlich der Daten zum Vergleich mit anderen Unternehmen.
- Die Ergebnisse in Gruppendiskussionen unter Verwendung wissenschaftlicher Fachbegriffe kommunizieren (sauer, alkalisch, neutral, zuverlässig, Einschränkung).

Kompetenzen

- Die Fähigkeit nachweisen, Testmethoden hinsichtlich ihrer Zuverlässigkeit und praktischen Anwendbarkeit in der Bodenkunde und Landwirtschaft zu bewerten.
- Effektiv in einem kollaborativen Gruppenumfeld arbeiten, Aufgaben teilen und Beobachtungen beitragen.
- Reflektieren Sie kritisch über den Zusammenhang zwischen Bodenchemie und Ökosystemleistungen wie Nahrungsmittelproduktion und Schadstoffpufferung.

LERNZIELE, DIE AUF DIE BODENKOMPETENZBEREICHE AUSGERICHTET SIND

1. Bodenfunktionen

Indikatoren: Die Schüler können Zusammenhänge zwischen der Bodenbeschaffenheit und dem Pflanzenwachstum erklären.
Beschreibung: Die Studierenden zeigen Verständnis dafür, dass Böden dynamische Systeme sind, die die Nährstoffverfügbarkeit durch chemische und physikalische Eigenschaften regulieren.

2. Bodendiversität
Indikatoren: Die Schüler erfassen unterschiedliche pH-Werte in verschiedenen Böden/Materialien und erklären, warum sandige Böden Nährstoffe schneller verlieren als lehmige Böden.
Beschreibung: Die Schüler erkennen, dass Böden vielfältige Ökosysteme mit variablen Eigenschaften darstellen, die Einfluss darauf haben, wie sie funktionieren und Leben ermöglichen.

3. Bodengefährdungen
Indikatoren: Die Schüler verstehen, warum manche Böden degradiert oder ausgewaschen sein können; die Modelle berücksichtigen „ungebundene“ Nährstoffe, wenn die Standorte voll sind; in Gruppendiskussionen werden Gefahren wie Überdüngung oder Versauerung hervorgehoben.
Beschreibung: Die Schüler verstehen, dass die Bodenchemie anfällig für menschliche Einflüsse ist, die zu Nährstoffungleichgewichten, Verschmutzung oder Verlust der Bodenfruchtbarkeit führen können.

4. Bodenlösungen
Indikatoren: Die Studierenden schlagen während der Abschlussphase Lösungen vor; Modelle zeigen, dass organische Substanz die Nährstoffbindung erhöht; Gruppenpräsentationen stellen einen Bezug zwischen den Ergebnissen und der realen Bodenbewirtschaftung her.
Beschreibung: Zeigt Kenntnisse über Strategien zur Verhinderung, Minderung oder Wiederherstellung der Bodendegradation durch Überwachung des pH-Werts und Verbesserung der Nährstoffspeicherfähigkeit des Bodens.

Unterrichtsstruktur

Aktivität 1: pH-Wert-Bestimmung des Bodens mit verschiedenen Methoden
Dauer: 20 Minuten

Beschreibung
Die Studierenden untersuchen Bodenproben und andere Bestandteile (Eierschalen, Asche, Sägemehl, Blätter, Nadeln von Nadelbäumen, Wasser) mit Hilfe von drei Methoden, um (i) den pH-Wert verschiedener Böden und mit dem Boden verbundener Materialien sowie (ii) die Zuverlässigkeit zu vergleichen.

Materialien
- Verschiedene Bodenproben (von verschiedenen Standorten, die auch von den Studierenden mitgebracht werden können) und Proben ihrer Bestandteile in beschrifteten Behältern

- Feld-pH-Meter (falls verfügbar)
- Essig und Backpulver
- Bechergläser/Behälter mit Deckel

Einrichtungsanleitung

- Weisen Sie die Schüler auf die Sicherheitsbestimmungen hin.
- Proben vorbereiten und auf Gruppentabletts verteilen

Schritt-für-Schritt-Prozess

1. Zur Einführung erklärt der Lehrer das Experiment oder zeigt ein kurzes Video.
2. Die Schüler werden in kleine Gruppen aufgeteilt. Jede Gruppe erhält ein Tablett mit entweder Erde oder anderem Material.
3. Testen Sie jede Probe mit (a) einem Feld-pH-Meter und (b) Essig/Backpulver.
   (a) Geben Sie etwas Erde in die Schale und fügen Sie einige Tropfen Indikatorlösung hinzu. Bewegen Sie die Schale leicht, um Erde und Indikatorlösung zu vermischen.
   Warten Sie einen Moment auf eine Reaktion der Indikatorlösung.
   Lesen Sie den pH-Wert anhand der resultierenden Farbe auf der Skala ab.
   (b) Geben Sie Erde in einen Behälter und fügen Sie Essig oder Backpulver hinzu, wie im Video gezeigt.

   Hinweis: 10%ige Salzsäure, die üblicherweise in der Bodenkunde zur Untersuchung von Karbonaten im Feld verwendet wird, führt zu stärkeren Reaktionen als Essig.
4. Die Schüler beobachten die Reaktion der Indikatorlösung/des Essigs/des Backpulvers und notieren ihre Beobachtungen mit einer Einschätzung, ob es sich um eine schwache/starke/keine Reaktion handelt.
5. Die Schüler vergleichen Werte/Reaktionen zwischen verschiedenen Böden und Materialien (entweder mit der gesamten Klasse oder indem sie andere Gruppen in einer Peer-to-Peer-Situation befragen).

Aufnahme

Die Schüler beobachten die Reaktion der Indikatorlösung/des Essigs/des Backpulvers und notieren ihre Beobachtungen mit einer Einschätzung, ob es sich um eine schwache/starke/keine Reaktion handelt.
Die Schüler notieren die Ergebnisse ihrer eigenen Experimente sowie mindestens die Ergebnisse von zwei weiteren Materialien.

Gruppendiskussion (Auswahl möglicher Leitfragen):

1. Vergleich von Böden und Materialien
- Welche Böden oder Materialien waren am sauersten? Welche waren am alkalischsten?
- Entsprachen die Ergebnisse Ihren Erwartungen aufgrund des Materials (z. B. Nadeln von Nadelbäumen im Vergleich zu Eschenholz)? Warum bzw. warum nicht?
2. Methodenzuverlässigkeit
- Welche Testmethode (pH-Meter vs. Essig/Backpulver) lieferte die klarsten bzw. zuverlässigsten Ergebnisse?

- Was waren die Einschränkungen der einzelnen Methoden? Wie könnte sich dies auf reale Bodenuntersuchungen in Wissenschaft oder Landwirtschaft auswirken?

3. Verbindungen zur Bodenchemie und zu Pflanzen

- Wie kann sich der pH-Wert des Bodens auf die Fähigkeit der Pflanzen auswirken, Nährstoffe aufzunehmen?
- Warum, glauben Sie, interessiert sich die Bodenqualität für Landwirte, Gärtner oder Förster?
- Wie kann der pH-Wert des Bodens das Vorkommen von Schwermetallen oder toxischen Elementen beeinflussen?

4. Kritisches Denken und Anwendung in der Praxis

- Was können Menschen tun, wenn ihr Boden zu sauer oder zu alkalisch für die Pflanzen ist, die sie anbauen möchten?
- Wie könnten menschliche Aktivitäten (z. B. Düngung, Holzverbrennung, saurer Regen) den pH-Wert des Bodens im Laufe der Zeit verändern?

Aktivität 2: Modellierung der Nährstoffbindung an Bodenmineralien
Dauer: 25 Minuten

Beschreibung
Die Schülerinnen und Schüler erforschen, wie Bodenstruktur und Kationenaustauschkapazität die Nährstoffspeicherung beeinflussen, indem sie praktische Modelle der Nährstoffanlagerung an Mineraloberflächen bauen. In Kleingruppen verwenden sie einfache Materialien (z. B. Lego, Knete, Perlen), um Mineralien, Nährstoffionen und organische Substanz darzustellen, und folgen dabei Regeln, die reale Bodenprozesse nachbilden.

Materialien
- Boden (tonig und sandig)
- Materialien zum Bau von Modellen (Lego, Ton, Perlen, Papier usw.).
- Gedrucktes Regelwerk für den Modellbau
- PC, Beamer, Soundsystem (zur Videowiedergabe)

Einrichtungsanleitung
Bereiten Sie eine kleine Menge Erde mit unterschiedlichen Texturen und genügend Material für den Bau von Modellen in kleinen Gruppen vor.

Schritt-für-Schritt-Prozess
1. Die Lehrerin erklärt, dass die Bodenfruchtbarkeit nicht nur von der Menge der vorhandenen Nährstoffe beeinflusst wird, sondern auch von Folgendem:

- Die Bodenart (das Verhältnis von Sand, Schluff und Ton) beeinflusst die für die Nährstoffanlagerung verfügbare Oberfläche.
- Die Kationenaustauschkapazität (KAK) bestimmt, wie gut Böden Nährstoffionen speichern und austauschen können.

Zur Veranschaulichung zeigt der Lehrer Folgendes:

- Proben von sandigem und lehmigem Boden zum Anfassen und Vergleichen für die Schüler.

- Makroskopische oder mikroskopische Bilder von Mineralpartikeln (z. B. Tonmineralien).
- Ein optionales kurzes Video, das veranschaulicht, wie Nährstoffe mit Bodenoberflächen interagieren.

2. Die Schüler diskutieren anschließend kurz im Plenum:
   - Warum sandige Böden dazu neigen, schnell Nährstoffe zu verlieren.
   - Warum Ton und organische Stoffe Nährstoffe besser binden können.
   - Wie sich dies auf das Pflanzenwachstum und die Umwelt auswirkt (z. B. Nährstoffauswaschung).

3. Die Schüler arbeiten in kleinen Gruppen (4–5 Schüler) an Modellen, die zeigen, wie Nährstoffe an Mineraloberflächen haften.
   - Materialien: Legosteine, Plastilin/Ton, Perlen, Pfeifenreiniger, Papierfiguren oder andere einfache Modelliermaterialien (vom Lehrer oder Schüler bereitgestellt).
   - Jede Gruppe entscheidet selbst, wie sie sich darstellt:
     - Mineralpartikel (z.B. Tonplättchen, Sandkörner).
     - Nährstoffionen (positiv oder negativ geladen).
     - Organische Substanz (Humus), falls als Bestandteil des Bindemittelsystems enthalten (optional).

<u>Mögliche Regeln für die Modellierung:</u>
   - Mineraloberfläche: Mindestens ein Mineralpartikel (Sand oder Ton) muss deutlich erkennbar sein. Tonoberflächen sollten mehr Anhaftungspunkte aufweisen als Sandoberflächen.
   - Ladungsdarstellung: Nährstoffionen müssen mit ihrer Ladung angegeben werden (z. B. + für Kationen wie Ca^{2+}, K^{+}, NH_4^{+}; - für Anionen wie NO_3^{-}, PO_4^{3-}).
   - Bindung: Nährstoffionen können sich nur an spezifischen Bindungsstellen an Mineraloberflächen anlagern. Jede Bindungsstelle kann jeweils nur ein Nährstoffion binden.
   - Konkurrenz: Werden mehr Nährstoffionen hinzugefügt als Bindungsstellen vorhanden sind, müssen einige „in Lösung“ (ungebunden) bleiben.
   - Wechselwirkung mit organischer Substanz: Gruppen können organische Substanz hinzufügen, um zu demonstrieren, wie dadurch die Bindungsstellen erhöht und die Nährstoffretention verbessert werden.
   - Flexibilität: Gruppen können ihre Modelle überarbeiten, wenn sie dabei Verbesserungen feststellen, müssen aber in der Lage sein, ihre Entscheidungen zu begründen.

4. Zusammenfassung: Jede Gruppe stellt kurz ihr Modell vor und erläutert es:
   - Wie Nährstoffe an die Bodenpartikel gebunden werden.
   - Warum manche Böden Nährstoffe besser speichern als andere.
   - Wie ihr Modell mit realen Bodenprozessen (Düngung, Auswaschung, Pflanzenaufnahme) zusammenhängt.

Aufnahme
Die Schüler bauen Modelle und notieren ihre Ideen für die abschließende Diskussion.

Bewertung

Formative Bewertung (während der Aktivitäten)

- Die Lehrkraft achtet auf die Zusammenarbeit der Gruppe, die Genauigkeit bei der Einhaltung der Arbeitsabläufe und den sicheren Umgang mit Materialien.
- Die Notizen/Tabellen der Studierenden zu pH-Wert-Werten und Carbonatreaktionen werden auf Vollständigkeit und Klarheit überprüft.
- Während des Modellbaus stellt die Lehrkraft gezielte Fragen (z. B. „Warum hast du dem Tonpartikel weitere Anhaftungspunkte hinzugefügt?“).
- Kurze Daumen-hoch/Daumen-runter-Kontrollen oder Antworten auf kleinen Whiteboards: „Kann sandiger Boden mehr oder weniger Nährstoffe speichern als lehmiger Boden? Warum?“

Summative Bewertung (am Ende der Unterrichtsstunde/kurze Nachbefragung)

- Kurze schriftliche Reflexion oder Quiz:
    - Erläutern Sie, wie der pH-Wert des Bodens die Nährstoffaufnahme beeinflusst.
    - Vergleich der Nährstoffspeicherung in sandigen Böden im Vergleich zu tonigen Böden.
- Gruppenpräsentation der Modelle, bewertet anhand eines einfachen Kriteriums: Klarheit, Genauigkeit, Erläuterung des Bezugs zur realen Welt

Differenzierungsstrategien

Für fortgeschrittene Lernende

- Zusätzliche Primärquellen zu pH-Wert, Nährstofflöslichkeit und Nährstoff-Mineral-Wechselwirkungen bereitstellen.
- Weiterführende Forschung zur Schwermetallbelastung

Für lernschwache Kinder

- Bereitstellung von Schritt-für-Schritt-Arbeitsblättern mit visuellen Hilfsmitteln (z. B. Tabelle zur Aufzeichnung von Beobachtungen)
- Bilden Sie für Gruppenarbeiten Teams mit unterstützenden Kollegen.
- Stellen Sie während der Aktivität Leitfragen: „Was fällt Ihnen an der Farbveränderung auf? Was sagt Ihnen das über den Säuregehalt?“

Für Schüler, deren Muttersprache nicht die Unterrichtssprache ist

- Verwenden Sie visuelle Darstellungen, Diagramme und Symbole für Ladung (+/-) und Bindungsstellen.
- Zweisprachige Vokabelkarten mit Schlüsselbegriffen bereitstellen (sauer, alkalisch, Nährstoff, Bindemittel, Ton, Sand)
- Zusammenarbeit mit zweisprachigen Kollegen ermöglichen
- Nonverbale Beteiligung am Modellbau zulassen, mit verbaler Unterstützung durch Gleichaltrige.

Erweiterungsaktivitäten

Sofortige Erweiterungen
- Falls verfügbar, testen Sie auch mit einem pH-Meter, das den pH-Wert in Zahlen anzeigt (einige Geräte werden direkt in den Boden gesteckt, andere erfordern, dass sich der Boden in deionisiertem Wasser auflöst).
- Böden können mithilfe von Teststreifen (z. B. für Ammonium, Nitrat, Phosphat), die üblicherweise in Apotheken erhältlich sind, auf Nährstoffverfügbarkeit untersucht werden.
- Lokale Böden erforschen: Schülerinnen und Schüler sollen Bodenproben von zu Hause, aus dem Garten oder dem Park mitbringen und die Unterschiede analysieren.

Lernen zu Hause
- Wählen Sie für die nächste Unterrichtsstunde Haushaltsmaterialien zum Testen des pH-Werts aus (z. B. Zitronensaft, Seife).
- Zeichne ein Poster, das zeigt, wie Nährstoffe an Bodenmineralien haften bleiben.

Gesundheits- und Sicherheitsaspekte
- Sicherstellen, dass die Bodenproben für die Handhabung geeignet sind.
- Nach der Bodenbeobachtung Händedesinfektionsmittel bereitstellen
- Gruppendynamik während der Debattenaktivitäten überwachen, um einen respektvollen Diskurs zu gewährleisten

Lehrplaninhaltsreferenz
Diese Lektion behandelt:
- Boden-pH-Wert und sein Zusammenhang mit Nährstoffen
- Nährstoffspeicherung über mineralische Oberflächen

Vorbereitungshinweise für Lehrkräfte

Druckanleitung
Regelwerk für die Modellierung
Vorbereitung von Materialien für pH-Tests und Modellierungen