

## I.G.30

Chemie bestimmt unser Leben

# Eine Lerntheke zu Bodenuntersuchungen – Nachweise von Salzen und Ionen

Nach einer Idee von David Keller



© RAABE 2024

© Nadzeya Haroshka/iStock/Getty Images Plus

In dieser Unterrichtseinheit bestimmen ihre Schülerinnen und Schüler bei einer selbstentnommenen Bodenprobe beispielsweise die Nitrat-, Phosphat- und Eisen-Konzentration und den pH-Wert. Dazu sollen sie Experimente zur Bodenuntersuchung selbstständig durchführen und lernen die fachlichen Grundlagen dazu kennen. Außerdem beschäftigen sie sich mit den Auswirkungen von Über- und Underdüngung auf das Ökosystem Boden.

---

### KOMPETENZBEFELD

|                      |   |
|----------------------|---|
| <b>Klassenstufe:</b> | 8–10  |
| <b>Dauer:</b>        | 6 Unterrichtsstunden  |
| <b>Kompetenzen:</b>  | 1. Bewertungskompetenz; 2. Erkenntnisgewinnungskompetenz;<br>3. Fachkompetenz               |
| <b>Inhalt:</b>       | Salze, Ionen, Nachweis, Nitrat, Dünger, Boden, Bodenprobe,<br>pH-Wert, Kalk, Wasserqualität |

---

## Auf einen Blick



### Vorbemerkung

Die GBU zu den verschiedenen Versuchen finden Sie als Download.

### 1./2. Stunde

**Thema:** Einführung zur Charakterisierung unserer Böden

- M 1** Pflanzenwachstum – Faktoren  
**M 2** Pflanzendüngung – Vor- und Nachteile  
**M 3** Eigenschaften der Bodenprobe – Farbe, Geruch  
**M 4** Charakterisierung verschiedener Bodenproben

**Dauer** **Vorbereitung:** 5 min, **Durchführung:** 10 min

- Chemikalien**  Verschiedene Bodenproben
- Geräte**  4–6 Aufbewahrungsboxen (eine pro Bodenprobe)  1 wasserfester Stift  
 1 Smartphone/Tablet oder Kamera  
 1 Sieb

### 3./4. Stunde

**Thema:** Bodenkenngrößen

- M 5** Einführung in die Bestimmung von Wasser und Boden  
**M 6** Schülerversuche zur Bestimmung von Wasser und Boden

#### Bestimmung der Trockenmassen und des Wassergehalts

**Dauer** **Vorbereitung:** 5 min, **Durchführung:** 15 min+ 24 Std. Trocknung

- Chemikalien**  gesiebte Bodenproben
- Geräte**  4–6 kleine Aluschalen (eine pro Bodenprobe)  1 Taschenrechner  
 1 Alufilter (pro Bodenprobe)  1 Löffel  
 1 Trockenschrank  1 wasserfester Stift  
 1 Waage

#### Bestimmung der maximalen Wasserkapazität

**Dauer** **Vorbereitung:** 10 min, **Durchführung:** 30 min

- Chemikalien**  Wasser  Getrocknete Bodenproben
- Geräte**  1 Teefilter/Feinsäckchen (pro Bodenprobe)  1 Löffel  
 Draht/Klemmen  1 Stift  
 1 Waage  1 Schüssel  
 1 Taschenrechner  1 Uhr

**Bestimmung der Lagerungsdichte****Dauer** Vorbereitung: 10 min, Durchführung: 10 min**Chemikalien**  Getrocknete Bodenproben

**Geräte**  1 Waage  1 Taschenrechner  
 1 Trichter  1 Löffel  
 1 Messzylinder 25 ml  1 Stift

**M 7** Der pH-Wert – Bedeutung für unseren Boden**M 8** Bestimmung des aktuellen und potenziellen pH-Werts**Dauer** Vorbereitung: 15 min, Durchführung: 15 min

**Chemikalien**  gesiebte Bodenproben  Calciumchlorid-Lösung  
 VE-Wasser


**Geräte**  4–6 Erlenmeyerkolben (einer pro Bodenprobe)  pH-Meter  
 1 Löffel  2 Bechergläser  
 1 Waage  1 Stift  
 1 Trichter  1 Schutzbrille pro Person  
 1 Messzylinder 50 ml  Filterpapier

**M 9** Wie kalkhaltig ist unser Boden?**Dauer** Vorbereitung: 5 min, Durchführung: 5 min

**Chemikalien**  gesiebte Bodenproben  kleines Stück Tafelkreide (nicht aus  
 Salzsäure  (aus  
 (aus

**Geräte**  1 Smartphone/Tablet oder Waage  4–6 Petrischalen (eine pro Boden-  
 1 Löffel  probe)  
 1 Stift  Schutzbrille und Kittel pro Person

**M 10** Titration mit EDTA zur Bestimmung der Calcium-Ionen Konzentration**Dauer** Vorbereitung: 15 min, Durchführung: 15 min

**Chemikalien**  gesiebte Bodenproben  Natronlauge   
 VE-Wasser  Calconcarbonsäure   
 EDTA-Lösung (0,01 M)

**Geräte**  4–6 Filterpapiere (eines pro Boden-  1 Peleusball  
 probe)  1 Messzylinder 100 ml  
 1 Löffel  1 Spatel  
 2 Erlenmeyerkolben 50 ml (pro  4–6 Trichter (einen pro Bodenprobe)  
 Bodenprobe)  1 Taschenrechner  
 Messpipetten 2 ml  pro Person  
 1 Erlenmeyerkolben 100 ml (pro  1 Stift  
 Bodenprobe)  
 Messpipetten 5 ml  
 Bechergläser 50 ml und 100 ml

## 5./6. Stunde

**Thema:** Weitere Untersuchungen zu Bodenkenngößen

**M 11** Nitrat-, Phosphat- und Eisen-Konzentration in unserem Boden

**Dauer** Vorbereitung: 5 min, Durchführung: 15 min

- Chemikalien**  Filtrate der Bodenproben  Testkits bzw. Teststreifen
- Geräte**  1 Smartphone/Tablet oder Kamera  sonstige Geräte wie Testkits  
 1 Stift  Schutzbrille und Kittel pro Person

**M 12** Die Nitrat-Konzentration bestimmen

**Dauer** Vorbereitung: 20 min, Durchführung: 20 min

- Chemikalien**  Filtrate der Bodenproben  Eis  
 VE-Wasser  Natriumhydroxid-Lösung II  Natriumchlorid  
 Lunge I  Kaliumnitrat-Lösung  Zinkpulver
- Geräte**  1 Becherglas 500 ml  1 Mikrospatel  
 6 Reagenzgläser (für jede Bodenprobe ein zusätzliches)  2 Peleusbälle  
 6 Stopfen (für jede Bodenprobe einen zusätzlichen)  1 wasserfester Stift  
 2 skalierte Pasteurpipetten 1 ml (für jede Bodenprobe eine weitere)  1 Reagenzglasständer  
 1 Taschenrechner  
 2 Messpipetten 2 ml  1 Smartphone/Tablet oder Kamera  
 Schutzbrille und Kittel pro Person

**M 13** Die Phosphat-Konzentration bestimmen


**Dauer** Vorbereitung: 20 min, Durchführung: 20 min

- Chemikalien**  Filtrate der Bodenproben  Ascorbinsäure-Lösung  
 Schwefelsäure-Ammoniummolybdat-Lösung  Kaliumhydrogenphosphat-Lösung  
 VE-Wasser
- Geräte**  7 Reagenzgläser (für jede Bodenprobe ein zusätzliches)  2 Peleusbälle  
 6 Stopfen (für jede Bodenprobe einen zusätzlichen)  1 wasserfester Stift  
 1 Reagenzglasständer  
 Streichhölzer  
 2 skalierte Pasteurpipetten 1 ml (für jede Bodenprobe eine weitere 3 ml)  1 Gasbrenner  
 1 Taschenrechner  
 2 Messpipetten 2 ml  1 Dreifuß und 1 Drahtnetz  
 1 Becherglas 500 ml  1 Smartphone/Tablet oder Kamera  
 Schutzbrille und Kittel pro Person

**M 14** Die Eisen-Konzentration bestimmen

**Dauer** **Vorbereitung:** 20 min, **Durchführung:** 25 min

**Chemikalien**

|  |  |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> Filtrate der Bodenproben  | <input type="checkbox"/> 1-Propanol  |
| <input type="checkbox"/> Kaliumthiocyanat-Lösung   | <input type="checkbox"/> VE-Wasser   |
| <input type="checkbox"/> Eisen(III)-chlorid-Lösung |  |

**Geräte**

|   |  |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> 7 Reagenzgläser (für jede Bodenprobe ein zusätzliches)                   | <input type="checkbox"/> 2 Peleusbälle                       |
| <input type="checkbox"/> 7 Stopfen (für jede Bodenprobe einen zusätzlichen)                       | <input type="checkbox"/> 1 Reagenzglasständer                |
| <input type="checkbox"/> 2 skalierte Pasteurpipetten 1 ml (für jede Bodenprobe eine weitere 3 ml) | <input type="checkbox"/> 1 wasserfester Stift                |
| <input type="checkbox"/> 2 Messpipetten 2 ml  | <input type="checkbox"/> 1 Smartphone/Tablet oder Kamera     |
|   | <input type="checkbox"/> 1 Taschenrechner                    |
|   | <input type="checkbox"/> Schutzbrille und Kit für pro Person |

**M 15** Lernerfolgskontrolle: Wie gut kennt ihr unseren Boden?

### Erklärung zu den Symbolen

|   |  |  |
|---|--|--|
|  | Dieses Symbol markiert differenziertes Material. Wenn nicht anders ausgewiesen, befinden sich die Materialien auf mehreren Ebenen. |  |
|  |   |  |
| leichtes Niveau   | mittleres Niveau   | schwieriges Niveau   |
|  |   |  |
| Zusatzaufgabe   | Alternative  | Selbsteinschätzung   |

## Pflanzendüngung – Vor- und Nachteile

M 2

Pflanzen benötigen zum Wachsen unter anderem Nährstoffe. Sie liegen nicht in elementarer Form, sondern in Form von Ionen vor und werden in Hauptnährstoffe sowie in Spurenelemente aufgeteilt. Von den Hauptnährstoffen, die auch als Makronährstoffe bezeichnet werden, benötigen die Pflanzen größere Mengen. Nährstoffe, die nur in kleineren Mengen gebraucht werden, zählen zu den Spurenelementen (Mikronährstoffe). Es gibt Pflanzenarten, die größere Mengen eines bestimmten Nährstoffes oder generell mehr Nährstoffe benötigen. Dies ist eine Frage der Anpassung. Durch Düngen wird der Nährstoffgehalt des Bodens beeinflusst. Vor einer Düngung sollte aber der Nährstoffgehalt des Bodens überprüft werden.

### Aufgabe

**Schneidet** die Kärtchen aus und **ordnet** diese in Gruppenarbeit den entsprechenden Kategorien zu. Die Kategorien sind fett hervorgehoben.

Alternativ könnt ihr auch den nachfolgenden Link mit einem Tablet oder eurem Smartphone aufrufen bzw. den QR-Code scannen und die Aufgabe digital lösen:

<https://learningapps.org/view17637319>



| Hauptnährstoffe<br>(Makronährstoffe)  | Spurenelemente<br>(Mikronährstoffe)  | Vorteile des Düngens | Nachteile des Düngens |
|---|--|----------------------|-----------------------|
| Möglichkeit der Überdüngung   | Steigerung Pflanzenwachstum  | Kupfer               | Stickstoff            |
| Bessere Fruchtqualitäten können erreicht werden.  | Hohe Nährstoffkonzentration des Oberflächen- und Grundwassers                                | Bor                  | Phosphor              |
| Ammonium-Ionen können durch Bakterien in das klimaschädliche Lachgas umgewandelt werden.        | Höhere Erträge   | Zink                 | Kalium                |
| Vermeidung des Totalverlustes.  | Erhöhter Nährstoffeintrag ins Wasser kann zur Eutrophierung und giftigen Algenblüten führen. | Mangan               | Calcium               |
| Verdrängung von an niedrige Nährstoffkonzentration angepassten Spezialisten durch Generalisten. | Langsam wachsende Arten werden durch schnell wachsende verdrängt. Folge: Artenverlust.       | Schwefel             | Eisen                 |
| Gute Ergebnisse mit geringem Kostenaufwand  | Benötigte Nährstoffe können gezielt zugeführt werden.  | Molybdän             | Magnesium             |
| Ausrechenbarkeit der Bodenfruchtbarkeit   | Hohe Nitrat-Konzentration im Trinkwasser ist gesundheitsgefährdend.                          | Silicium             | Chlor                 |

## M 3

## Eigenschaften der Bodenprobe – Farbe, Geruch

## Aufgaben

1. **Lest** den folgenden Info-Text durch.
2. **Fertigt** in eurer Gruppe eine Zeichnung zur Schichtung des Bodens an.
  - a) **Beschriftet** die Zeichnung mit den Namen der Schichten und den entsprechenden Horizonten mit ihren Abkürzungen.
  - b) **Gebt** auch die Zusammensetzung (Bestandteile, Tiere) der Schichten und ihre Farbe an.
3. **Erstellt** eine Concept-Map zu den Inhalten der Texte.

## Bodenhorizonte

Der Boden wird in einzelne Horizonte untergliedert, bei denen es sich um waagerechte Bodenschichten unterschiedlicher Breite handelt. Die oberste Schicht ist die Streuschicht, welche aus frischen Blättern und Zweigen besteht. Sie ist sehr dunkel gefärbt, in ihr sind z. B. Spinnen, Weberknechte, Saftkugler und Schnecken zu finden. Wenn sie fehlt, bildet das A-Horizont die oberste Schicht. Er wird auch Oberboden genannt und ist eher locker und reich an Humus. In unseren Breiten ist er ca. 10 bis 20 cm tief. Aufgrund des hohen Humusanteils hat er eine dunkle Farbe. Humus wird durch die Zerkleinerung abgestorbener tierischer und pflanzlicher Substanz gebildet. Hierbei spielen Springschwänze, Asseln, Regenwürmer, Bakterien und Pilze eine entscheidende Rolle. Unter dem Oberboden schließt sich der Unterboden, das B-Horizont, an. Er ist reich an Mineralien, gelblich braun und beherbergt nur wenige Bodentiere. In ihm sammelt sich das Grundwasser. Die unterste Schicht bildet das Ausgangsgestein, das C-Horizont genannt. Sie kann aus Geröll oder Sand bestehen.

## Farbe des Bodens

Die Farbe des Bodens ist eine charakteristische Bodeneigenschaft. Es gibt ein breites Spektrum von Farben, die in Böden vorkommen können. Durch die Farben oft bestimmten Bestandteilen oder Zuständen des Bodens zugeordnet werden können, liefern sie erste Aussagen über die Zusammensetzung von Mineral- und Humuskörpern, über Reaktionen des Bodens und die Bodenfeuchte. Die Beschreibung des Aussehens ist somit ein wichtiger Teil der Analyse eines Bodens.

Schwarze, graue und braune Farbtöne werden im Oberboden hauptsächlich durch Huminstoffe hervorgerufen. Diese sind organische Kohlenwasserstoff-Verbindungen mit einer hohen Molekülmasse. Sie entstehen bei der Zersetzung (Humifizierung) abgestorbener tierischer und pflanzlicher Produkte. Weiterhin ist die Farbe des Oberbodens noch von dem Feuchtigkeitsgehalt abhängig. Je höher die Bodenfeuchte, desto dunkler erscheint der Boden. Gelbe, braune und rote Farbtöne in den unteren Horizonten (unter A) kommen durch verschiedene Eisen-Mineralien zustande. Weiße Horizonte entstehen durch Calcit (Kalk) und Gips. Anhand der Verteilung der Farben kann auf Bodenprozesse geschlossen werden. Böden mit einer gelben, braunen oder roten Farbsättigung weisen eine hohe Sauerstoffsättigung auf und sind nur selten mit Wasser gesättigt.

## Geruch des Bodens

Aus dem Geruch können Rückschlüsse auf den Lufthaushalt und den Abbau des organischen Materials gezogen werden. Im Oberboden ist der Geruch wesentlich ausgeprägter als im Unterboden. Besonders intensiv ist er im warmen, feuchten Boden und in Gegenwart von leicht abbaubarem organischem Material. Ein angenehmer erdiger Geruch ist ein Zeichen guter Durchlüftung: abgestorbenes organisches Material verrottet, die Bodenstruktur ist günstig. Ein übler fauliger Geruch weist dagegen auf ungenügende Durchlüftung hin: abgestorbenes organisches Material verfault. Dies ist ein Indiz für Bodenverdichtung. Der typische Bodengeruch kommt durch die Substanz Geosmin zustande, welche von Pilzen im Stoffwechsel produziert wird.

**Aufgabe 4**

**Spielt** in zwei Vierer-Gruppen das Spiel **Tabu**. Mischt die Karten und verteilt sie auf beide Gruppen. Jede Person versucht nacheinander ihrer Gruppe innerhalb von jeweils zwei Minuten zwei Begriffe (fett hervorgehoben) zu erklären, ohne die darunter stehenden Begriffe zu verwenden. Der anderen Gruppe wird die jeweilige Karte im Vorfeld gezeigt, sodass sie überprüfen können, dass kein Tabu-Begriff genannt wird. Wird ein Tabu-Begriff genannt, wird der Gruppe ein Punkt abgezogen. Für jeden richtig geratenen Begriff erhält die Gruppe einen Punkt. Gewonnen hat die Gruppe mit den meisten Punkten.

|   |   |
|---|---|
| <p><b>Boden</b><br/>Erde   Ökosystem   Lebensraum</p>                 | <p><b>Bodenhorizont</b><br/>waagrecht   Schicht   Profil</p>                        |
| <p><b>Streuschicht</b><br/>O-Horizont   waagrecht   Blätter</p>       | <p><b>Oberboden</b><br/>A-Horizont   Schicht   waagrecht</p>                        |
| <p><b>Humus</b><br/>dunkle Farbe   Oberboden   Zersetzung</p>         | <p><b>Bakterienbewesen</b><br/>Tiere   Pilze   Asseln</p>                           |
| <p><b>Unterboden</b><br/>B-Horizont   Schicht   waagrecht</p>         | <p><b>Ausgangsgestein</b><br/>Grund   Schicht   C-Horizont</p>                      |
| <p><b>Bodenfarbe</b><br/>Eigenschaft   charakteristisch   Farbton</p> | <p><b>Humifizierung</b><br/>Humus   Zersetzung   abgestorbenes Pflanzenmaterial</p> |
| <p><b>Bodenfeuchtigkeit</b><br/>Wasser   Farbe   dunkler</p>          | <p><b>Bodenmineralien</b><br/>Farbe   Eisen   Nährstoffe</p>                        |
| <p><b>Bodengeruch</b><br/>Nase   erdig   Mangenschwefel</p>           | <p><b>Verdichtung</b><br/>Geruch   faulig   schwere Geräte</p>                      |
| <p><b>Lufthaus</b><br/>Durchlüftung   Geruch   erdig</p>              | <p><b>Geosmin</b><br/>Geruch   Pilze   erdig</p>                                    |



## Bestimmung des aktuellen und potenziellen pH-Werts

M 8

### Aufgabe 1

Führt den folgenden Versuch durch.

Schülerversuch: Bestimmung des aktuellen und potenziellen pH-Werts

Vorbereitung: 15 min, Durchführung: 15 min



| Chemikalien                                    | Geräte   |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> gesiebte Bodenproben  | <input type="checkbox"/> 1 Waage   |
| <input type="checkbox"/> VE-Wasser             | <input type="checkbox"/> 1 Messzylinder 50 ml                                  |
| <input type="checkbox"/> Calciumchlorid-Lösung | <input type="checkbox"/> 2 Bechergläser  |
|  | <input type="checkbox"/> 4–6 Erlenmeyerkolben 100 ml (je einen pro Bodenprobe) |
|  | <input type="checkbox"/> 1 Löffel  |
|  | <input type="checkbox"/> 1 Trichter und Filterpapier                           |
|  | <input type="checkbox"/> pH-Meter  |
|  | <input type="checkbox"/> 1 Stift   |
|  | <input type="checkbox"/> 1 Schutzbrille pro Schülerin bzw. Schüler             |

**Entsorgung:** Flüssige Bestandteile in den Ausguss, den Rest in einen Feinschuttbehälter.

### Versuchsdurchführung – aktueller pH-Wert

1. Einen Erlenmeyerkolben auf die Waage stellen und diese auf 0 einstellen.
2. 10 g der gesiebten Bodenprobe mittels Löffel in einen Erlenmeyerkolben vorlegen.
3. 25 ml VE-Wasser mit einem Messzylinder in den vorbereiteten Erlenmeyerkolben einfüllen.
4. Den Erlenmeyerkolben mit dem Wasser und der Bodenprobe ca. 3 Minuten schwenken.
5. Die Schritte für die anderen Bodenproben wiederholen.

### Versuchsdurchführung – potenzieller pH-Wert

Führe die Schritte wie bei der Bestimmung des aktuellen pH-Werts durch, aber ersetze das VE-Wasser mit je 25 ml einer 0,01 M Calciumchlorid-Lösung.

### Aufgabe 2

Tragt die bestimmten pH-Werte in die Tabelle ein.

| Bodenprobe | aktueller pH-Wert | potenzieller pH-Wert |
|------------|-------------------|----------------------|
|            |                   |                      |
|            |                   |                      |
|            |                   |                      |
|            |                   |                      |
|            |                   |                      |

# Sie wollen mehr für Ihr Fach?

## Bekommen Sie: Ganz einfach zum Download im RAABE Webshop.



**Über 5.000 Unterrichtseinheiten**  
sofort zum Download verfügbar



**Webinare und Videos**  
für Ihre fachliche und  
persönliche Weiterbildung



**Attraktive Vergünstigungen**  
für Referendar:innen  
mit bis zu 15% Rabatt



**Käuferschutz**  
mit Trusted Shops



Jetzt entdecken:  
**www.raabe.de**