

SCHOOL-SCOUT.DE

Unterrichtsmaterialien in digitaler und in gedruckter Form

Auszug aus:

Chemie: Eine Lerntheke zu Bodenuntersuchungen

Das komplette Material finden Sie hier:

[School-Scout.de](https://www.school-scout.de)

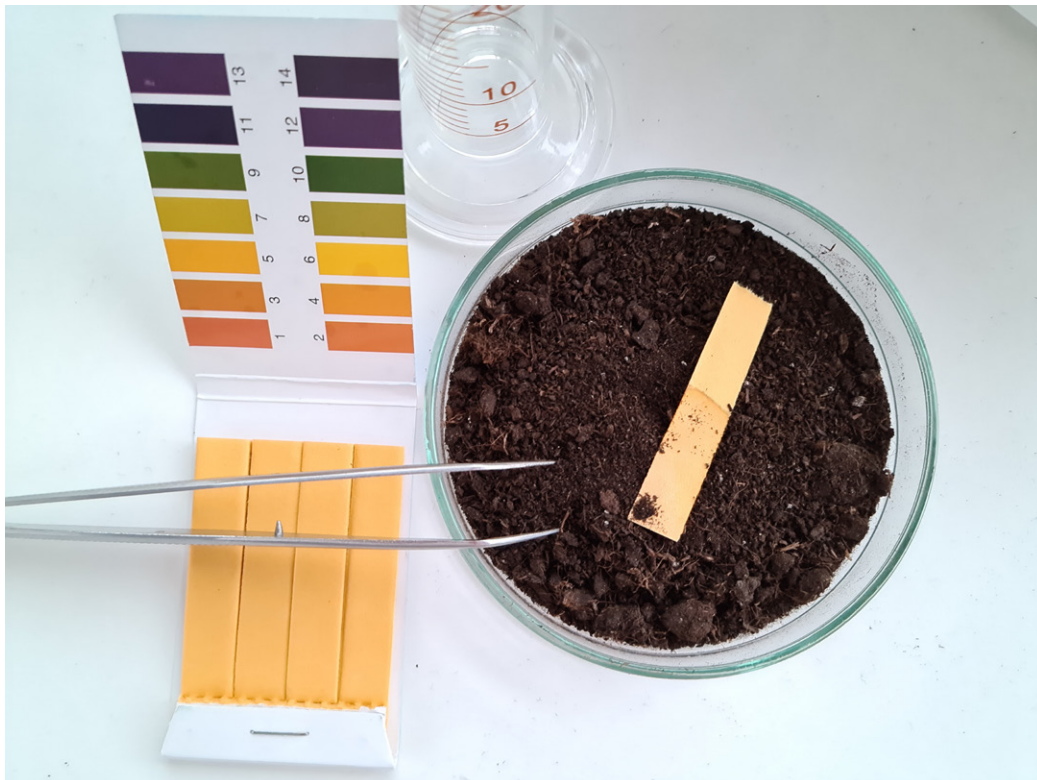


I.G.30

Chemie bestimmt unser Leben

Eine Lerntheke zu Bodenuntersuchungen – Nachweise von Salzen und Ionen

Nach einer Idee von David Keller



© RAABE 2024

© Nadzeja 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 Hintergründe dazu kennen. Außerdem beschäftigen sie sich mit den Auswirkungen von Über- und Underdüngung auf das Ökosystem Boden.

KOMPETENZPROFIL

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

Fachliche Hinweise

Unter Bodenuntersuchung, auch Bodenanalyse genannt, versteht man die Ermittlung verschiedener Bodeneigenschaften anhand von Bodenproben zur wissenschaftlichen Forschung oder zur praktischen Bewertung (vgl. Sauermost & Freudig 1999). Sie ist notwendig, um den Düngemittelbedarf zu bestimmen, eine geeignete Bewirtschaftung festzulegen oder um neue Dünger zu entwickeln. Ein zentraler Aspekt der Bodenanalyse sollte in der Überwachung der Nährstoffe im Hinblick auf die Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit liegen (vgl. Jakob 1938). Schon Liebig (1855) erkannte die Zusammenhänge zwischen Bodennutzung, Nährstoffentzug und Bodenfruchtbarkeit. Die Höhe des Ertrages wird vom Nährstoff bestimmt, der in geringster Menge, also im Minimum im Boden vorhanden ist. Die Zufuhr anderer Nährstoffe steigert den Ertrag nicht. Dieser Zusammenhang ist heutzutage als Minimumgesetz von Liebig bekannt, gilt jedoch nicht im strengen Sinne. Es ist auch entscheidend, wie weit die anderen Nährstoffe vom Optimum entfernt sind (vgl. Liebscher 1895). Je näher diese am Optimum liegen, desto stärker wirksam ist der im Minimum befindliche Nährstoff. Zu viel Düngen schadet der Umwelt, da sich ungenutzte Pflanzennährstoffe, wie Phosphate und Stickstoffverbindungen, anreichern und zur Eutrophierung führen. Dies hat zahlreiche negative Folgen für aquatische und terrestrische Ökosysteme. In Gewässern treten eine Trübung durch Schwebstoffe, eine erhöhte Sauerstoffzehrung sowie giftige Algenblüten v. a. durch Cyanobakterien ein. In terrestrischen Ökosystemen sind die Bodenversauerung, die Auswaschung von Schwermetallen sowie die Veränderung von Artenzusammensetzungen zu beobachten. Insgesamt kommt es zu einem Verlust an Biodiversität, da stickstofffixierende Pflanzenarten ihren Wettbewerbsvorteil verlieren und Pflanzen, die an nährstoffarme Bedingungen angepasst sind, immer stärker verdrängt werden. Es gibt aber auch direkte Auswirkungen auf den Menschen. Der erhöhte Stickstoffeintrag treibt die Klimaerwärmung voran, da Nitrate durch denitrifizierende Bakterien in das klimarelevante Lachgas (N_2O) umgewandelt werden. Dieses ist etwa 300-mal schädlicher als Kohlenstoffdioxid (vgl. Umweltbundesamt 2020). Außerdem ist mit der erhöhten Nitrat-Konzentration im Trinkwasser auch eine höhere gesundheitliche Gefährdung verknüpft. Nitrat wird im Körper zu Nitrit reduziert, das wiederum Hämoglobin zu Methämoglobin oxidiert. Es kann dann keinen Sauerstoff mehr binden, da das zentrale Eisen-Ion nicht mehr in der Oxidationsstufe +II, sondern in der Oxidationsstufe +III vorliegt. Bei Säuglingen unter drei Monaten ist der Methämoglobin-Spiegel im Blut für gewöhnlich erhöht, da hier die Aktivität der Methämoglobin-Reduktase noch nicht vollständig ausgeprägt ist. Deshalb ist auf eine niedrige Nitrat- bzw. Nitrit-Konzentration im Trinkwasser zu achten, da sonst Erstickung droht (vgl. Webseite von LUQEL 2020).

Worum geht es inhaltlich?

Die Lernenden

- wissen über Wachstumsfaktoren von Pflanzen, über Mikro- und Makronährstoffe Bescheid
- können Experimente zur Bodenuntersuchung selbstständig durchführen und kennen die fachlichen Hintergründe dazu

Didaktisch-methodische Hinweise

Wie ist die Unterrichtseinheit aufgebaut?

Bei den Bodenproben ist es ratsam, ein breites Spektrum unterschiedlicher Bodenarten einzubeziehen (Humusboden, sandiger Boden, lehmiger Boden etc.). So können leicht Unterschiede identifiziert werden. Auch können eine Negativ- und eine Positivkontrolle bei der Einschätzung eines Testergebnisses helfen. Für jede Gruppe werden pro Bodenprobe etwa zwei gehäufte Gärterschaufeln Erde benötigt. Beim Sammeln ist darauf zu achten, dass keine Lebewesen mit eingepackt werden. Die Entnahme erfolgt etwa aus einer 20 cm tiefen Erdschicht. Die Bodenproben können in Plastiktüten, versehen mit Entnahmeort und Datum, gelagert werden.

Die Unterrichtseinheit besteht aus insgesamt sechs Stunden bzw. drei Doppelstunden. In den ersten beiden Unterrichtsstunden (1. und 2. Unterrichtsstunde) wird zunächst das Vorwissen der Schülerinnen und Schüler zu Wachstumsfaktoren von Pflanzen anhand einer Abbildung aktiviert (**M 1**). Eine Überleitung zum Thema Boden bzw. Bodenuntersuchung wird durch ein Kartenspiel ermöglicht (**M 2**). In diesem sollen die Lernenden Wort- bzw. Textkarten den Kategorien Hauptnährstoffe, Spurenelemente sowie Vorteile oder Nachteile des Düngens zuordnen. Die Lerngruppe setzt sich so mit der Problematik des Düngens auseinander. Hierbei wird die Relevanz einer Bodenuntersuchung zur Nährstoffüberwachung verdeutlicht. Falsches Düngen kann problematisch für die Bodenfruchtbarkeit bzw. für das Ökosystem sein. Die Schülerinnen und Schüler lernen in der zweiten Unterrichtsstunde außerdem kennen, dass man den Boden in einzelne Horizonte untergliedert und wie man diesen charakterisieren kann (Farbe/Aussehen und Geruch) (**M 3** und **M 4**). Im Anschluss beschreiben sie die Bodenproben. In der zweiten Doppelstunde (3. und 4. Unterrichtsstunde) beschäftigen sich die Lernenden mit weiteren wichtigen Bodenparametern (Trockenmasse, Wassergehalt, maximale Wasserkapazität, Lagerungsdichte, aktueller sowie potenzieller pH-Wert, Kalkgehalt, Nitrat-, Phosphat- und Eisen-Ionen-Konzentration). Sie lernen jeweils etwas Theorie kennen (**M 5**, **M 7**) und führen anschließend die Experimente zum aktuellen und potenziellen pH-Wert sowie zum Kalkgehalt bzw. der Calcium-Ionen-Konzentration durch (**M 8–M 10**). Das Experiment zur Trockenmasse bzw. zum Wassergehalt (**M 6**) wird zunächst nur vorbereitet, da das Trocknen etwa 24 Stunden dauert. In der dritten Doppelstunde (5. und 6. Unterrichtsstunde) werten die Jugendlichen dieses Experiment aus und führen die anderen Nährstoffnachweise durch (**M 11–M 14**). Bei diesen Experimenten zur Bestimmung der einzelnen Nährstoffkonzentrationen steht ihnen jeweils eine Alternativmethode zur Verfügung: Entweder die Konzentrationen werden mithilfe von Testkits ermittelt oder mit Lunges-Reagenz, Ammoniummolybdat und Thiocyanat. Eine Entscheidung kann nach den vorhandenen Materialien, nach dem Vorwissen bzw. nach den Interessen der Schülerinnen und Schüler oder nach der Zielsetzung des Unterrichts getroffen werden. Bei schnellen Lerngruppen bietet sich auch die Durchführung beider Varianten an. Sie können dann die Ergebnisse beider Tests miteinander vergleichen und die andere Methode ihren Mitschülerinnen und -schülern vorstellen. Die Bestimmung der Nährstoffkonzentrationen mit Testkits oder mit Teststreifen ist gerade im Anfangsunterricht geeignet, da die Lernenden wenig Experimentiererfahrung benötigen. Mit den Testkits bzw. den Teststreifen der in den didaktischen Hinweisen aufgeführten Hersteller hat der Nachweis jeweils funktioniert. Sie können aber auch auf Produkte anderer Hersteller zurückgreifen. Es empfiehlt sich, den Nachweis im Vorfeld selbst durchzuführen.

Ihr Wissen zum Boden bzw. zur Bodenuntersuchung stellen die Schülerinnen und Schüler am Ende der Einheit spielerisch in einem Quiz unter Beweis (**M 15**).





Ablauf der Unterrichtseinheit

Das Arbeitsblatt **M 1** ist in Gruppenarbeit zu bearbeiten. Bei **M 2** gibt es zwei Möglichkeiten der Bearbeitung, entweder in Gruppenarbeit als Kartenlegespil oder in Einzelarbeit mit dem kostenlosen webbasierten Tool *LearningApps*. Hierfür können die Lernenden einfach den vorliegenden QR-Code scannen oder den Link im Internetbrowser eingeben und dann mit der Aufgabe beginnen. Eine Registrierung der Lernenden ist hierfür nicht nötig.

In **M 3** lesen die Schülerinnen und Schüler zunächst einen Info-Text. In der Aufgabe 2 ist eine Zeichnung zur Schichtung des Bodens anzu fertigen sowie die einzelnen Horizonte zu beschriften, ihre Zusammensetzung (Bestandteile, Tiere) und die Farbe anzugeben. Alternativ können Sie auch eine Zeichnung vorgeben, in der nur die entsprechenden Schichten benannt und entsprechende Ergänzungen vorgenommen werden müssen. Die Aufgabe 2 kann in Gruppen- oder Einzelarbeit durchgeführt werden. Die Aufgabe 3 von **M 3** ist als Gruppenarbeit angedacht. Zwei Gruppen mit jeweils vier Jugendlichen treten gegeneinander an und erklären sich wichtige Begriffe zur Bodenschichtung und zur Charakterisierung von Bodenproben, die erraten werden sollen. In der Aufgabe 3 ist eine Concept-Map zu erstellen. Die Lernenden können ihr Wissen verknüpfen, da die einzelnen Begriffe in Verbindung zueinander gesetzt werden sollen. Sie kann auf einem A3-Blatt in Gruppenarbeit erstellt werden oder es kann das Programm Cmap-Tools eingesetzt werden. In **M 4** untersuchen die Schülerinnen und Schüler selbstständig die Farbe und den Geruch ihrer Bodenproben. Hieraus leiten sie Vermutungen zur Zusammensetzung, zur Durchlüftung sowie zur Verdichtung des Bodens ab. Sie wenden ihr in **M 3** angelesenes Wissen an und lernen das Experiment als Methode der Erkenntnisgewinnung kennen.

Hinweis: Die Ergebnisse von **M 4** hängen von den Bodenproben ab.

Tabu-Spielvariante

In einer weiteren Tabuvariante wird in einer Gruppe von vier Schülerinnen und Schülern gespielt. Jedes Gruppenmitglied zieht hierbei eine bestimmte Anzahl an Karten. Jede Karte enthält einen Oberbegriff, der ohne Benutzung der aufgeführten Worte erklärt werden soll. Die anderen Lernenden sollen den Oberbegriff erraten. Wird der Begriff erraten, so erhält das Gruppenmitglied, das das Wort erklärt hat, sowie das Gruppenmitglied, das das Wort erraten hat, einen Punkt. Gewonnen hat das Gruppenmitglied mit den meisten Punkten. Punktabzug gibt es, wenn eines der aufgeführten Worte bei der Erklärung verwendet wird oder ein davon abgeleitetes. Die Methode ist zur Wiederholung von Inhalten geeignet.

Concept-Map

Eine Concept-Map ist eine Art Mindmap. Jedoch werden hier nicht nur Begriffe notiert, sondern auch Verbindungen zwischen diesen hergestellt. Die Jugendlichen können ihr Wissen lebendiger verknüpfen, da die einzelnen Termini durch Relationen (einzelne Verben oder Wortgruppen) in Verbindung gesetzt werden. Eine Concept-Map kann auch recht einfach mit dem kostenlosen Programm Cmap-Tools erstellt werden. Die Schülerinnen und Schüler können hierbei gleichzeitig den Umgang mit modernen Medien üben.

Die Arbeitsblätter und Versuche (**M 5 bis M 9**) sind alle für Gruppenarbeit geeignet. Besonders beim Lückentext **M 5** und dem Textpuzzle **M 7** bietet sich diese an. In **M 5** befassen sich die Lernenden mit den theoretischen Hintergründen zur Trockenmasse, dem Wassergehalt, der maximalen Wasserkapazität und der Lagerungsdichte. Sie erarbeiten, in welchem Verhältnis die einzelnen Kenngrößen zueinander stehen, und erfahren u. a., welche Einheiten diese haben. In der zweiten Doppelstunde steht die Vorbereitung der Bodenproben für die Trocknung bei 107 °C an (**M 6**). Diese dauert etwa 24 Stunden, sodass die Lernenden die Werte der Trockenmassen, der Wassergehalte, der maximalen Wasserkapazität und der Lagerungsdichte erst in der dritten Doppelstunde bestimmen können.

In der zweiten Doppelstunde beschäftigen sich die Lernenden spielerisch mit einem Textpuzzle zum pH-Wert und zu den Nährstoffgehalten (**M 7**). **M 7** ist eine inhaltliche Vorbereitung für die geplanten Nährstoffuntersuchungen. Dabei erfahren die Lernenden auf grundlegendem Niveau die theoretischen Hintergründe zum pH-Wert. Je nach Klassenstufe und dem Vorwissen der Lernenden bietet sich eine Vertiefung der Theorie zum pH-Wert an. So kann z. B. das Säure-Base-Konzept nach Brønsted thematisiert werden. In **M 7** wird weiterhin aufgezeigt, wofür Pflanzen und Tiere die einzelnen Nährstoffe benötigen. Im Sinne des sprachsensiblen Unterrichts ist darauf zu achten, dass den Lernenden klargemacht wird, dass die Nährstoffe nicht in elementarer Form, sondern als Ionen aufgenommen werden. Eine Ausnahme ist nur bei Stickstoff bekannt. Dieser kann von Knöllchenbakterien, welche z. B. bei Leguminosen zu finden sind, auch in elementarer Form fixiert werden. In **M 8** wird ein Schülerexperiment vorgestellt, mit dem die Lernenden den aktuellen und den potenziellen pH-Wert der Bodenproben bestimmen können. Hierbei werden pH-Meter eingesetzt, da mit pH-Papier nur eine Grobbestimmung möglich ist und je nach Auswahl der Bodenproben die Unterschiede nur minimal sein können. Daher die Empfehlung, möglichst unterschiedliche Bodenproben einzusetzen. Der Kalkgehalt der Bodenproben kann, wie in **M 9** beschrieben, mit verdünnter Salzsäure grob bestimmt werden. Es bietet sich an, eine Negativkontrolle mit VE-Wasser und eine Positivkontrolle mit Tafelkreide durchführen zu lassen. So können die Lernenden die Versuchsergebnisse besser einordnen. Bei der Tafelkreide ist darauf zu achten, dass diese nicht aus Gips besteht, weil hier der Nachweis mit Salzsäure nicht funktioniert. Die Ergebnisse können mit einem Foto festgehalten werden, um sie auch später noch beurteilen zu können. Das Experiment **M 9** ist gerade für Klassen mit wenig Experimentiererfahrung oder leistungsschwache Klassen geeignet. Eine Alternative hierzu stellt das Experiment **M 10** dar. Die Konzentration der gelösten Calcium-Ionen kann exakt durch Titration bestimmt werden. Diese Variante ist allerdings nur für leistungsstarke Klassen zu empfehlen, da die Calcium-Ionen-Konzentration anhand des Verbrauchs an EDTA berechnet wird. Im Material wird eine Beispielrechnung vorgegeben. Empfehlenswert ist, den Rechenweg mindestens einmal gemeinsam durchzugehen. In **M 10** wird als Indikator eine Calconcarbonsäure-Lösung eingesetzt. In Gegenwart von Ca^{2+} -Ionen ist diese violett gefärbt, ohne Blau. Es wird gegen eine EDTA-Lösung titriert und bei einem basischen pH-Wert gearbeitet, sodass der Nachweis durch Magnesium-Ionen nicht gestört wird. Aus Zeitgründen kann auch jede Gruppe jeweils nur eine Bodenprobe titrieren und die Ergebnisse werden dann zusammengetragen. Anstelle der Calconcarbonsäure kann auch eine Indikatorpuffertablette der Firma Merck eingesetzt werden. Diese enthält u. a. den Indikator Eriochromschwarz T. Es wird ein Farbumschlag von Rosa nach Grün erwartet. Es muss bei einem pH-Wert von 10,2 bis 10,5 gearbeitet werden. Im beschriebenen Versuch werden Pipetten eingesetzt. Anhand der Tropfen wird auf den Verbrauch an EDTA geschlossen. Eine genauere Bestimmung des Verbrauchs wäre mit einer Bürette möglich. Die Aufgabe der Lehrkraft besteht darin, die Lösungen für die Versuche in entsprechender Menge anzusetzen. Während sich die Lernenden mit den Aufgaben auseinandersetzen und experimentieren, können Sie individuell Hilfestellung leisten.

In der dritten Doppelstunde werden die Schülerexperimente zur Trockenmasse, dem Wassergehalt, der maximalen Wasserkapazität und der Lagerungsdichte mit den getrockneten Bodenproben durchgeführt sowie die Ergebnisse in den entsprechenden Tabellen notiert (**M 6**). Für die Auswertung können die vorgegebenen Beispielrechnungen zu Hilfe genommen werden. In leistungsschwachen Klassen bietet es sich an, die Rechnungen gemeinsam durchzugehen. Die Werte für die Trockenmasse bzw. den Wassergehalt sind abhängig von der Bodentiefe, aus der die Probe stammt (je tiefer desto feuchter), der Bodenart (besonders Sandböden neigen zur Trockenheit, humusreiche Böden sind meist feuchter), dem Standort und der Witterung bzw. Jahreszeit. Typischerweise ist

der Wassergehalt nicht größer als 30 %, kann aber auch nur etwa 1 % betragen. Die Lagerungsdichte eines Bodens ist von der Größe der Bodenpartikel abhängig. Sie ist umso kleiner, je höher der Anteil an organischer Substanz. Für humusreiche Böden ist sie kleiner $0,9 \text{ g/cm}^3$ und für Mineralböden etwa 1 bis 2 g/cm^3 abhängig vom Humusgehalt (vgl. <http://www.ahabc.de/bodeneigenschaften/bodendichte/#>). Die Nährstoffgehalte der verschiedenen Ionen können mithilfe von Testkits bzw. Teststreifen recht unkompliziert bestimmt werden (**M 11**). Gute Erfahrungen wurden mit dem Nitrat- und Phosphat-Test *Aquamal plus* der Firma Riedel de Haën sowie mit den Eisen-Teststreifen *Quantofix* der Firma Macherey-Nagel gemacht. Mit den Versuchen zu den Nährstoffgehalten können nur die Konzentrationen der in wassergelösten Ionen bestimmt werden. Gerade viele Phosphat-, Calcium- und Eisen-Salze sind schwer in Wasser löslich. Die Wasserlöslichkeit bestimmt die Bioverfügbarkeit der Ionen. In professionellen Bodenuntersuchungen werden oft zwei verschiedene Konzentrationen eines Nährstoffs bestimmt. Einerseits die leicht bioverfügbare und andererseits die kaum bioverfügbare Konzentration. Dafür sind spezielle Aufschlussverfahren notwendig, die aber in einer Schule kaum realisierbar sind. In den Experimenten werden folglich nur die leicht bioverfügbaren Konzentrationen bestimmt. Die Materialien **M 12**, **M 13** und **M 14** sind als Alternativvorschläge zu der Bestimmung der Nährstoff-Konzentrationen mit Testkits bzw. Teststreifen (**M 11**) gedacht. Die Ionen werden in farbigen Komplexbildungsreaktionen nachgewiesen, die z. T. auch so in den Testkits und Teststreifen zu finden sind. Je nach Interesse und Leistungsstand können die Komplexbildungsreaktionen auch vertieft behandelt werden. Im Experiment **M 12** werden die Konzentrationen der Nitrat- und Nitrit-Ionen gleichzeitig bestimmt. Der Gehalt an Nitrit-Ionen ist im Boden vernachlässigbar klein. Sollen ihn die Schülerinnen und Schüler extra bestimmen, so können sie im beschriebenen Experiment das Zinkpulver weglassen. Die Nitrat-Ionen werden nicht reduziert und damit nicht mehr durch Lunges-Reagenz nachgewiesen. Die Experimente in **M 12**, **M 13** und **M 14** sind für Lernende zu empfehlen die schon mehr Experimentiererfahrung haben. Gerade genaues Arbeiten und das Herstellen von Verdünnungsreihen dürften problematisch sein. Bei dem Herstellen einer Verdünnungsreihe können Sie unterschiedlich intensiv Unterstützung leisten, bis hin zu einer Vorgabe der entsprechenden Lösungen. Die Verdünnungsreihen werden benötigt, um die Ergebnisse der Bodenproben einordnen zu können. Die Ionen-Konzentrationen der Verdünnungsreihen wurden so gewählt, dass sie im zu erwartenden Bereich der entsprechenden Ionen-Konzentration liegen. Durch geschickte Anpassung, z. B. Verdünnung oder doppelte Zugabe des Nachweis-Reagenz, können auch andere Verdünnungen bereitgestellt werden. Im Labor werden die Vergleichslösungen fotometrisch untersucht und daraus eine Eichgerade erstellt. Mit deren Hilfe kann die exakte Ionen-Konzentration einer Probe ermittelt werden. In **M 15** wenden die Lernenden spielerisch ihr Wissen zum Thema Boden(untersuchung) an. Das Spiel eignet sich somit zur Ergebnissicherung.

Weiterführende Medien

Bücher

- ▶ Bartels, U., Knabe, W. (1990): Das Experiment: Der Eisentest im Waldboden, Chemie in unserer Zeit 24, Nr. 3, S. 131–134.
- ▶ Bochter, R. (1995): Boden und Bodenuntersuchung. In Praxis Schriftenreihe Chemie Band 53, Aulis Verlag Deubner & Co Köln.
- ▶ Enßlein, W., Krahn, R., Skupin, S. (2000): Böden untersuchen. Quelle und Meyer, Wiebelsheim.
- ▶ Fachdidaktik Biologie der Technischen Uni Kaiserslautern (2017): Bestimmung von Phosphat in Pflanzen. Erhältlich unter: http://www.fdbio-tukl.de/assets/files/fd_documents/boden/files/Phosphat.pdf (letzter Zugriff: 12.10.20).
- ▶ Hermanns*, J., Groß, S. (2009): Boden - eine Entdeckungsreise, MNU 62, Nr. 3, S. 165–170.
- ▶ Keller, D. (2020): Das Einstellen und Beeinflussen von Gleichgewichtsreaktionen nach Le Chatelier. In: RAAbits Chemie, Raabe Fachverlag für die Schule, November 2020, Stuttgart.
- ▶ Von Liebig, J. (1855): Die Grundsätze der Agricultur-Chemie mit Rücksicht auf die in England angestellten Untersuchungen. Druck und Verlag von Friedrich Vieweg und Sohn, Braunschweig, 2. Aufl., S. 13.
- ▶ Liebscher, G. (1895): Untersuchungen über die Bestimmung des Düngerbedürfnisses der Ackerböden und Kulturpflanzen. Journal für Landwirtschaft. Bd. 43, S. 49–216.
- ▶ Stahr, K., Kandeler, E., Herrmann, L., Streck, T. (2012): Bodenkunde und Standortlehre – Grundwissen Bachelor. 2. Aufl. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.

Internetseiten

- ▶ Sauermost, R., Freudig, D. (1999): Bodenuntersuchung. Erhältlich unter: <https://www.spektrum.de/lexikon/biologie/bodenuntersuchung/9878>
- ▶ Umweltbundesamt (UBA) (Hrsg.) (2020): Lachgas und Methan. Erhältlich unter: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/boden-landwirtschaft/umweltbelastungen-der-landwirtschaft/lachgas-methan>
- ▶ Uni Göttingen (2015): Lehrer_innenversuch – Bestimmung des Calciumgehalts verschiedener Wasserproben durch Komplexometrie. Erhältlich unter: <http://unterrichtsmaterialien-chemie.uni-goettingen.de/material/9-10/V9-347.pdf>
- ▶ Zentrale für Unterrichtsmedien im Internet e. V. (Hrsg.) (2019): Nitrat- und Nitritnachweis mit Lungesreagenz. Erhältlich unter: https://unterrichten.zum.de/wiki/Wir_erforschen_den_Boden/Nitrat-_und_Nitritnachweis_mit_Lungesreagenz
- ▶ LearningApp-Link für die Lehrkraft zu M 2: <https://learningapps.org/17637319>
- ▶ LearningApp-Link für die Lehrkraft zu M 5: <https://learningapps.org/display?v=pyvvrqpb1k24>
- ▶ LearningApp-Link für die Lehrkraft zu M 7: <https://learningapps.org/display?v=pooudxaav24>
- ▶ LearningApp-Link für die Lehrkraft zu M 10: <https://learningapps.org/display?v=p0v0rf0s224>

[letzter Abruf: 16.01.2024]

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 Sieb 1 Smartphone/Tablet oder Kamera

3./4. Stunde

Thema: Bodenkenngrößen

- M 5** Einführung: Rund um Wasser und Boden
M 6 Schülerversuche: Rund um 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 Trockenschrank 1 Löffel
 1 Waage 1 wasserfester Stift

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

<input type="checkbox"/> 1 Waage	<input type="checkbox"/> 1 Taschenrechner
<input type="checkbox"/> 1 Trichter	<input type="checkbox"/> 1 Löffel
<input type="checkbox"/> 1 Messzylinder 25 ml	<input type="checkbox"/> 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

<input type="checkbox"/> 4–6 Erlenmeyerkolben (einer pro Bodenprobe)	<input type="checkbox"/> pH-Meter
<input type="checkbox"/> 1 Löffel	<input type="checkbox"/> 2 Bechergläser
<input type="checkbox"/> 1 Waage	<input type="checkbox"/> 1 Stift
<input type="checkbox"/> 1 Trichter	<input type="checkbox"/> 1 Schutzbrille pro Person
<input type="checkbox"/> 1 Messzylinder 50 ml	<input type="checkbox"/> Filterpapier

M 9 Wie kalkhaltig ist unser Boden?**Dauer** Vorbereitung: 5 min, Durchführung: 5 min**Chemikalien** gesiebte Bodenproben kleines Stück Tafelkreide (nicht aus Gips)
 Salzsäure 

Geräte

<input type="checkbox"/> 1 Smartphone/Tablet oder Kamera	<input type="checkbox"/> 4–6 Petrischalen (eine pro Bodenprobe)
<input type="checkbox"/> 1 Löffel	<input type="checkbox"/> Schutzbrille und Kittel pro Person
<input type="checkbox"/> 1 Stift	

**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

<input type="checkbox"/> 4–6 Filterpapiere (eines pro Bodenprobe)	<input type="checkbox"/> 1 Peleusball
<input type="checkbox"/> 1 Löffel	<input type="checkbox"/> 1 Messzylinder 100 ml
<input type="checkbox"/> 2 Erlenmeyerkolben 50 ml (pro Bodenprobe)	<input type="checkbox"/> 1 Spatel
<input type="checkbox"/> Messpipetten 2 ml	<input type="checkbox"/> 4–6 Trichter (einen pro Bodenprobe)
<input type="checkbox"/> 1 Erlenmeyerkolben 100 ml (pro Bodenprobe)	<input type="checkbox"/> 1 Taschenrechner
<input type="checkbox"/> Messpipetten 5 ml	<input type="checkbox"/> pro Person
<input type="checkbox"/> Bechergläser 50 ml und 100 ml	<input type="checkbox"/> 1 Stift



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 siehe 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 Lunge II  
 Lunge I   Natriumchlorid
 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 3 ml (für jede Bodenprobe eine weitere) 1 Reagenzglasständer
 2 Messpipetten 2 ml 1 Taschenrechner
 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
 schwefelsaure Ammoniummolybdat-Lösung  Kaliumhydrogenphosphat-Lösung
 VE-Wasser
- Geräte** 7 Reagenzgläser (für jede Bodenprobe ein zusätzliches) 2 Peleusbälle
 7 Stopfen (für jede Bodenprobe einen zusätzlichen) 1 wasserfester Stift
 2 skalierte Pasteurpipetten 1 ml (für jede Bodenprobe eine weitere 3 ml) 1 Reagenzglasständer
 2 Messpipetten 2 ml Streichhölzer
 1 Becherglas 500 ml 1 Gasbrenner
 1 Taschenrechner
 1 Dreifuß und 1 Drahtnetz
 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 Kittel 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 mittlerem Niveau.				
	leichtes Niveau		mittleres Niveau		schwieriges Niveau
	Zusatzaufgabe		Alternative		Selbsteinschätzung

SCHOOL-SCOUT.DE

Unterrichtsmaterialien in digitaler und in gedruckter Form

Auszug aus:

Chemie: Eine Lerntheke zu Bodenuntersuchungen

Das komplette Material finden Sie hier:

[School-Scout.de](https://www.school-scout.de)

