

13.02.2009 12:40

Vierter Teil : Bodenwasser, Bodenluft, Bodenwärme

Wir messen den Wassergehalt einer Bodenprobe

Informationen zum Thema

Ohne Wasser gibt es kein Leben auf der Erde. Ohne Wasser ist auch der Boden tot. Bodenorganismen und Pflanzen benötigen Wasser. Sie beziehen ihr Wasser aus dem Boden und nehmen gleichzeitig mit dem Wasser Nährstoffe auf. Der Wassergehalt des Bodens ist ein wichtiges Maß für den aktuellen Stand seiner Fruchtbarkeit. Die Bestimmung des Bodenwassergehalts ist gleichzeitig eine grundlegende Methode für weiterführende Bodenexperimente. Sie ist weiterhin von Bedeutung für die Bestimmung des Porenvolumens als auch für die Bestimmung des spezifischen Gewichts



Oberflächenwasser sickert in den Boden

Versuchsanstellung

Eine Bodenprobe wird abgewogen und in einen auf 110 °C aufgeheizten Trockenschrank gestellt. Nach 5 - 10 Stunden ist die Bodenprobe ausgetrocknet und wird erneut gewogen. Da für ein bodenkundliches Praktikum ständig getrocknete Bodenproben benötigt werden, ist es empfehlenswert, gleichzeitig eine größere Probenmenge zu trocknen.

Porzellantiegel

Tiegelzange

Trockenschrank (ersatzweise auch Backofen)

Sieb

Versuchsdurchführung

- a) Stelle das Gewicht des Tiegels fest
- b) Fülle 50 g abgeseibten Boden ein
- c) Stelle die abgewogenen Proben in den Trockenschrank
- d) Nach 5 - 10 Stunden ist die Bodenprobe ausgetrocknet. Nimm sie mit der

Tiegelzange aus dem Trockenschrank und lass sie abkühlen.

e) Wäge zurück

f) Werte aus

Schrumpfrisse eines ausgetrockneten Bodens



Beispiel für die Auswertung

- | | |
|--|---|
| a) Gewicht des Tiegels | 27,31 g |
| b) Gewicht des Tiegels mit Boden | 37,36 g |
| c) Gewicht des Tiegels mit Boden nach dem Trocknen | 32,91 g |
| d) Gewicht des tatsächlich eingewogenen Bodens | $37,36 \text{ g} - 27,32 \text{ g} = 10,05 \text{ g}$ |
| e) Wasserverlust durch die Trocknung | $37,36 \text{ g} - 32,91 \text{ g} = 4,45 \text{ g}$ |

10,05 g eingewogener Boden enthalten 4,45 g Wasser

$$\frac{100 \times 4,45}{10,05} = 44,24 \% \text{ Wasser}$$

Erfahrungen und Konsequenzen

Der Versuch ist als Gruppenarbeit geeignet. Da der Trocknungsvorgang mehrere Stunden dauert, sollte bei einem bodenkundlichen Praktikum die Trocknung vorgezogen werden.

Kleine Bodenwasserkunde

Das Bodenwasser stammt überwiegend aus dem Niederschlag. Die Gestalt der Bodenoberfläche (Neigung, Bewuchs) beeinflusst den Anteil des Wassers, das als

Oberflächenwasser ungenutzt in Gräben, Bäche und Flüsse abfließt. Der größere Teil versickert im Boden und wird dort gespeichert.

Ein kleinerer Teil des Niederschlags verdunstet direkt an der Bodenoberfläche; in unserem Klimabereich ist das hauptsächlich in den Sommermonaten der Fall.

Schauen wir uns die Wasserverhältnisse im Boden einmal genauer an. Ein Teil des in den Boden eingedrungenen Wassers bleibt an den Bodenteilchen haften (Haftwasser). Was nicht hängen bleibt, versickert in Richtung Untergrund (Sickerwasser) und sammelt sich als Grund- oder Stauwasser. Wie tief das Wasser in den Boden einsickert, hängt von den Bodenverhältnissen ab.

Wasserundurchlässige Schichten können den Wasserfluss schon nach einigen Dezimetern stoppen. Im Normalfall sinkt das Wasser aber in tiefere Schichten. Aus dem Wasservorrat des Bodens kann wieder Wasser an die Oberfläche steigen (Kapillarwasser).

Verständnisfragen und Anweisungen

1. Was hast du in diesem Experiment getan?
2. Erläutere den Rechengang zur Ermittlung des prozentualen Wassergehalts.

Verständnisfragen zum Text "Kleine Bodenwasserkunde".

1. Welche Bedeutung hat das Wasser für das Leben auf der Erde?
2. Erläutere den Wasserkreislauf
3. Welche Wassermengen brauchen Roggen / Weizen / Hafer vom Frühjahr bis zur Ernte?

Wir untersuchen die Wasserdurchlässigkeit verschiedener Bodenproben

Untersuchungsmaterial

Tonboden und Sandboden in verschiedener Zusammensetzung

Messzylinder

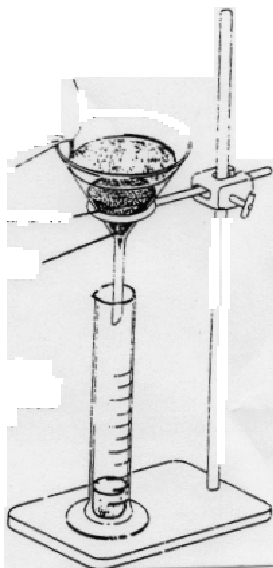
Messbecher mit Wasser

Glaswolle oder Gaze

Stativ mit Zubehör

Stoppuhr

Flüssigkeitstrichter mit Marke etwa 2cm unterhalb des Randes





Versuchsablauf

- Bereite drei Mischungen aus Sand- und Tonboden. Die Angaben findest du in der Tabelle. Die Mischungen sollen mit Wasser gesättigt sein.
- Fülle die Proben in einen Glastrichter, der durch einen Glaswollestopfen unten abgedeckt ist (siehe Zeichnung).
- Gieße Wasser aus dem Messbecher in den Trichter, bis das Wasser an die Markierung reicht.
- Setze die Stoppuhr in Gang.
- Gieße langsam Wasser nach. Das Wasser soll ständig bis an die Markierung reichen.
- Notiere die Wassermenge, die in 1 Minute, 2 Minuten, 3 Minuten durchgelaufen ist, bis das gesamte Wasser durchgelaufen ist.

Auswertungstabelle

% Ton (Zusammensetzung des Bodens)	% Sand (Zusammensetzung des Bodens)	Zeit für den Wasserdurchlauf (min)	gesammelte Wassermenge (ml)	Wassermenge pro Zeiteinheit ml/min

verschlammter Boden



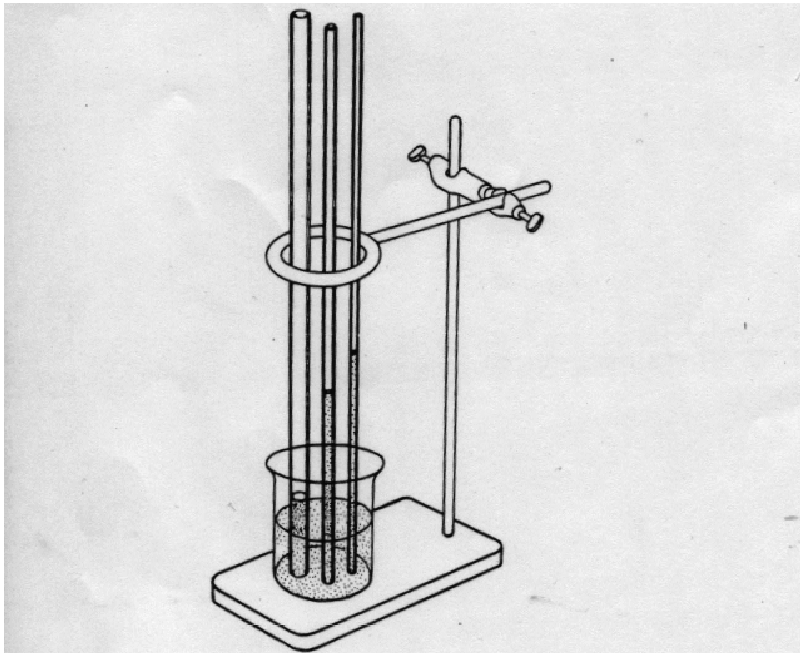
Verständnisfragen und Anweisungen zum Experiment "Wasserdurchlässigkeit verschiedener Bodenproben"

1. Was hast du in diesem Versuch getan?
2. Welche Probe ließ am meisten Wasser durch? Begründe!
3. Welche Wirkung hat der steigende Tonanteil auf die Wasserdurchlässigkeit?
4. Warum soll der Wasserstand im Trichter möglichst gleich gehalten werden?
5. Wie würde sich das Ergebnis ändern, wenn:
 - a) der Trichter weiter wäre?
 - b) die Bodenschicht dichter wäre?

Überlege

6. Regenwasser fällt auf einen Sandboden. Wird das Regenwasser so durch den Boden strömen, wie wir es in dem Experiment gesehen haben?

Wir untersuchen den kapillaren Wasseranstieg



Versuchsanstellung

Der Versuch soll den kapillaren Wasseranstieg im Boden demonstrieren

Untersuchungsmaterial

3 Glasrohre von 50 - 70 cm Länge, Durchmesser 0,5 cm / 0,1 cm / 0,01 cm

3 Stative mit Zubehör

Glasschale mit Wasser

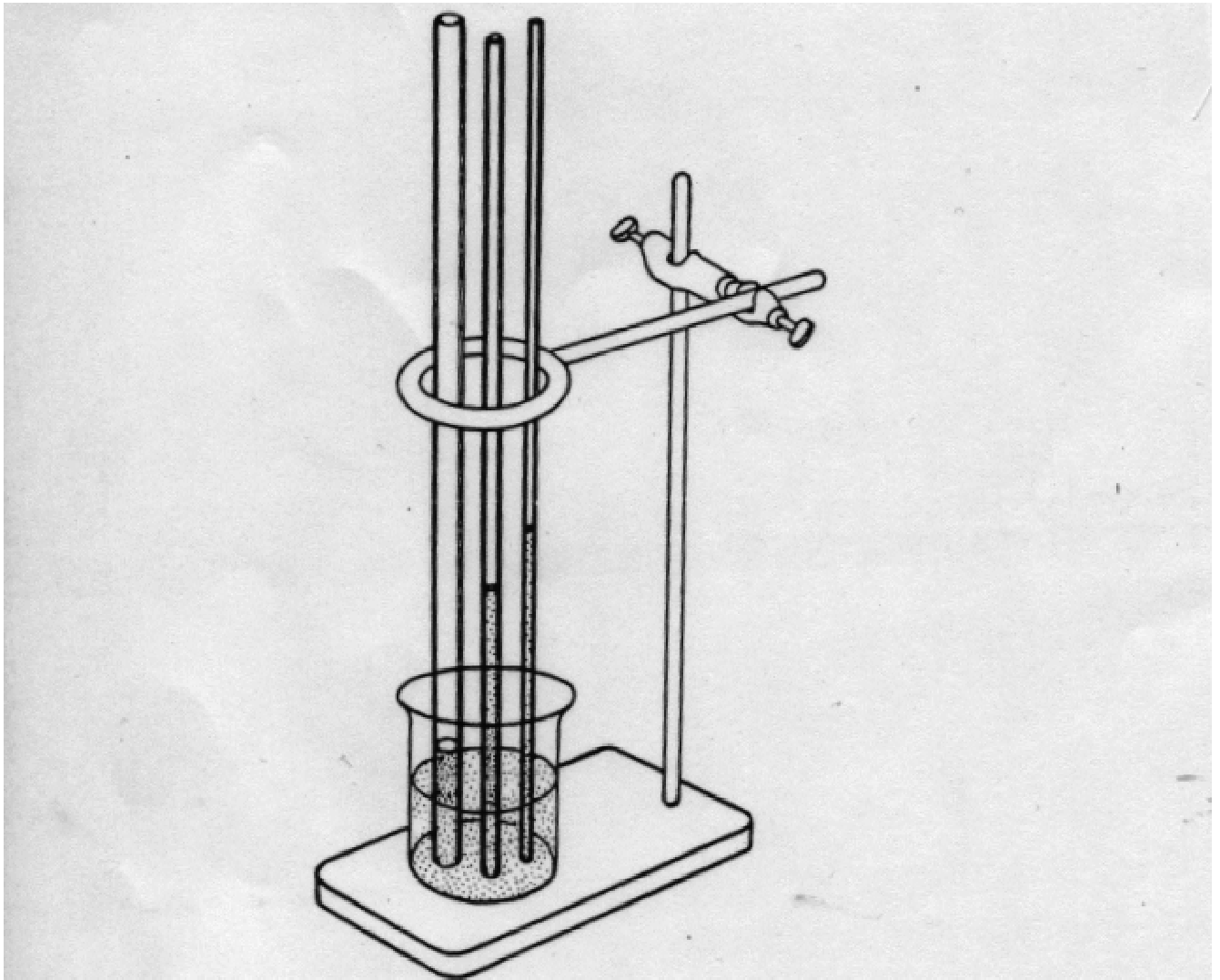
Kaliumpermanganat

Versuchsablauf

a) Färbe das Wasser mit Kaliumpermanganat

b) Hänge die Glasrohre in der Reihenfolge des abnehmenden Durchmessers auf. Die unteren Enden tauchen frei in das Wasser der Glasschale (siehe Skizze).

c) Beobachte den Wasseranstieg nach 15 Minuten , 12 Stunden und 24 Stunden



Wir ermitteln die Steighöhe von Wasser in Sand verschiedener Korngröße

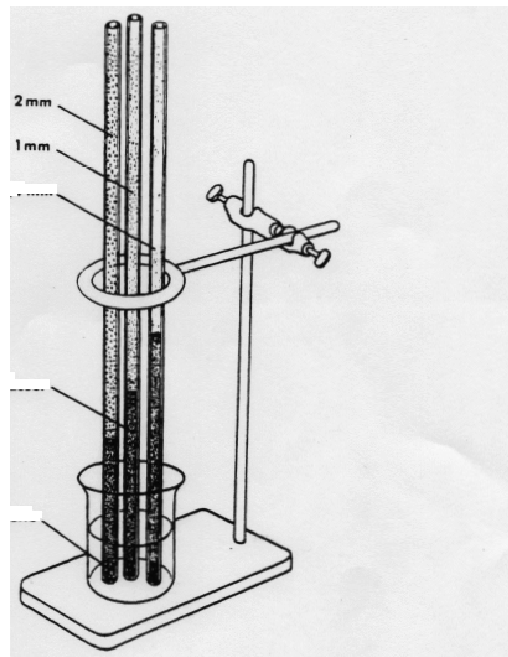
Untersuchungsmaterialien

- 3 Glasrohre von 75 cm Länge , Durchmesser 1 bis 5 cm
- Glaswolle
- Trichter zum Einfüllen des Sandes
- 3 Stative mit Zubehör
- Glasschale mit Wasser
- Sand, lufttrocken, der Korngrößen 0,4 mm, 1,0 mm und 2,0 mm

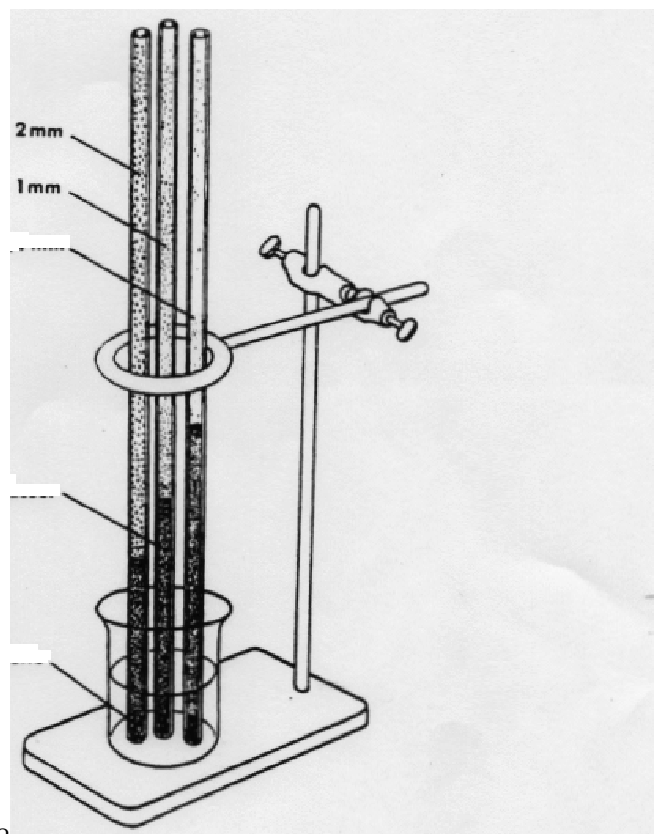
Versuchsablauf

- a) Hänge die Glasrohe auf. Die Glasrohe sind unten mit Glaswolle zu verstopfen.
- b) Fülle lufttrockenen Sand ein. In jedes Glasrohr eine Korngrößenart.
- c) Versuche, die Sandkörner möglichst dicht zu lagern.
- d) Fülle Wasser in das Glasgefäß. Die Rohrenden sollen 1 - 2 cm unter Wasser stehen.
- e) Beobachte den Wasseranstieg nach 5, 10, 30, 60, 120 Minuten, 24 Stunden und 8

Tagen (Wasservorrat zwischenzeitlich ergänzen).



gesiebter Sand der Korngrößen 0,4 -
2mm



Wir messen die Bodentemperatur

Informationen zum Thema

Wenn die Sonne scheint, nimmt der Boden rasch die Wärme auf; nachts strahlt der Boden die Wärme wieder ab. Dieser einfache Mechanismus wird durch zahlreiche Einflüsse verändert:

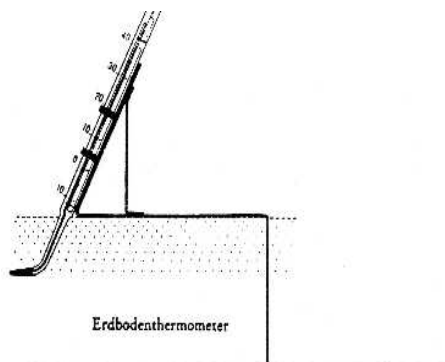
- Lage des Bodens am Hang oder in der Ebene
- Bodenfarbe
- Wassergehalt des Bodens
- Zusammensetzung des Bodens
- Bewuchs

Am Boden und in der obersten Bodenschicht kann die Temperatur erheblich von der Temperatur der umgebenden Luft abweichen mit Folgewirkungen für das Pflanzenwachstum auf dem Boden.

Im Grenzbereich zum Gefrierpunkt neigen Boden mit hohem Anteil lufthaltigen, organischen Materials am Tage zu besonders hohen Temperaturen, nachts hingegen kühlen sie besonders stark aus. Auf die Gefahr von Nachtfrosten reagieren Landwirte und Gärtner mit vorbeugenden Maßnahmen (Folienabdeckungen, Streuauftrag etc.).

Untersuchungsmethoden

An unterschiedlichen Standorten führen die Schüler Thermometer in den Boden ein und messen die Temperaturdifferenzen im Tag-Nacht-Rhythmus. Zum Vergleich eignen sich z.B. ein aufgelockerter und ein festgetretener Boden, ein trockener und ein feuchter Boden, ein heller und ein dunkler Boden, ein bewachsener und ein unbewachsener Boden.



Untersuchungsmaterial

- größere Thermometer mit feiner Skaleneinteilung (günstig sind spezielle Bodenthermometer)
- Bohrstock oder Spaten

Versuchsdurchführung

- Bohre Löcher unterschiedlicher Tiefe in den Boden und führe die Thermometer ein. Vorsicht ist geboten, Thermometer sind zerbrechlich!
- Die Bodentiefen für die Messung zeigt dir das Auswertungsbeispiel.

Auswertungsbeispiel

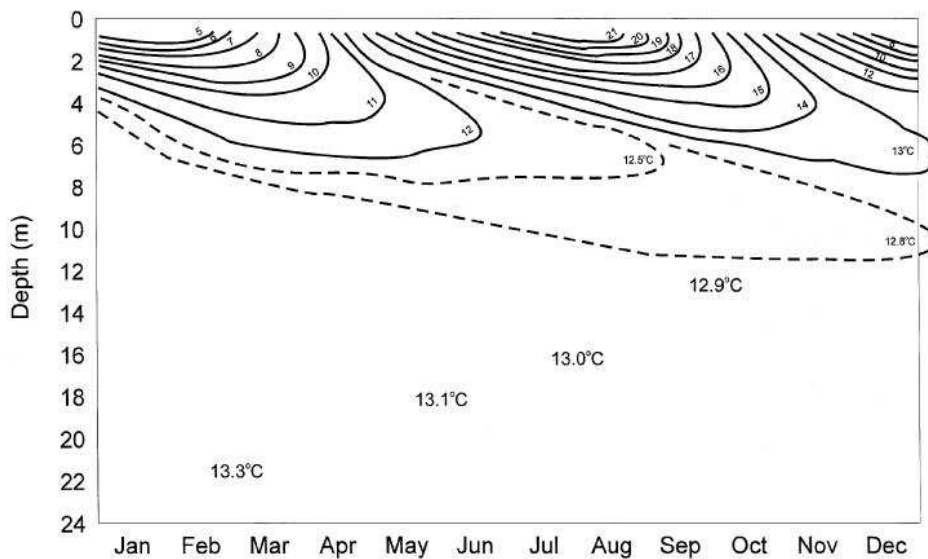
Standort = schwach geneigter Wiesenhang, an einen Teich angrenzend

Datum	Zeit	Witterung	Boden-Tiefe cm	Bodenzustand		
				naß °C	feucht °C	trocken °C
16.V.	11 ⁰⁰ h	geringe Bewölkung Sonnenschein Ostwind 2,2 m/sec	0,5	22,0	23,6	25,4
			2	20,6	19,0	22,0
			5	15,5	16,3	19,8
			10	14,3	15,0	17,1
			20	14,2	14,3	16,3
			30	14,1	14,0	15,5

Temperaturspanne von 0,5 - 30 cm Tiefe: 7,9 °C 9,6 °C 9,9 °C

Da Wasser eine höhere Leitfähigkeit besitzt als Luft, wird die Wärme im Boden durch das Wasser verteilt und gespeichert. Die Temperaturdifferenzen zwischen oberer und unterer Bodenschicht sind bei einem feuchten Boden geringer als bei einem trockenen Boden. Gleichzeitig wirkt die Verdunstung an den Bodenoberfläche temperaturmindernd.

Bodentemperatur in Abhängigkeit von Bodentiefe und Jahreszeit



Beispiel für den Einfluß der Bodentemperatur auf den Ertrag von Tomaten

Bodentemperatur (°C)	Früchte (g)
7.1	255
9.7	697
12.4	856
14.6	1084
20.3	1247
29.3	1293
38.7	1148
42.8	753

Erfahrungen und Konsequenzen

Der Versuch ist als Schüler-Partnerarbeit geeignet. Der Lehrer sollte geeignete Orte für die Messung auswählen. Günstig ist die Messung der Temperatur in Kombination mit dem Aushub einer Profilgrube (seitliches Einführen der Thermometer in die Bodenprofile). Ansonsten ist der Vorbereitungsaufwand verhältnismäßig gering. Es sei darauf hingewiesen, dass die Messung der Temperatur an der Bodenoberfläche mit Quecksilberthermometern nur bei entsprechender Abschirmung sinnvoll ist; günstiger sind für diese Messungen thermoelektrische Messfühler.

Der Versuch bietet folgende weiterführende Perspektiven

- Die Schüler befassen sich näher mit den Auswirkungen der Bodentemperatur auf das Pflanzenwachstum und lernen dabei auch praktische Maßnahmen zur Bodentemperaturregulierung kennen (Abdeckungen, Treibhäuser etc.).

Wir ermitteln den Luftgehalt des Bodens

Informationen zum Thema

Luft im Boden benötigen Pflanzen und Tiere. Ein fester Boden mit nur wenig Luft ist für die Pflanzen ein schlechter Standort.

Das Bodenwasser ist der Gegenspieler der Bodenluft. Ein voll mit Wasser gesättigter Boden ist luftarm. Schwankungen des Luft- und Wassergehaltes sind für einige Böden charakteristisch (z. B. Marschböden). Sie beeinflussen die Färbung des Bodens und die Bodenentwicklung.

Nur wenige Organismen kommen ganz ohne Luft aus. Dazu gehören einige Bakterienarten, die an der Zersetzung abgestorbener Pflanzen beteiligt sind (z. B. die Milchsäurebakterien).

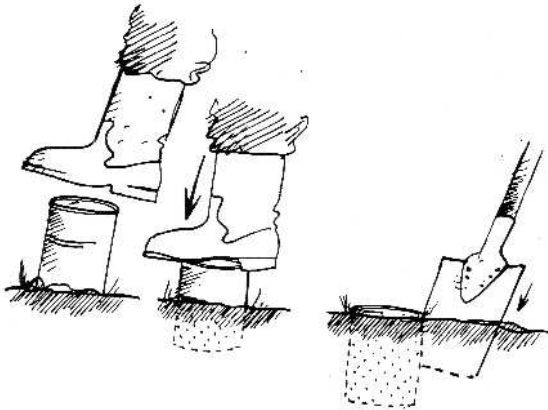
Untersuchungsmaterialien

leere Konservendosen (850 ml), am Boden durchlöchert
 Becherglas (2000 ml)
 Messzylinder
 Spatel
 Spaten
 gewachsener Boden am Standort

Versuchsablauf

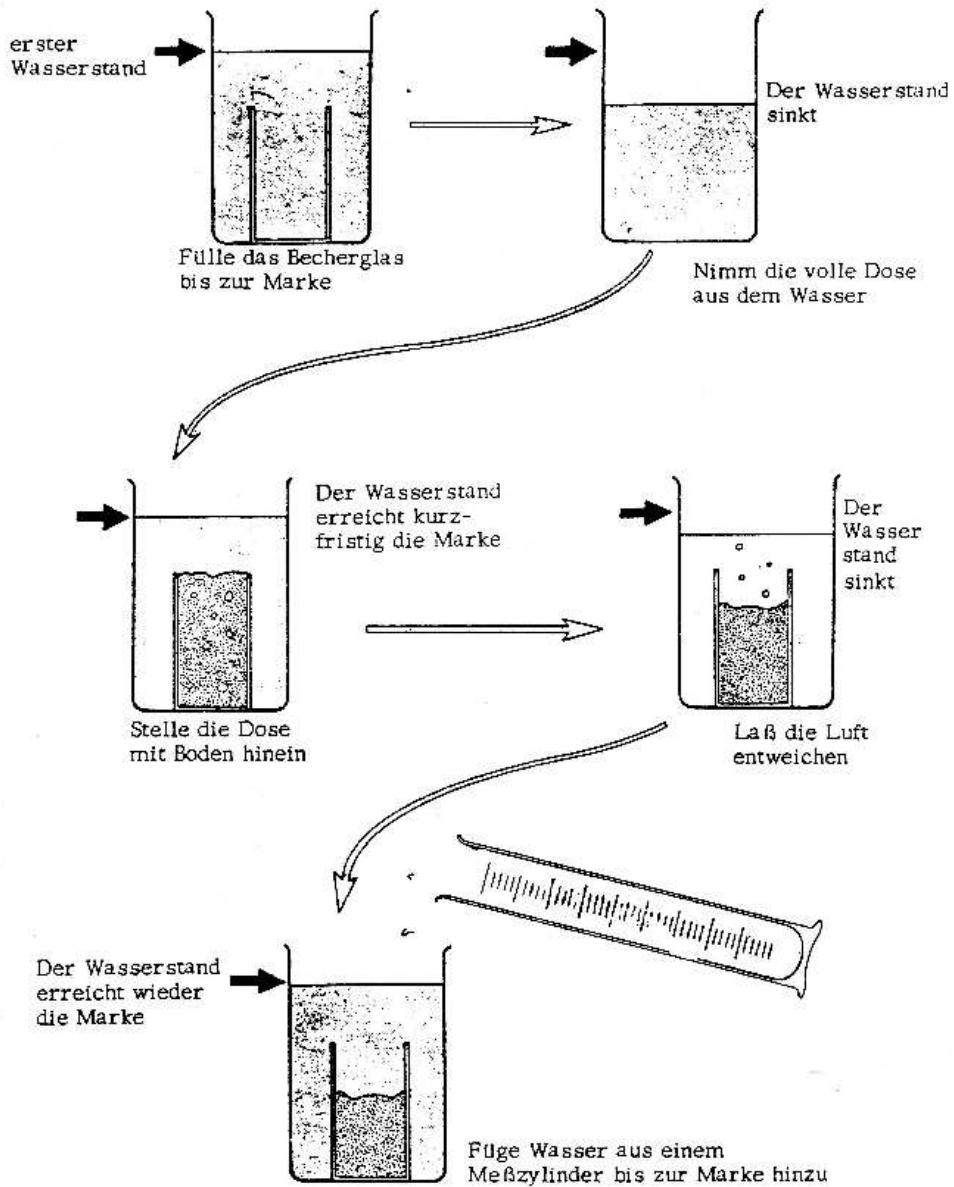
- Beseitige die oberste Bodenschicht mit einem Spaten, bis sich eine saubere, waagerechte Anschnittfläche ergibt.
- Drücke die Konservendose vorsichtig in den Boden. Vermeide soweit wie möglich ein Zusammendrücken oder eine sonstige Störung des Bodens.
- Grabe die Dose aus, wenn sie ganz mit Erde gefüllt ist. Es darf keine Erde aus der Dose verloren gehen.

Wir ermitteln den Luftgehalt im Boden



- Schneide die Erde in Randhöhe des Gefäßes ab.
- Stelle eine gleichgroße Dose ohne durchlöcherten Boden in das Becherglas und fülle es bis zur 2000 ml Wasser-Marke.
- Nimm die Dose samt Füllung aus dem Wasser.
- Stelle die Dose mit Erde aufrecht in das 2-Liter-Becherglas.
- Lockere vorsichtig mit einem Spatel den Boden in der gefüllten Dose, damit alle Luft entweichen kann. Warte ab bis der Wasserstand nicht mehr sinkt.
- Fülle aus dem Messzylinder Wasser bis zur Markierung in das Becherglas. Notiere den Wasserstand im Messzylinder vor und nach dem Auffüllen. Das nachgefüllte Wasservolumen entspricht dem aus dem Boden verdrängten Luftvolumen.
- Berechne den Volumenanteil der Luft am eingefüllten Boden.

Gesamtdarstellung des Versuchsablaufs



Auswertungstabelle					
Rauminhalt der Bodenprobe	Wasserstand vor dem Zuschütten	Messzylinder nach dem Zuschütten	Unterschied	Rauminhalt der Luft im Boden	Volumenanteil der Luft im Boden (%)

Formel

Rauminhalt der Luft : Rauminhalt des Bodens x 100
 ergibt den Volumenanteil der Luft ("Luftgehalt") im Boden in *Prozent*

Verständnisfragen und Anweisungen zum Experiment "Wir ermitteln den Luftgehalt im Boden"

1. Was hast du in diesem Experiment getan?
2. Beurteile die Versuchsergebnisse.
3. Warum sinkt der Wasserstand im Becherglas?
4. Wie würde das Ergebnis aussehen, wenn der Boden mit einem Spaten eingefüllt worden wäre?
5. Wie ändern sich die Luftverhältnisse im Boden
 - nach längerem Regen?
 - nach längerer Trockenheit?
6. Kannst du dir auch andere Methoden vorstellen, um den Luftgehalt des Bodens zu ermitteln?

Verständnisfragen und Anweisungen zum Informationstext "Bodenluft"

1. Warum beeinflussen Luft- und Wasserschwankungen die Färbung des Bodens?
2. Welche Bodenarten und Bodentypen haben vermutlich weniger Luft?