

MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE
ET DE LA FORMATION PROFESSIONNELLE
Service de coordination de la recherche
et de l'innovation pédagogiques et technologiques

1. Lëtzebuerger Naturwëssenschaftsolympiad

Finalrunde: Mittwoch, den 19. März 2008

Lycée Michel Rodange, Luxemburg



Hallo Erde!
Oder: Wie man einen Boden anspricht

- Aufgabenbogen -

Vorsichtsmaßnahmen

1. Tragt Laborkittel und Schutzbrillen während des gesamten Aufenthalts im Labor.
2. Einweghandschuhe müssen bei der Arbeit mit Chemikalien getragen werden.
3. Essen und Trinken im Labor ist nicht gestattet.
4. Wenn Material kaputt geht, sofort einem Jurymitglied Bescheid geben.
5. Den Anweisungen der Jurymitglieder ist immer Folge zu leisten.

Anleitung zur Erfüllung von Aufgaben

1. Ihr könnt die Aufgaben in jeder beliebigen Reihenfolge, individuell oder als Gruppe bearbeiten. Aufgrund der Zeitbeschränkung ist es ratsam, die Arbeit aufzuteilen.
2. Material, was allen Gruppen zur Verfügung steht, muss **sofort** nach Gebrauch an seinen ursprünglichen Platz zurück gebracht werden.
3. Alle Ergebnisse müssen in den **Antwortbogen** geschrieben werden.
4. Benutztes Papier mit Daten und Graphen inklusive Schmierpapier muss am Ende des Experiments abgegeben werden.
5. Punkte für die einzelnen Aufgaben:

A. Bodenfarbe	4 Punkte
B. Bodentextur oder Bodenart	4 Punkte
C. Bodenstruktur oder Bodengefüge	2 Punkte
D. Bodenwasser	5 Punkte
E. Chemische Bodenanalyse	24 Punkte
Expertenfrage	4 Punkte
F. Wärmedämmung und Dichte	25 Punkte
G. Humusanteil im Boden	5 Punkte
H. Bestimmung der Bodenlebewesen	22 Punkte
Schlussbericht	5 Punkte

„Der Boden ist die Quelle aller Güter!“

Justus von Liebig, 1803-1873



Der Landwirt Peter AGRI hat von seinem Großvater einen Hektar Laubwald geerbt. Da heutzutage der Preis von Nahrungsmitteln stark steigt, hat er vor, dieses Grundstück zu roden und für den Anbau von Weizen zu nutzen.

Vorher will er jedoch von einem Expertenteam wissen, ob sich dieser Boden für landwirtschaftliche Zwecke eignet oder nicht.

Aus diesem Grund wendet er sich an ein wissenschaftliches Institut, welches Klarheit in Sachen Bodenfruchtbarkeit schaffen soll. Die Bodenfruchtbarkeit ist bedingt durch die Gesamtheit der physikalischen, chemischen und biologischen Eigenschaften.

Ihr seid sein Expertenteam für Bodenuntersuchungen! *Findet die Bodeneigenschaften der Bodenproben heraus und gebt eine Antwort auf seine Fragen!*

Hallo Erde!

oder: Wie man einen Boden anspricht

A. Bodenfarbe



1. Hintergrundinformationen

Wie kommt Farbe in den Boden?

Bestimmte Minerale und Humusstoffe geben dem Boden die charakteristische Färbung.

- Der Oberboden ist umso dunkler, desto höher der Humusgehalt ist. Dabei gibt es graue und schwarze Huminstoffe.
- Des Weiteren färben Eisenoxide und -hydroxyde Boden gelb-braun (Goethit), rot-braun bzw. orange (Ferrihydrit) oder tiefrot (Hämatit).
- Gebleichte oder hell-beige Boden-Horizonte verweisen auf Stoffauswaschungen in den Unterboden hin.
- Manganoxide sind braun-schwarz, Eisensulfide schwarz und kommen oft in Böden vor, in denen Stauwasser anzutreffen ist.

Kennzeichen der Bodenfarbe

Zur Farbbestimmung wird die frische Bodenprobe visuell mit den Farbwerten der **Munsell-Farbtabelle** verglichen und der richtige Farbton abgeschätzt.

Die von A.H.Munsell (1858-1918) entwickelte Farbskala beruht auf der Kennzeichnung der Farbe anhand von drei Größen:



den

blau-



- Farbton (**Hue**), Angabe des Mischanteils von Gelb (Yellow) und Rot (Red). 0 = schwarz; 10 = weiß
Z.B. 10 YR; 2.5 YR usw.
- Farbhelligkeit (**Value**)
- Farbintensität (**Chroma**)

2.

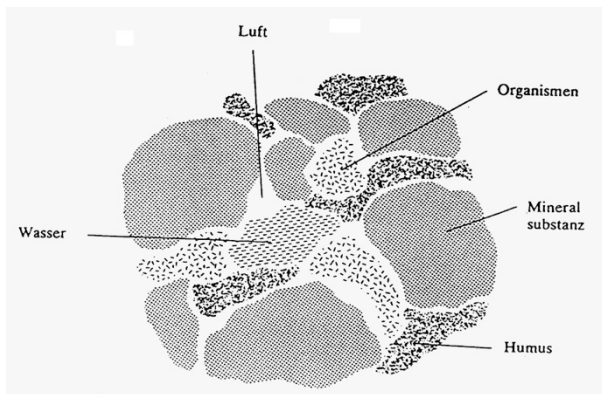
Aufgabenstellung:

Vergleicht die Bodenprobe mit der Farbtabelle und gebt die Farbe auf dem Antwortbogen an!

Bei der Farbangabe soll sowohl die Munsell Bezeichnung als auch die Farbe angegeben werden!

z.B.: 7.5 YR 7/6 = 'reddish yellow' (gelblich-rot)

Physikalische Bodeneigenschaften



Boden entsteht durch Verwitterungsvorgänge von Festgestein (Erosion).

Die Verwitterungsprodukte werden entweder vor Ort durchmischt oder abtransportiert und abgelagert (Sedimentation).

Die hier erforschten physikalischen Merkmale sind die Bodentextur (Zusammensetzung der mineralischen Anteile), die Bodenstruktur (Bodengefüge), das Bodenwasser..

B. Bodentextur oder Bodenart

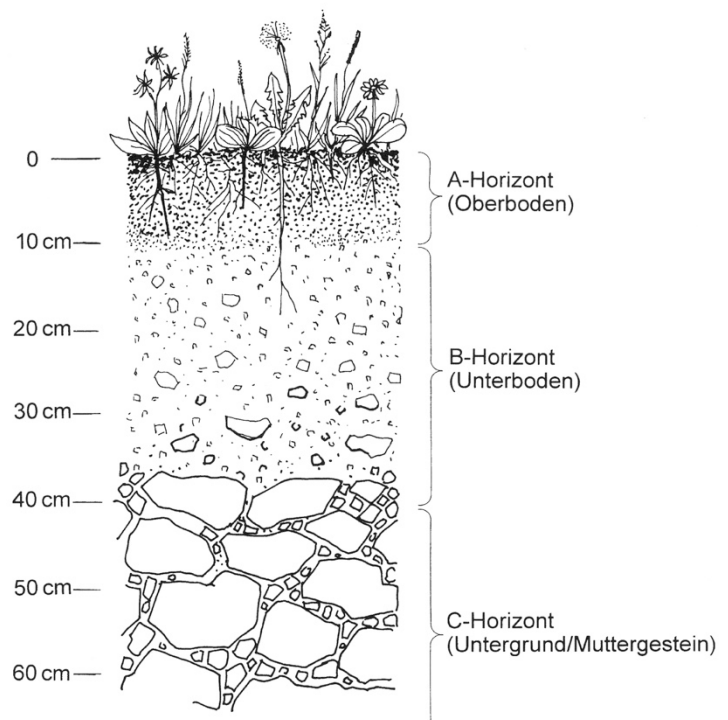


1. Hintergrundinformationen

Die mineralischen Verwitterungsprodukte werden je nach Korngröße eingeteilt und geben dem Boden einen Namen.

Einteilung nach der Korngröße:

Ton	0,001 mm
Schluff	0,01 mm
Feiner Sand	0,1 mm
Grober Sand	1 mm
Kies	10 mm



Wesentliche Eigenschaften der Hauptbodenarten:

Sandboden: einseitige Körnungsstruktur, geringe Wasserhaltung (trocknet schnell aus), sehr gute Durchlüftung durch hohes Porenvolumen, Nährstoffgehalt meist gering, leicht bearbeitbar für Maschinen und Hand

Lehmboden: ausgeglichene Körnungsstruktur, hohe Wasserhaltung, optimales Porenvolumen bei Krümelgefüge ermöglicht eine gute Durchlüftung, meist hoher Nährstoffgehalt, leicht bearbeitbar.

Tonboden: einseitige Körnungsstruktur, sehr hohe Wasserhaltung, schlechte Durchlüftung, meist hoher Nährstoffgehalt, schwer bearbeitbar.



2. Aufgabenstellung

Bestimmung der Bodenart mit Fingerprobe:

Die Probe wird in der Hand gut durchfeuchtet und solange geknetet, bis der Glanz des Wassers gerade verschwindet. Dann führt man die folgende Bestimmungsübung durch:

Diagnostische Merkmale	Bodenart
1. Versuche, die Probe zwischen den Handtellern schnell zu einer bleistiftdicken Wurst auszurollen.	
a. nicht ausrollbar: Gruppe der Sande	weiter bei 2
b. ausrollbar: Gruppe der sandigen Lehme, Lehme und Tone	weiter bei 4
2. Prüfen der Bindigkeit zwischen Daumen und Zeigefinger	
a. nicht bindig: Sande	weiter bei 3
b. bindig:	lehmiger Sand (IS)
3. Zerreiben auf der Handfläche	
a. in den Handlinien kein toniges Material sichtbar:	Sand (S)
b. in den Handlinien toniges Material sichtbar	anlehmiger Sand (SI)
4. Versuch, die Probe zu einer Wurst von halber Bleistiftstärke auszurollen	
a. nicht ausrollbar:	stark sandiger Lehm (SL)
b. ausrollbar: sandiger Lehm, Lehm oder Tone	weiter bei 5
5. Quetschen der Probe zwischen Daumen und Zeigefinger in Ohrnähe	
a. starkes Knirschen:	sandiger Lehm(sL)
b. kein oder schwaches Knirschen: Lehm oder Tone	weiter bei 6
6. Beurteilen der Gleitfläche bei der Quetschprobe	
a. Gleitfläche stumpf:	Lehm (L)
b. Gleitfläche glänzend: Tone	weiter bei 7
7. Prüfen zwischen den Zähnen	
a. Knirschen:	lehmiger Ton (LT)
b. butterartige Konsistenz:	Ton (T)

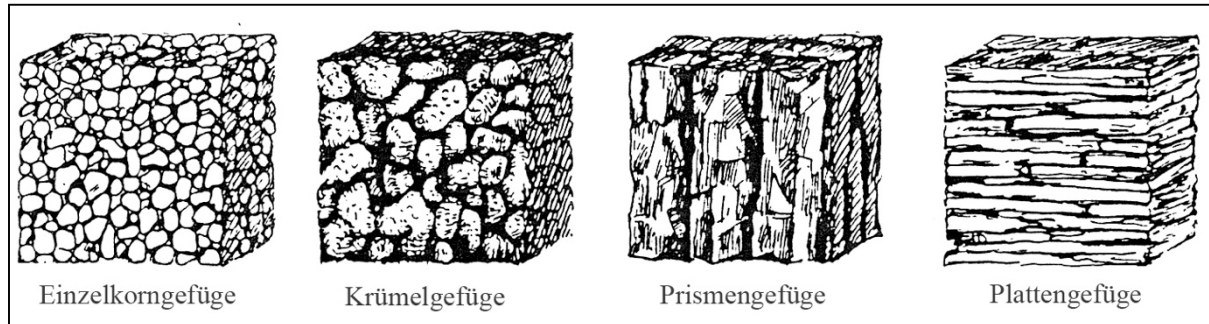
Um welche Bodenart handelt es sich hier? Tragt eure Resultate auf dem Antwortbogen ein!

C. Bodenstruktur oder Bodengefüge



1. Hintergrundinformationen

Unter Bodengefüge versteht man die räumliche Anordnung der festen Bodenbestandteile und ihren Zusammenhalt. Aus der Art dieser Anordnung ergeben sich die Hohlräume des Bodens, d.h. sein Porenvolumen und seine Porengrößenverteilung. Somit fällt dem Bodengefüge ein wesentlicher Einfluss auf die Eigenschaften des Bodens zu, wie z.B. Wasser- und Luftdurchlässigkeit, die die Bewurzelung der Pflanzen fördern.



Einzelkorngefüge: loses Nebeneinanderliegen von Mineralkörpern, Sandbodenstruktur.

Krümelgefüge: Hohlraumreicher, lockerer Bodenverband aus verklebten Mineralteilchen und organischen Stoffen.

Prismengefüge: glattkantige Struktur die beim Austrocknen Schrumpfrisse aufzeigt, weist auf hohen Tonanteil hin.

Plattengefüge: resultiert aus Bodenverdichtungen, weist horizontale Gefügestrukturen auf.



2. Aufgabenstellung

Beobachtet die Bodenprobe und zerreibt sie in der Hand! Bestimmt das Bodengefüge der Bodenprobe und tragt eure Entscheidung auf dem Antwortbogen ein!

D. Bodenwasser



1. Hintergrundinformationen

Bodenwasser und Bodenluft sind eine Grundbedingung für Bodenleben und somit auch für die Bodenfruchtbarkeit. Dies ist in hohem Masse von der Bodenart und dem Humusgehalt abhängig. Sandige Böden speichern kaum Wasser, Lehm Böden dagegen sehr viel. Bodenwasser deckt den Wasserbedarf der Pflanzen, löst und transportiert Mineralstoffe und trägt zur Verwitterung bei.



2. Aufgabenstellung: Bestimmung der Bodenfeuchte durch Glühverlustmessung

Material: Frische Bodenprobe (10g); Waage; Spatel; Porzellantiegel; Tiegelzange; Mörtser; Bunsenbrenner; Dreifuss mit Tondreieck

Anleitung:

1. Bodenprobe abwiegen (10g)
2. Bodenprobe in den Porzellantiegel geben und mit dem Mörtser zerreiben
3. Porzellantiegel mitsamt Bodenprobe auf den Dreifuss mit Tondreieck stellen
4. Erhitzen während einer Minute der Bodenprobe.
5. Den Tiegel mit der Tiegelzange vom Feuer nehmen, abkühlen lassen und abwiegen. Gewichtsunterschiede feststellen und Wassergehalt in % auf dem Antwortbogen festhalten



N.B.: Mit der jetzt trockenen Probe kann später der Humusgehalt (Punkt G) bestimmt werden.

E. Chemische Bodenanalyse



1. Hintergrundinformationen

Der pH-Wert

Der pH-Wert ist ein Maß für die Stärke der sauren bzw. basischen Wirkung einer wässrigen Lösung. Er hat auf die chemischen, physikalischen und biologischen Eigenschaften der Böden und auf das Pflanzenwachstum einen großen Einfluss.

Einstufung der Böden nach dem pH-Wert:

Bodencharakterisierung	pH	Bodencharakterisierung	pH
neutral	7,0		
schwach sauer	6,9 – 6,0	schwach alkalisch	7,1 – 8,0
mäßig sauer	5,9 – 5,0	mäßig alkalisch	8,1 – 9,0
stark sauer	4,9 – 4,0	stark alkalisch	9,1 – 10,0
sehr stark sauer	3,9 – 3,0	sehr stark alkalisch	10,1 – 11,0
extrem sauer	< 3,0	extrem alkalisch	> 11,0

Ammonium

Stickstoff (N) kommt im Boden unter anderem als Ammonium-Ion vor : NH_4^+

Nitrat und Nitrit

Stickstoff (N) kommt im Boden unter anderem als Nitrat-Ion und Nitrit-Ion vor : NO_3^- und NO_2^-

Phosphor

Phosphor (P) kommt im Boden als Phosphat-Ion vor : PO_4^{3-}

Kalium

Kalium kommt im Boden als Kalium-Ion vor : K^+



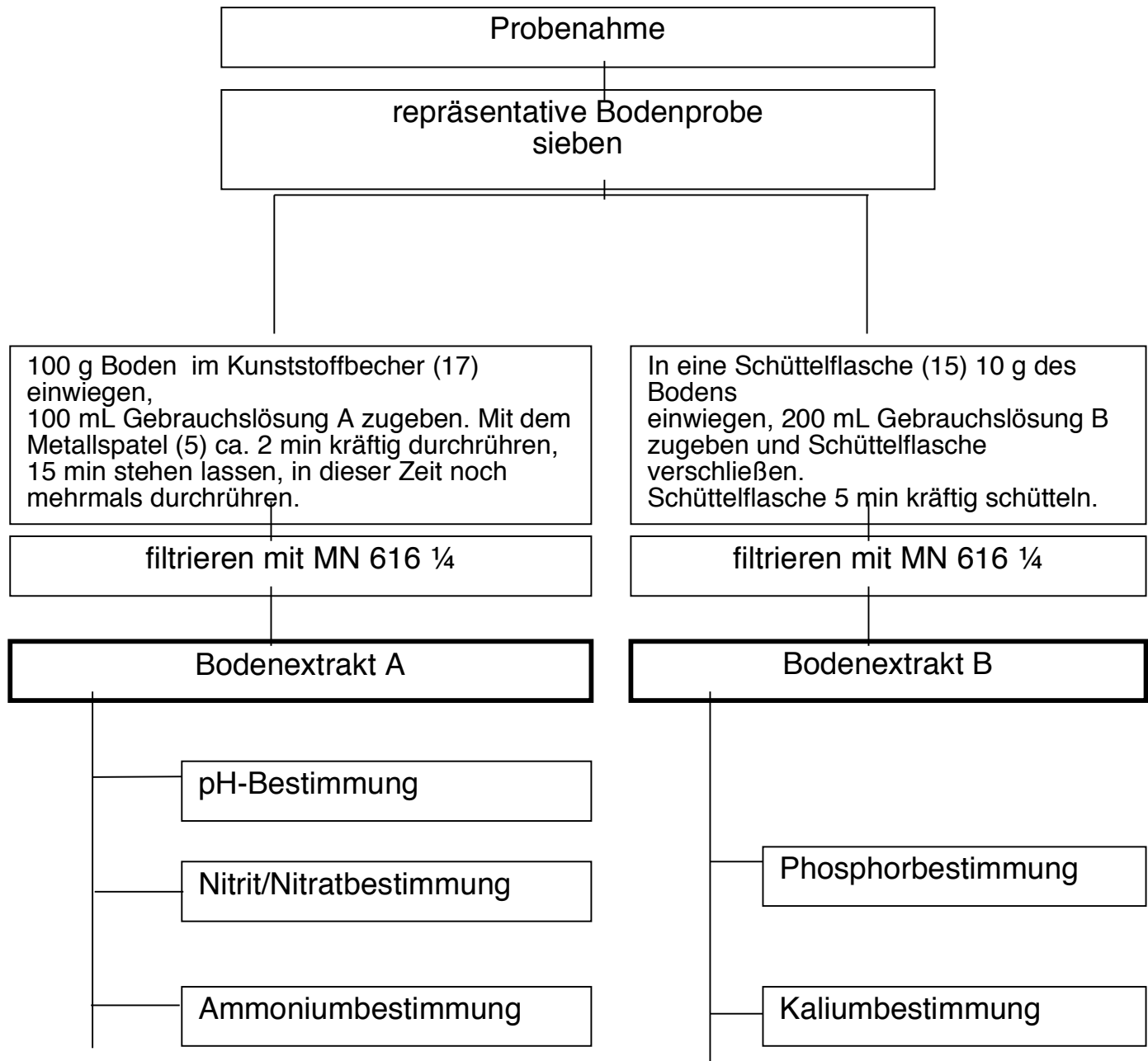
2. Aufgabenstellung:

Mit Hilfe des *visicolor*-Bodenkoffers (Inhaltsangabe S.10) werden verschiedene Bodenanalysen durchgeführt. Nach einer Herstellung von 2 Bodenextrakten (siehe Arbeitsschema S.9) bestimmt man:

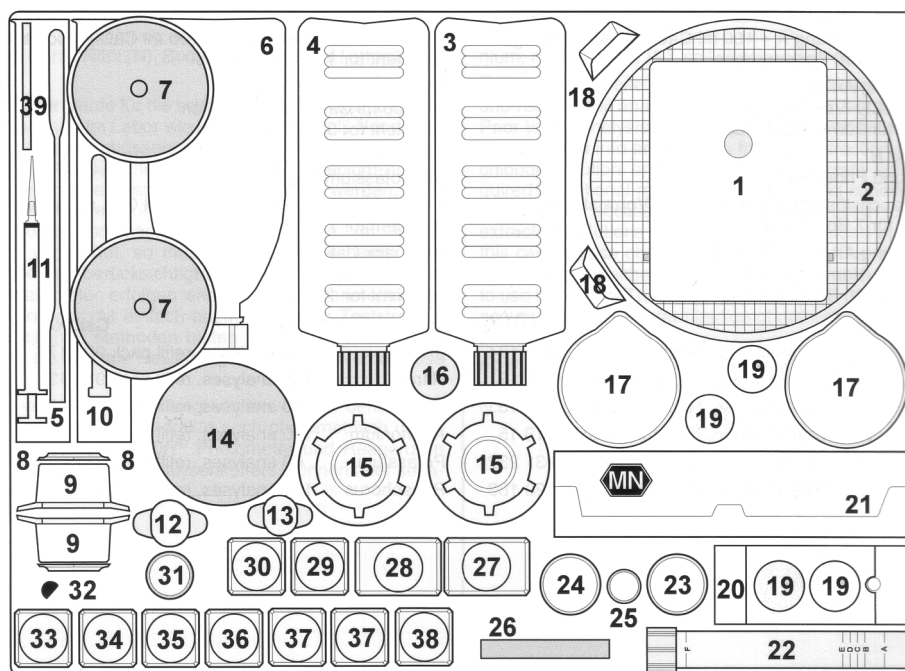
- den pH-Wert
- den Nitrat- und Nitritgehalt
- den Ammoniumgehalt
- den Phosphorgehalt
- den Kaliumgehalt

Genaue Arbeitsanweisungen finden sich auf Seite 11. Die Ergebnisse sind im Antwortbogen einzutragen. Mit Hilfe der Ergebnisse ist dort ein Düngevorschlag zu erstellen.

ARBEITSCHEMA



KOFFERINHALT



Nr.	Artikel
1	Waage
2	Bodensieb
3	Gebrauchslösung B (CAL-Lösung)
4	Gebrauchslösung A (CaCl ₂ -Lösung)
5	Doppelspatel aus Metall
6	Spritzflasche für destilliertes Wasser
7	Trichter, 80 mm Ø
8	Messzylinder 100 ml
9	Füße für Messzylinder
10	Glasstampfer (zur Sedimentationsanalyse)
11	Spritze 1 ml, mit Spitze
12	Spritze 10 ml
13	Spritze 5 ml
14	Dose 500 ml, für Bodenproben
15	Schüttelflaschen 300 ml
16	Proberöhrchen für die Kaliumbestimmung
17	Becher 250 ml, zur Bodeneinwaage
18	Kunststoffschaufeln
19	HE-Messröhrchen für pH und Phosphor
20	HE-Komparatorblock für pH und Phosphor

Nr.	Artikel
21	Faltenfilter MN 616 1/4
22	Sedimentationsrohr
23	Teststäbchen QUANTOFIX® Nitrat/Nitrit
24	Teststäbchen QUANTOFIX® Ammonium
25	Messröhrchen für Kalium
26	pH-Fix 2,0 – 9,0
27	CAL-Vorratslösung
28	CaCl ₂ -Vorratslösung
29	Reagenz Ammonium-1
30	Pyrophosphatlösung
31	Proberöhrchen für Ammonium
32	Messlöffel für die Kaliumbestimmung
33	Reagenz Phosphat P-1
34	Reagenz Phosphat P-2
35	Reagenz Phosphat P-K
36	Reagenz pH 4 – 10
37	Reagenz ECO Kalium-1
38	Reagenz ECO Kalium-2
39	Schlauch für Spritzen



3. Arbeitsanweisungen

3.1. Bestimmung des pH-Wertes

Der pH-Wert wird in Bodenextrakt A entweder kolorimetrisch oder mit pH-Indikatorstäbchen gemessen.

Durchführung:

Farbscheibe pH 4,0 – 10,0 (die sich im Deckel des Analysenkoffers befindet) in den VISOCOLOR® HE-Komparatorblock (20) einlegen. Beide Messgläser (19) mit Bodenextrakt A füllen und in den Komparatorblock stellen (sollte der Bodenextrakt farblos sein kann das linke Glas mit klarem Wasser gefüllt werden).

4 Tropfen pH 4 – 10 (36, die zweite Flasche befindet sich in 17) in das rechte Glas geben. Glas verschließen, mischen. Messwert ablesen: In der Durchsicht von oben Farben beider Gläser vergleichen und die Farbscheibe solange drehen, bis Farbgleichheit erreicht ist. Messwert an der Markierung der Vorderseite des Komparatorblocks ablesen. Zwischenwerte lassen sich schätzen. Nach Gebrauch beide Rundgläser gründlich spülen und verschließen. Bei Messwerten unterhalb 4,5 erfolgt eine weitere Messung mit Teststäbchen pH-Fix 2,0 – 9,0 (26). Gefäß mit Ringmarkierung (31) ca. 3 cm hoch mit Bodenextrakt A füllen, pH-Teststäbchen in das Gefäß stellen, nach 5 Minuten Teststäbchen herausnehmen und mit der Farbskala vergleichen, pH-Wert ablesen.

3.2. Bestimmung von Nitrat/Nitrit-Stickstoff (N)

Die Nitrat/Nitrit-Konzentration wird in Bodenextrakt A mit Teststäbchen QUANTOFIX® Nitrat/Nitrit (23) bestimmt.

Durchführung:

Das Teststäbchen ca. 1 s in den Bodenextrakt A eintauchen. Nach 60 s Testfeld mit der Farbskala vergleichen. Bei Anwesenheit von Nitrat- oder Nitrit-Ionen färbt sich das Testfeld rotviolett.

Das äußere Testfeld (am Stäbchenende) zeigt den Nitrat-Gehalt an, das innere Testfeld zeigt den Nitrit-Gehalt.

Bitte beachten: Packung nach der Entnahme sofort wieder fest verschließen. Testfelder nicht mit den Fingern berühren.

Berechnung der Ergebnisse:

Nitrat-Gehalt in mg NO_3^- / L ablesen und mit 0,23 multiplizieren, um das Ergebnis in mg N / kg zu erhalten.

Nitrit-Gehalt in mg NO_2^- / L ablesen und mit 0,30 multiplizieren, um das Ergebnis in mg N / kg zu erhalten.

3.3. Bestimmung von Ammonium-Stickstoff (N)

Zur Messung des Ammoniums im Bodenextrakt A dienen die Teststäbchen QUANTOFIX® Ammonium (24)

Durchführung:

Messgefäß (31) mit dem Bodenextrakt A bis zur 5 mL-Markierung füllen. 10 Tropfen Ammonium-1 (29, die zweite Flasche befindet sich in 17) zugeben und vorsichtig umschwenken. Teststäbchen 5 Sekunden in die vorbereitete Prüflösung eintauchen. Testfeld mit der Farbskala vergleichen. Messwert ablesen. Bei Anwesenheit von Ammonium färbt sich das Testpapier braun.

Aluminiumdose nach der Entnahme sofort wieder verschließen. Testfeld nicht mit den Fingern berühren.

Berechnung des Ergebnisses:

Ammonium-Gehalt in mg NH_4^+ / L ablesen und mit 0,78 multiplizieren, um das Ergebnis in mg N / kg zu erhalten.

3.4. Bestimmung des Phosphors (P)

Die Phosphoranalyse erfolgt mit einem kolorimetrischen Testbesteck.

Durchführung:

Zwei Messröhrchen (19) in den Komparatorblock (20) stellen, die im Deckel des Koffers befindliche Farbscheibe einlegen. Mittels der Kunststoffspritze 1 mL (11) in beide Messröhrchen 1,6 mL Bodenextrakt B einfüllen, mit destilliertem Wasser bis zum Markierungsstrich auffüllen. 6 Tropfen P-1 (33) zum rechten Messröhrchen geben, mischen. 6 Tropfen P-2 (34) zum rechten Messröhrchen geben, mischen. 6 Tropfen P-K (35) zum linken Messröhrchen geben, mischen.

Nach 10 Minuten Messwert ablesen: in der Durchsicht von oben die Farben beider Gläser vergleichen und die Farbscheibe solange drehen, bis Farbgleichheit erreicht ist. Messwert an der Markierung der Vorderseite des Komparatorblocks ablesen. Zwischenwerte lassen sich abschätzen.

Nach Gebrauch Messröhrchen gründlich spülen und verschließen. Für die Säuberung der Messröhrchen keine phosphathaltigen Spülmittel verwenden.

Berechnung des Ergebnisses:

Phosphorgehalt in mg P / 100 g ablesen und mit 10 multiplizieren, um das Ergebnis in mg P / kg zu erhalten.

3.5. Bestimmung des Kaliums (K)

Die Bestimmung des Kaliums erfolgt nephelometrisch, d.h. die durch das Kalium hervorgerufene Trübung wird beurteilt.

Durchführung:

Ein sauberes Proberöhrchen (16) mit Bodenextrakt B bis zur Ringmarkierung auffüllen (16,8 mL). 15 Tropfen Kalium-1 (37) in das Proberöhrchen geben, verschließen, mischen. Einen gestrichenen Messlöffel Kalium-2 (38) in das Proberöhrchen geben, verschließen und ca. 30 Sekunden nicht zu heftig schütteln (nach dem Schüttelvorgang sollen auf dem Boden des Proberöhrchens keine Reagenzreste mehr sichtbar sein).

Aus dem Proberöhrchen so lange die Flüssigkeit in das Kalium-Messröhrchen (25) geben, bis das schwarze Kreuz am Boden des Messröhrchens gerade unsichtbar wird (Durchsicht von oben).

Auf der Skala des Messröhrchens den Kaliumgehalt ablesen (Meniskusunterkante).

Berechnung des Ergebnisses:

Kaliumgehalt in mg K / L ablesen und mit 20 multiplizieren, um das Ergebnis in mg K / kg zu erhalten.

F. Wärmedämmung und Dichte



1. Hintergrundinformation:

Die Dichte eines Stoffes ist die Masse pro Volumeneinheit des Stoffes.

$$\text{Dichte} = \text{Masse} / \text{Volumen}$$

2. Aufgabenstellung



* Es soll die Wärmedämmung von trockenem und nassem Boden verglichen werden.

Dazu wird die Temperaturabnahme einer eingeschlossenen Wassermenge gemessen.

* Es soll anschließend die Dichte vom trockenem und vom nassen Boden bestimmt werden.

Alle Messergebnisse sollen in dem beiliegenden Protokoll zusammengefasst werden.

- Material pro Gruppe:

Boden	2 Bechergläser von 1000 ml	1 Plastikschaale mit trockenem
Boden	2 Bechergläser von 250 ml	1 Plastikbecher mit nassem
	1 Becherglas von 100 ml	2 Magnetprüher mit Magneten
	2 Digitalthermometer	2 Stoppuhren
	1 Löffel	1 Glasstab oder Holzstab
	2 Styropordeckel	
	Stativmaterial: 2 Stative, 2 Muffen, 2 Klemmen	

- Material zur Verfügung von allen: *muss zurück gebracht werden resp. am ursprünglichen Platz benutzt werden.*

Digitalwaage
Digitalthermometer

Wasserkocher
Klarsichtfolie

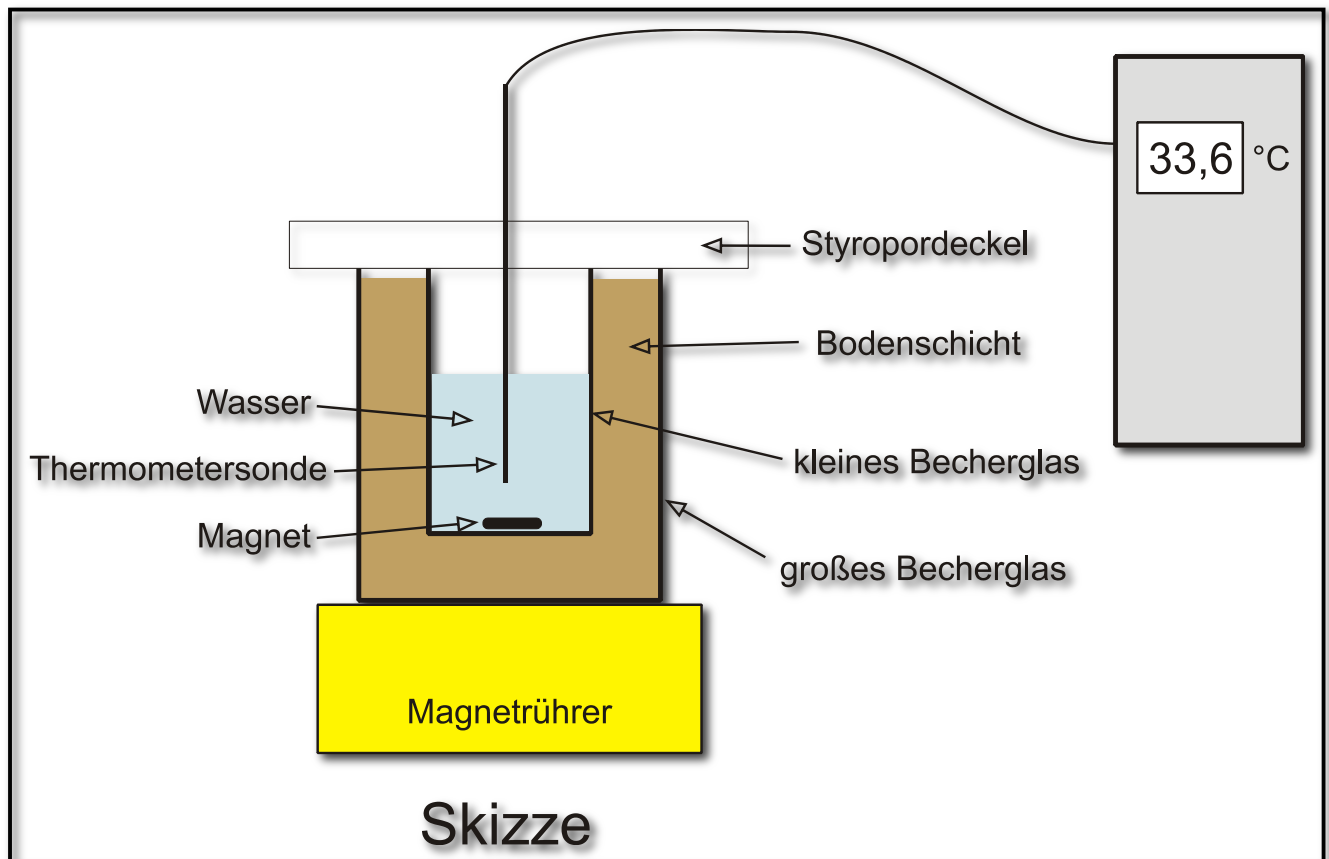


3. Arbeitsanweisungen

3.1 Wärmedämmung

a) Aufbau:

1. Es geht darum, zwischen dem großen und dem kleinen Glasbecher eine trockene Bodenschicht anzubringen, so dass die Ränder der Becher auf einer Höhe liegen. Das Ganze soll mit dem Styropordeckel abgeschlossen werden. (Siehe Skizze auf der nächsten Seite)
Die gleiche Vorrichtung soll für eine Schicht mit nassem Boden vorbereitet werden. (Den Boden beim Einfüllen leicht stampfen!)
2. Baut mit dem Stativmaterial 2 Haltevorrichtungen für die Thermometersonden zur Bestimmung der Wassertemperatur auf.
Einstellungen für den Magnetprüher: Rühren, mittlere Geschwindigkeit.
Einstellung für die Thermometer: Genauigkeit 0,1°C.
3. Füllt die beiden Innenbecher mit kochendem Wasser ungefähr bis zur 200ml-Markierung. Deckt sogleich die Becher mit den Styroporplatten ab und bringt die Thermometersonden an. Diese dürfen selbstverständlich nicht mit den drehenden Magneten in Berührung kommen! **Mit den Messungen so schnell wie möglich beginnen!**



b) Messungen:

1. Startet die Stoppuhr und messt **während 20 Minuten** die Temperatur des Wassers in regelmäßigen Zeitabständen von einer Minute. Tragt die Messwerte in einer Messtabelle ein.
(→ Protokoll a))
2. Bestimmt die Zimmertemperatur, *darf als konstant angenommen werden*. (→ Protokoll b))

c) Aufgaben

1. Fertigt eine grafische Darstellung der Wassertemperaturen in Abhängigkeit der Zeit an. **Tragt die Messwerte der beiden Bodenproben auf die gleiche Darstellung auf!**
(→ Protokoll c)).
Tragt ebenfalls die Zimmertemperatur über die ganze Zeitspanne auf!
2. Beantwortet einige Verständnisfragen! (→ Protokoll d))

3.2 Dichtebestimmung

Bestimmt die Dichte vom trockenem und vom nassen Boden!

Benutzt das 100ml-Becherglas.

Tragt die Messwerte in eine Messtabelle ein. (→ Protokoll e))

G. Humusanteil im Boden



1. Hintergrundinformation:

Abgestorbene Pflanzenreste (Blätter, Früchte, Wurzeln), Tierleichen oder natürlicher Dünger (Mist, Gülle, Harn usw.) werden von einem Heer von Bodenorganismen angegriffen und zersetzt.

Dabei entsteht Humus, welcher aus organischen Stoffen besteht - u.a. Kohlenhydrate (Stärke, Zellulose, Zucker), Eiweiße, Holz, Chitin, Wachs usw. . Diese werden von Bakterien schlussendlich in mineralische Stoffe (Mineralsalze) umgesetzt, die wiederum den Pflanzen als so genannte Düngersalze zur Verfügung stehen. Ohne diese wäre ein Wachstum nicht möglich! Neben den Mineralsalzen entsteht beim Abbau organischer Substanzen auch Wasser und Kohlendioxyd.

Somit ist der Humusgehalt in enger Verbindung zur Bodenfruchtbarkeit!

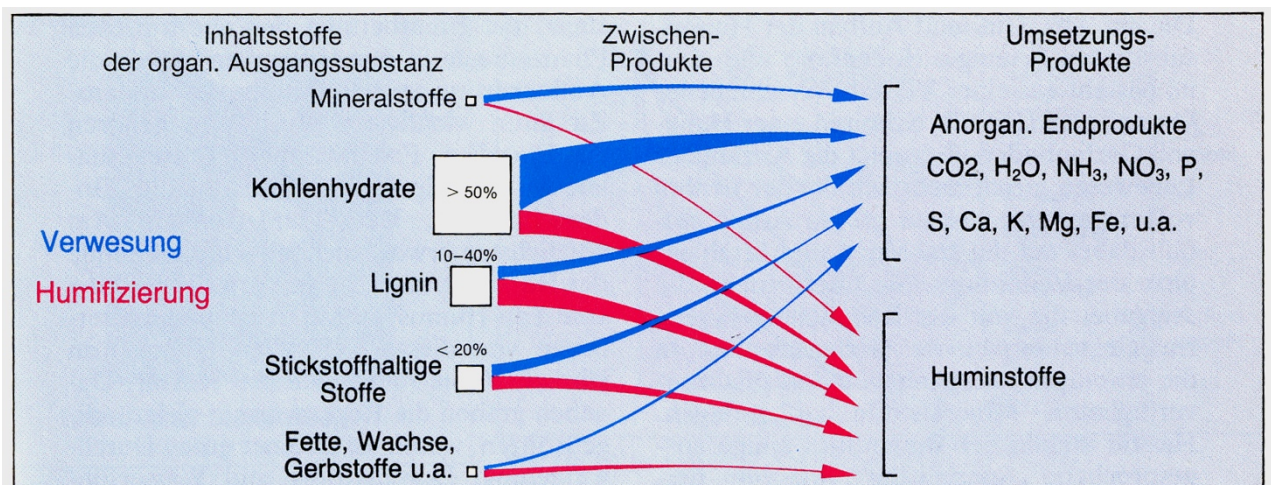


Bild 5: Verwesung und Humifizierung der organischen Ausgangssubstanzen (nach D. Schroeder)



2. Aufgabenstellung

Die organischen Ausgangsstoffe kann man im Experiment unter Bildung von CO₂ und Wasser verglühen (verbrennen) und somit – durch Wägung vor und nach dem Glühen – den Gewichtsverlust und annähernd den Humusanteil bestimmen.

• Material :

Trockene Bodenprobe (vom Versuch D: Bodenwasser); Waage; Spatel; Porzellantiegel, Tiegelzange; Mörtel; Ofen.



3. Arbeitsanweisungen

1. Bodenprobe abwiegen
2. Bodenprobe in den Porzellantiegel geben und mit dem Mörtel zerreiben
3. Porzellantiegel mitsamt Bodenprobe in den Ofen (1000°C) stellen (Assistent fragen!)
4. Erhitzen der Bodenprobe zur Rotglut. Organisches Material verbrennt!
5. Nach 3 Minuten den Tiegel aus dem Ofen nehmen, abkühlen lassen und abwiegen
6. Gewichtsunterschiede feststellen und Humusgehalt in % auf dem Antwortbogen festhalten

Humusanteile verschiedener Böden:

- | | | |
|--------------------------|--------------------------|-------------------|
| a) Humusarm: bis 1% | b) Schwach humos: 1 - 4% | c) Humos: 5 - 10% |
| d) Stark humos: 11 - 15% | e) Humusreich: 16 - 30% | f) Torf: über 30% |

H. Bestimmung der Bodenlebewesen



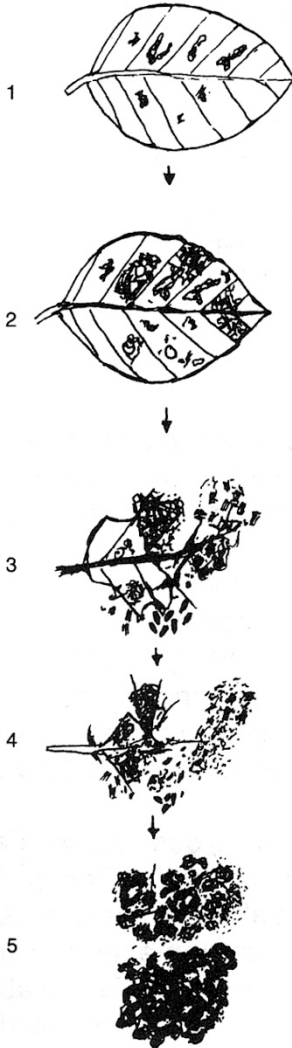
1. Hintergrundinformation:

Als Peter AGRI noch ein kleiner Junge war, zeigte und erklärte sein Großvater ihm alles auf dem elterlichen Hof.



„Sieh nur mein Junge, das wahre Kapital einer guten Landwirtschaft ist das hier!“ Und sein Großvater hob eine Handvoll krümelige Erde auf und zeigte ihm all die Bodenlebewesen, die in seiner Hand herumkrabbelten. „Diese, jene und die hier sind verantwortlich für die Humusbildung im Boden“, erklärte ihm sein Großvater.

Leider hat Peter die Namen dieser Bodenlebewesen inzwischen wieder vergessen, aber er hat bei EBAY ein gebrauchtes Buch ersteigert: „*Extraits sur l'écologie du sol*“. Hier ist ein Bestimmungsschlüssel aller Bodenlebewesen abgebildet.



Die Bodentiere sind für die Humusbildung von besonderer Wichtigkeit. Sie zersetzen das abgestorbenen organische Material (Tote Lebewesen, Kot, Blätter, Holz, ...) zu mineralischen Nährsalzen, die wiederum von den Pflanzen aufgenommen werden. Bodenlebewesen kommen überwiegend in der Laubstreuschicht sowie in den Zwischenräumen der Bodenpartikel vor.

Die Fläche von einem Quadratmeter Wald- oder Wiesenboden enthält über 2,5 kg an Biomasse von Lebewesen. Eine Zählung der Bodenlebewesen in einem Quadratmeter Waldboden ergab folgende durchschnittlichen Werte:

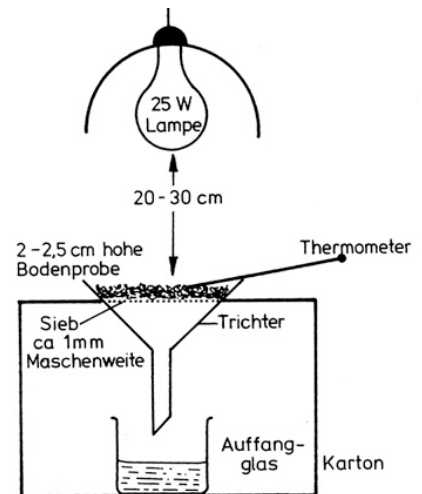
Lebewesen in 1 m ² Waldboden bis 30 cm Tiefe	Durchschnittliche Anzahl
Schnecken	50
Spinnen	50
Asseln	50
Regenwürmer	80
Käfer und Käferlarven	100
Springschwänze	50.000
Milben	100.000
Fadenwürmer	1 Million
Pilze	1 Milliarde
Bakterien	1 Billion

Man unterscheidet verschiedene Größen der Bodenfauna:

- **Makrofauna** >20 - 2 mm (Bsp. viele Insekten, Vielfüßer, Asseln, Spinnen, Schnecken)
- **Mesofauna**: 2 - 0,2 mm (Bsp. Springschwänze, Nematoden)

Neben der Makro- und Mesofauna spielen jedoch auch noch Mikroben (Bsp. Bakterien...) neben Pilzen (Mikrofauna) eine wichtige Rolle bei der Zersetzung.

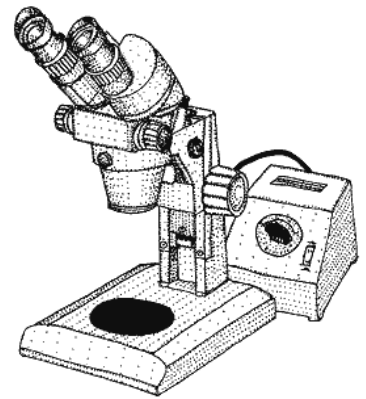
Da die Extraktion von Bodenorganismen 24 Stunden und mehr benötigt, wurde sie bei eurem Versuch bereits im Vorfeld (wie in der Abbildung dargestellt) durchgeführt.



2. Aufgabenstellung

Ihr helft Peter AGRI bei der Bestimmung der Bodenlebewesen seiner Landparzelle. Von der Anzahl und Qualität der Lebewesen im Boden möchte Peter seinen Plan, das Land urbar zu machen und zu beackern, abhängig machen.

- Material:
- Binokularlupe (Makro- und Mesofauna)
- Lichtmikroskop (Meso- und Mikrofauna)
- Handlupe
- Schale mit verschiedenen Bodenlebewesen in EthOH
- (70%) Pinzette
- Präparationsnadel
- Uhrmacherschälchen
- Namensschilder
- Bestimmungsschlüssel



3. Arbeitsanweisungen

Bestimmt möglichst viele Bodentiere anhand des dichotomen Bestimmungsschlüssels. Die bestimmten Tiere werden in ein Uhrenglas gegeben und mit einem Namensschild versehen. Die Antworten sind im Antwortbogen zu notieren

*Unter einem **Bestimmungsschlüssel** versteht man ein System zur genauen Bestimmung oder Klassifizierung von Lebewesen. Es handelt sich um eine Abfolge von Fragen zu denen immer mindestens zwei mögliche Antworten angeboten werden nach denen bedingt zu weiteren Fragen verzweigt wird (so genannter dichotomer Schlüssel). Die Fragen beziehen sich dabei ausgehend von den allgemeinsten Unterscheidungsmerkmalen auf immer detailliertere Eigenarten, bis zum Schluss keine Auswahl mehr möglich ist und ein Organismus in der Regel bis auf seine Ordnung, Gattung oder Art genau bestimmt ist.*

Bei einem dichotomen Bestimmungsschlüssel handelt es sich also um einen binären Entscheidungsbaum.

(<http://www.wikipedia.org>)

Viel Spaß beim Bestimmen!