

# Feldbuch (Zyklus 3)

## Boden

© GLOBE Schweiz 2020  
Foto: Daria Lehmann





## Feldbuch zum Angebot „Boden“

### Allgemeine Hinweise

Bevor du mit den Messungen beginnst, sollte die Wahl des Standorts und der Art der Bodenbeprobung geklärt sein – das übernimmt meistens deine Lehrperson (Hilfestellungen: Dokumente „[Auswahl des Standorts](#)“ und „[Möglichkeiten zur Bodenbeprobung](#)“). Auf der Website von GLOBE gibt es zum Thema Boden „Wissen zum Thema“-Dokumente (unter „[für den Unterricht](#)“) – diese Dokumente bieten dir wichtige Hintergrundinformationen zu deinen Messungen. Lies jeweils das entsprechende „Wissen zum Thema“-Dokument durch, bevor du mit der Messung des Parameters beginnst.

Die Bodenmessungen sind in verschiedene Sets unterteilt:

- Das erste Set (Datenblätter 1 – 2) bildet die Grundlage für alle weiteren Messungen. Diese Datenblätter werden immer ausgefüllt, egal welche Messungen danach durchgeführt werden. Die Daten werden pro Standort 1x erhoben.
- Das zweite Set (Datenblätter 3 – 7) enthält verschiedene Protokolle zur Bodencharakterisierung im Feld. Es können auch nur einzelne dieser Datenblätter ausgefüllt werden. Die Daten werden pro Standort 1x erhoben.
- Das dritte Set (Datenblätter 8 – 9) enthält die Protokolle zur Messung der Bodentemperatur und -feuchtigkeit. Diese Messungen führst du wiederholt durch, da sich die Parameter innerhalb weniger Minuten oder Stunden verändern können. Du kannst deine Resultate direkt mit den Messungen der Lufttemperatur und Niederschläge (siehe Angebot „[Wetter und Klima](#)“) vergleichen.

Mithilfe der Protokolle in diesem Feldbuch führst du die Messungen durch und trägst sie direkt in dieses Feldbuch ein. Auf jedem Datenblatt wird das benötigte Material für die Messung aufgelistet; weitere Informationen zum Material sind im Dokument „[Bezugsquellen Messmaterial](#)“ aufgeführt.

Deine Ergebnisse kannst du in der internationalen Datenbank von GLOBE (siehe „internationale Daten erfassen“ unter „[GLOBE international](#)“) eingeben und visualisieren. Du kannst deine Ergebnisse auch mit den Messungen anderer Schulklassen vergleichen.



Abbildung 1: Verschiedene Spatenproben können einen spannenden Vergleich von Böden ermöglichen. © Daria Lehmann / GLOBE Schweiz

## Die Datenblätter im Überblick

### Set 1: Grundlagen

Datenblatt 1: Standortbeschreibung (im Feld).....	5
Datenblatt 2: Bestimmung der Horizonte (im Feld).....	6

### Set 2: Bodenansprache im Feld

Datenblatt 3: Bodenbestandteile (im Feld).....	8
Datenblatt 4: Bodenstruktur und -konsistenz (im Feld).....	9
Datenblatt 5: Korngrößenverteilung / Textur (im Feld) .....	11
Datenblatt 6: Bodenfarbe (im Feld).....	12
Datenblatt 7: Freie Karbonate (im Feld) .....	13
Zusammenfassung: Bodenansprache im Feld (Sets 1 und 2) .....	14

### Set 3: Wiederholte Messungen

Datenblatt 8: Bodentemperatur (im Feld).....	16
Datenblatt 9: Bodenfeuchtigkeit (im Feld und im Labor).....	18





**Bodenmessungen Set 1**  
Grundlagen





## Datenblatt 1: Standortbeschreibung (im Feld)

### Benötigtes Material für die Standortbeschreibung

- Datenblatt Standortbeschreibung
- Schreibmaterial
- GPS-fähiges Gerät, bspw. Smartphone
- App zur Messung der Hangneigung



\* Datum: \_\_\_\_\_

\* Name des Standorts<sup>1</sup>: \_\_\_\_\_

\* Koordinaten: \_\_\_\_\_

\* Höhe (m ü. M.): \_\_\_\_\_

\* Hangneigung und Exposition<sup>2</sup>: \_\_\_\_\_

Schule: \_\_\_\_\_

Gruppe: \_\_\_\_\_

\* zwingende Angaben

<sup>1</sup> Hier kannst du deinem Standort einen Namen geben. Falls ihr nach einer gewissen Zeit wieder an den gleichen Standort zurückkehrt, ist es wichtig, wieder denselben Namen zu verwenden.

<sup>2</sup> Die Hangneigung kannst du mit einer Hangneigungs-App messen. Die Exposition beschreibt, in welche Himmelsrichtung der Hang „zeigt“. Ein Südhang ist von Norden nach Süden nach unten geneigt und hat damit auf der Nordhalbkugel der Erde oft mehr Sonneneinstrahlung als ein Nordhang.

### Methode

- Spatenprobe                       Bodenbohrer                       Bodengrube

### Der Standort liegt...

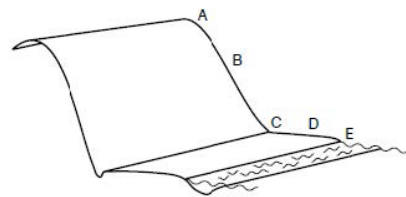
- auf dem Schulgelände                       nicht auf dem Schulgelände

### Andere GLOBE Standorte in der Nähe

- Wetterstation                       keine  
 Bodenfeuchtigkeitsstandort                       andere: \_\_\_\_\_

**Position in der Landschaft** (wähle eine Position auf dem Bild aus):

- A) Kante  
 B) Hang  
 C) Senke  
 D) Ebene  
 E) Flussufer



### Landbedeckung

- Nackter Boden                       Büsche                       Gras  
 Felsen, Steine                       Bäume                       andere: \_\_\_\_\_

**Ausgangsmaterial** (falls bekannt)

- Muttergestein                       Seeablagerung                       Windablagerung  
 organisches Material                       Gletscherablagerung                       andere: \_\_\_\_\_  
 Baumaterial                       Flussablagerung

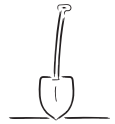
### Landnutzung

- urban (städtisch)                       Wildnis / Natur                       andere: \_\_\_\_\_  
 landwirtschaftlich                       Erholung (z.B. Park)

Distanz des Standorts zu grösseren Objekten (bspw. Häuser, Strassen...): \_\_\_\_\_

Andere spezielle Merkmale des Standorts: \_\_\_\_\_

## Datenblatt 2: Bestimmung der Horizonte (im Feld)



### Benötigtes Material zur Bestimmung der Horizonte

- Datenblatt Bestimmung der Horizonte
- Schreibmaterial
- Messband
- Taschenmesser
- mit Wasser gefüllte Sprühflasche
- ev. Nägel oder Stifte zur Markierung der Horizonte
- Handy oder Kamera, um den Boden zu fotografieren

Datum: \_\_\_\_\_

Name des Messstandortes: \_\_\_\_\_

### Bestimmung der Horizonte

Es ist am einfachsten, die Horizonte zu bestimmen, wenn dein Bodenprofil oder deine Spatenprobe von der Sonne beschienen wird. Kratze mit einem Taschenmesser vorsichtig die Oberfläche des Profils oder der Spatenprobe ab, um sicherzustellen, dass die Horizontabfolge derjenigen im Boden entspricht (kein unerwünschtes Material sollte deine Horizontabfolge überlagern). Falls der Boden trocken ist, besprühe ihn mit der Sprühflasche.

Untersuche den Boden von oben nach unten auf unterscheidbare Merkmale (z.B. Farbe, Festigkeit (dazu das Taschenmesser in den Boden stecken und den Widerstand prüfen), Wurzeln, Textur, Steine, Regenwurm-gänge usw.). Markiere den Übergang zwischen zwei Horizonten und besprich die Markierung mit anderen Schüler\*innen und mit deiner Lehrperson. Wenn ihr euch einig seid, messe die Tiefe der Horizonte von oben her (bspw. erster Horizont: 0 – 5 cm, 2. Horizont: 5 – 20 cm usw.) und trage die Resultate in dieses Datenblatt ein. Beachte, dass nicht jeder Boden gleich viele Horizonte aufweist.

Horizont	obere Abgrenzung	untere Abgrenzung
1	0 cm	
2		
3		
4		
5		

### Fotografieren des Bodens und des Standorts

Falls möglich, solltest du den Boden fotografieren, wenn er von der Sonne beschienen wird. Achte darauf, dass auf deinem Foto das Messband sichtbar ist, so dass klar ersichtlich ist, wie mächtig die einzelnen Horizonte sind bzw. die ganze Bodenprobe ist.

Fotografiere zudem die Landschaft, in welcher das Bodenprofil liegt.





**Bodenmessungen Set 2**  
Bodenansprache im Feld



### Datenblatt 3: Bodenbestandteile (im Feld)

#### Benötigtes Material zur Bestimmung der Bodenbestandteile

- Datenblatt Bodenbestandteile
- Schreibmaterial



Datum: \_\_\_\_\_

Name des Messstandortes: \_\_\_\_\_

#### Bestimmung der Wurzeln und Steine

Bestimme für jeden Bodenhorizont (vgl. Datenblatt 2) den Anteil an Wurzeln und Steinen. Dabei kannst du jeweils zwischen den Kategorien „viele“, „wenige“ oder „keine“ auswählen. Die Bilder unten helfen dir beim Entscheiden.

#### Beispiele



keine Wurzeln  
keine Steine



keine Wurzeln  
viele Steine



wenige Wurzeln  
keine Steine



viele Wurzeln  
wenige Steine

Fülle deine Resultate in diese Tabelle ein:

Horizont	Steine	Wurzeln
1		
2		
3		
4		
5		



## Datenblatt 4: Bodenstruktur und -konsistenz (im Feld)

### Benötigtes Material zur Bestimmung der Bodenstruktur und -konsistenz

- Datenblatt Bodenstruktur
- Schreibmaterial



Datum: \_\_\_\_\_

Name des Messstandortes: \_\_\_\_\_

### Bestimmung der Bodenstruktur

Bestimme für jeden Bodenhorizont (vgl. Datenblatt 2) die Bodenstruktur. Dazu nimmst du mit einer Gartenschaufel eine Probe aus dem Horizont und nimmst die Erde dann in die Hand. Betrachte mit anderen Schüler\*innen die Struktur des Bodens. Ihr könnt auch eine Probe auf den Boden fallen lassen, um zu beobachten, welche Formen sich bilden. Einigt euch gemeinsam mit der Lehrperson auf eine der folgenden Strukturen (für jeden Horizont) und tragt die Resultate in die Tabelle am Ende dieses Datenblatts ein:

<p><b>krümelig (körnig)</b> Gleicht Krümeln von Keksen; meist mit einem Durchmesser von weniger als 5 mm. Ist häufig in Horizonten nahe der Oberfläche zu finden, in welchen auch viele Wurzeln vorhanden sind.</p>		
<p><b>blockig (klumpig)</b> Unregelmässige Blöcke, die meist einen Durchmesser von 15 – 50 mm haben.</p>		
<p><b>prismatisch</b> Vertikale Bodensäulen mit eckigen Kanten (im Horizont gut zu sehen), die einige Zentimeter lang sein können. Kommt meist in tieferen Horizonten vor und ist oft ein Zeichen für verdichteten Boden.</p>		
<p><b>säulenförmig</b> Vertikale Bodensäulen mit abgerundeten „Kappen“ am oberen Ende. Ist in Böden in trockenen Klimaten zu finden.</p>		
<p><b>plattig</b> Dünne, flache Bodenplatten, die horizontal im Boden liegen. In verdichteten Böden zu finden.</p>		
<p><b>einzelkörnig</b> Der Boden hat keine der oben genannten Strukturen. Er zerfällt sehr schnell in kleine Partikel, die nicht aneinander haften. Die Probe hat eine lose Konsistenz. Wird üblicherweise in sandigen Böden gefunden.</p>		
<p><b>massiv (kompakt)</b> Der Boden hat keine der oben genannten Strukturen. Er ist kaum aufzubrechen und zeigt sich in grossen Brocken.</p>		



### Bestimmung der Bodenkonsistenz:

1. Nimm einen Bodenkrümel aus dem zu untersuchenden Horizont (vgl. Datenblatt 2) aus dem Boden.  
Wenn der Boden sehr trocken ist, befeuchte ihn mit dem Wasser aus der Spritzflasche.
2. Halte den Krümel zwischen Daumen und Zeigefinger und drücke ihn, bis er auseinanderfällt.
3. Erfasse eine der folgenden Kategorien für die Konsistenz des Bodenkrümel in der Tabelle unten:
  - **lose**: du hast Mühe, den Krümel herauszunehmen und die Struktur fällt auseinander, bevor du zu hantieren beginnst. Hinweis: einzelkörnige Böden haben immer eine lose Konsistenz.
  - **bröckelig**: der Bodenkrümel zerfällt schon bei wenig Druck.
  - **fest**: der Bodenkrümel verfällt erst mit Druck, so dass der Krümel in deinen Fingern einen Abdruck hinterlässt.
  - **sehr fest**: der Krümel kann mit den Fingern nicht zerdrückt werden.
4. Wiederhole die Schritte 1 – 3 für alle weiteren Horizonte.

Fülle deine Resultate für die Bodenstruktur und -konsistenz in diese Tabelle ein:

Horizont	Bodenstruktur	Bodenkonsistenz
1		
2		
3		
4		
5		



## Datenblatt 5: Korngrößenverteilung / Textur (im Feld)

### Benötigtes Material zur Bestimmung der Korngrößenverteilung

- Datenblatt Korngrößenverteilung (im Feld)
- Schreibmaterial
- Spritzflasche mit Wasser
- evtl. Wasser, um nach der Messung die Hände zu waschen



Datum: \_\_\_\_\_

Name des Messstandortes: \_\_\_\_\_

### Bestimmung der Korngrößenverteilung im Feld

Um eine erste Idee über die Korngrößenverteilung im Feld zu erhalten, kannst du folgende Schritte umsetzen. Um die Korngrößenverteilung genauer zu bestimmen, ist eine aufwändigere Messung im Labor nötig (siehe Datenblatt 10).

Führe folgende Schritte jeweils 1x pro Horizont (vgl. Datenblatt 2) durch:

1. Nimm eine kleine Hand voll Boden eines Horizonts in deine Hände und besprühe ihn mit Wasser, um ihn zu befeuchten. Knete den Boden, bis er feucht ist (nicht nass!). Versuche, eine Kugel zu formen. Wenn du eine Kugel formen kannst, mache bei Schritt 2 weiter. Wenn das nicht möglich ist, ist der Boden stark sandig und die Korngrößenverteilung ist damit fertig abgeschätzt.
2. Nimm die Kugel zwischen Daumen und Zeigefinger und forme sie behutsam zu einem Band. Wenn du ein Band, das länger als 2.5 cm ist, formen kannst, gehe weiter zu Schritt 3. Fällt das Band auseinander, bevor es 2.5 cm lang ist, ist die Abschätzung der Korngrößenverteilung „lehmiger Sand“ – trage dieses Resultat in die Tabelle am Ende dieses Datenblatts ein.
3. Wenn der Boden sehr klebrig ist, schwer zu drücken ist, deine Hände stark färbt, einen Glanz hat und zu einem Band von > 5 cm geformt werden kann, notiere dir das Wort „Ton“ in der Resultatetabelle und gehe dann weiter zu Schritt 4.  
Ist der Boden nur wenig klebrig, nur ein wenig schwer zu drücken und zu einem Band von 2.5 – 5 cm geformt werden kann, notiere dir die Wörter „toniger Lehm“ in der Resultatetabelle und gehe dann weiter zu Schritt 4.  
Ist der Boden fein, leicht zu drücken und höchstens leicht klebrig ist, notiere dir das Wort „Lehm“ in der Resultatetabelle und gehe dann weiter zu Schritt 4.
4. Feuchte einen kleinen Teil der Probe in deiner Hand erneut an und zerreiße sie. Fühlt sich der Boden körnig (sandig) an, notiere dir das Wort „sandig“ an erster Stelle in der Resultatetabelle. Dein Boden ist damit entweder „sandiger Ton“, „sandig toniger Lehm“ oder „sandiger Lehm“.  
Fühlt sich der Boden sehr fein an, ohne körnig zu sein, notiere dir das Wort „schluffig“ an erster Stelle in der Resultatetabelle. Dein Boden ist damit entweder „schluffiger Ton“, „schluffig toniger Lehm“ oder „schluffiger Lehm“.  
Fühlt sich der Boden nur wenig körnig (sandig) an, ist die abgeschätzte Korngrößenverteilung entweder „Ton“, „toniger Lehm“ oder „Lehm“ – je nach dem, was in deiner Resultatetabelle steht.
5. Wiederhole das Vorgehen von oben für jeden weiteren Horizont.

Fülle deine Resultate zur geschätzten Korngrößenverteilungs-Klasse in diese Tabelle ein:

Horizont	geschätzte Korngrößenverteilungs-Klasse
1	
2	
3	
4	
5	



## Datenblatt 6: Bodenfarbe (im Feld)

### Benötigtes Material zur Bestimmung der Bodenfarbe

- Datenblatt Bodenfarbe
- Schreibmaterial
- Buch mit Bodenfarben (bei [GLOBE](#) ausleihen)
- Spritzflasche mit Wasser
- evtl. Taschenmesser



Datum: \_\_\_\_\_

Name des Messstandortes: \_\_\_\_\_

### Bestimmung der Bodenfarbe (Haupt- und Sekundärfarbe)

Führe für jeden Bodenhorizont (vgl. Datenblatt 2) die folgenden Schritte aus:

1. Nimm mit der Hand oder mit einem Taschenmesser einen Bodenkrümel aus dem zu untersuchenden Horizont.
2. Ist der Krümel trocken, befeuchte ihn mithilfe der Spritzflasche leicht.
3. Breche den Krümel auf und halte ihn neben die Bodenfarbenskala. Stehe so, dass dir die Sonne über die Schulter auf den Krümel und die Farbskala scheint. Bestimme dann die Farbe, die der dominanten Farbe (=der Farbe, die im Krümel am häufigsten ist) am besten entspricht. Besprich deine Wahl mit anderen Schüler\*innen. Einigt euch gemeinsam auf die am besten passende Farbe.
4. Notiere den Farbcode der ausgewählten Farbe in der Spalte „Hauptfarbe“ in der Tabelle auf diesem Datenblatt.
5. Falls im Krümel noch weitere Farben vorkommen, bestimmst du anschliessend die Farbe, die im Krümel am zweithäufigsten vorkommt. Gehe dabei identisch vor wie oben beschrieben und notiere den Farbcode in der Spalte „Sekundärfarbe“ in der Tabelle unten.
6. Wenn dein Krümel nur eine Farbe aufweist, kannst du den Schritt 5 überspringen.
7. Bestimme anschliessend die Farbe(n) im nächsten Horizont (Schritte 1 – 6).

Fülle deine Resultate in diese Tabelle ein:

Horizont	Hauptfarbe	Sekundärfarbe
1		
2		
3		
4		
5		



Der Farbkreis gibt den Farbton an.


### Erklärung zu den Farbcodes

Bei GLOBE wird das weltweit gültige Munsell-Farbsystem verwendet, um die Bodenfarben zu bestimmen. Das System besteht aus Symbolen, die den Farbton, die Intensität (= Sättigung) und die Dunkelstufe der Bodenfarbe beschreiben.

- Der Farbton ist durch die ersten Zeichen im Munsell-Farbcode beschrieben. Der Farbton beschreibt die Position der Farbe auf dem Farbkreis (Y = yellow, R = red, G = green, B = blue, YR = yellow red usw.).
- Die Dunkelstufe ist die Zahl vor dem Schrägstrich im Munsell-Farbsystem. Sie gibt einen Wert von 0 für reines Schwarz bis 10 für reines Weiss.
- Die Intensität (= Sättigung) ist die Zahl nach dem Schrägstrich im Munsell-Farbsystem. Farben mit hoher Intensität sind kräftig, während Farben mit tiefer Intensität schwach sind.



Oben ist die Dunkelstufe, unten die Sättigung einer Farbe dargestellt.

 Beispiel: die Farbe 7,5 YR 8/3 ist ein Gelb-Rot, welches zu Gelb tendiert, eine hohe Helligkeit hat und mittel gesättigt erscheint

## Datenblatt 7: Freie Karbonate (im Feld)

### Benötigtes Material zur Bestimmung der freien Karbonate

- Datenblatt freie Karbonate
- Schreibmaterial
- Gartenschaufel
- Säure (z.B. Essig oder verdünnte Salzsäure) in einer Spritzflasche



Datum: \_\_\_\_\_

Name des Messstandortes: \_\_\_\_\_

### Bestimmung der freien Karbonate im Boden

Führe für jeden Bodenhorizont (vgl. Datenblatt 2) die folgenden Schritte aus:

1. Nimm mit einer Gartenschaufel eine Probe aus dem Horizont. Berühre die Probe nicht mit deinen Händen, da dies das Resultat verfälscht.
2. Lege die Bodenprobe auf den Boden neben der Stelle der Probenahme und gebe mit der Spritzflasche etwas Säure darauf. Sei vorsichtig, dass dir keine Säure in die Augen gelangt.
3. Beobachte, ob sich nach Hinzufügen der Säure Schaum bildet oder nicht. Halte das Resultat (kein Schaum, wenig Schaum, viel Schaum) in der Resultatetabelle fest. Bildet sich kein Schaum, bedeutet das, dass dein Horizont keine freien Karbonate enthält; bildet sich wenig oder viel Schaum, bedeutet das, dass dein Horizont wenige oder viele freie Karbonate enthält.
4. Führe die Schritte 1 – 3 für jeden weiteren Horizont durch.

Fülle deine Resultate in diese Tabelle ein:

Horizont	Schaumbildung bei Säurezugabe
1	
2	
3	
4	
5	



## Zusammenfassung: Bodenansprache im Feld (Sets 1 und 2)

Datum der Messungen: \_\_\_\_\_

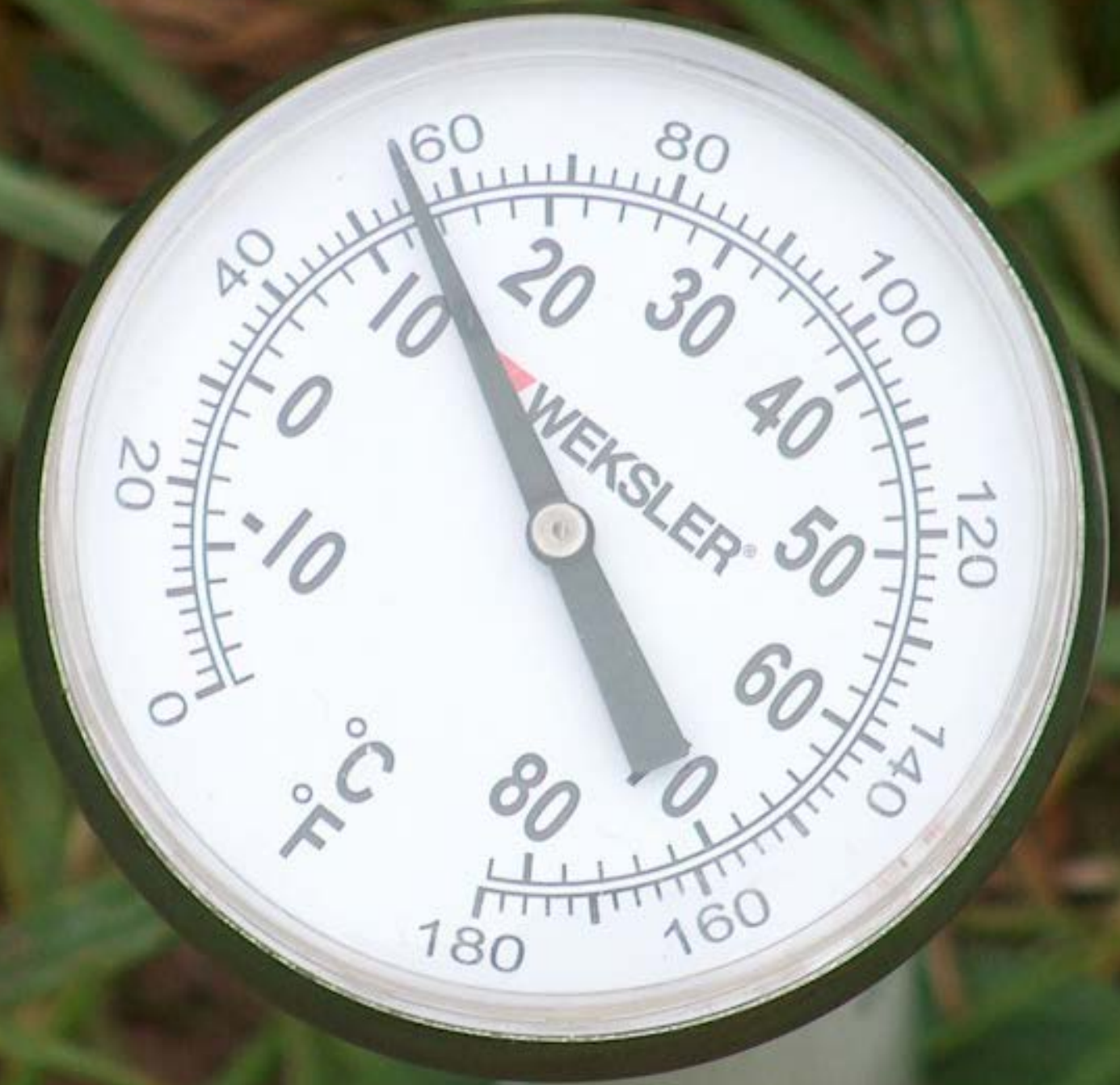
Name des Messstandortes: \_\_\_\_\_

Trage deine Resultate aus den Datenblättern 1 – 7 in diese Übersichtstabelle ein:

<b>Horizont Nummer</b>	<b>Horizont Abgrenzung</b> [von, bis in cm]	<b>Steine</b> [keine/wenige/viele]	<b>Wurzeln</b> [keine/wenige/viele]	<b>Struktur</b>	<b>Konsistenz</b>	<b>Farbe(n)</b> [Haupt- und Sekundärfarbe]	<b>Textur</b>	<b>Freie Karbonate</b> [keine/wenige/viele]
1								
2								
3								
4								
5								

Diese Ergebnisse kannst du nun in die internationale Datenbank von GLOBE eingeben. Wenn du nicht alle Spalten ausgefüllt hast, kannst du die entsprechenden Felder in der Datenbank ebenfalls leer lassen.

Lade auch deine Fotos zum Standort in der internationalen Datenbank von GLOBE hoch.



**Bodenmessungen Set 3**  
Wiederholte Messungen



## Datenblatt 8: Bodentemperatur (im Feld)



### Benötigtes Material zur Messung der Bodentemperatur

- Datenblatt Bodentemperatur
- Schreibmaterial und Notizblatt
- Messband oder Massstab
- Wasserfester Filzstift
- 1 langer (mind. 15 cm) Nagel
- Hammer
- Bodenthermometer (bei [GLOBE](#) ausleihen)
- Stoppuhr (oder Smartphone)
- evtl. weiteres Material zur Eichung des Bodenthermometers

Name des Messstandortes: \_\_\_\_\_

### Eichung der Bodenthermometer

Für Informationen zur Wartung und Lagerung des Messgerätes, welches du verwendest, musst du die Anleitungen des Herstellers befolgen. Nur so ist deine Messung richtig und aussagekräftig. Bodenthermometer sollten vor dem ersten Gebrauch und danach weiterhin regelmässig geeicht werden.

### Allgemeine Hinweise

Du kannst die Messzeitpunkte der Bodentemperatur gemeinsam mit deiner Lehrperson bestimmen. Spannend sind z.B. Messungen im Abstand von 2h über einen Tag verteilt, oder tägliche Messungen (zur gleichen Tageszeit) über mehrere Tage hinweg. Auch 4 Messungen übers Jahr verteilt können interessant sein.

Du misst die Bodentemperatur immer auf 5 cm und auf 10 cm Tiefe. Jede Messung wird pro Messzeitpunkt 3 x durchgeführt, um verlässliche Resultate zu erhalten. Pro Messzeitpunkt erfasst du in der internationalen Datenbank also je drei Messungen pro Tiefe (sog. „Samples“ – in der Resultatetabelle am Ende dieses Datenblatts mit Messung A, B und C bezeichnet).

### Vorbereitung im Feld

Damit du die Messung der Bodentemperatur auf 5 cm und auf 10 cm Tiefe messen kannst, ist es wichtig, die genaue Tiefe zu kennen. Da das Bodenthermometer die Temperatur meist 2 cm über der Spitze misst (beachte die Informationen des Herstellers – und passe die Zahlen eventuell an!), musst du das Thermometer für die Messung auf 5 cm Tiefe genau 7 cm tief in den Boden stecken; für die Messung auf 10 cm Tiefe sollte das Thermometer 12 cm weit im Boden stecken. Da das Thermometer beim Einführen in den Boden brechen kann, nutzt du einen Nagel, um das Loch vorzubereiten. Zeichne dazu vom unteren Ende des Nagels her jeweils bei 7 und bei 12 cm mit dem wasserfesten Filzstift einen Strich auf den Nagel. Zur besseren Kontrolle kannst du das Gleiche auch direkt auf deinem Bodenthermometer vornehmen – sprich dich dazu mit deiner Lehrperson ab.

### Art des Bodenthermometers

Zeigerthermometer       Digitalthermometer       Anderes: \_\_\_\_\_

### Messung im Feld

Führe folgende Schritte für jeden Messzeitpunkt dreimal durch. Deine Messungen sollten nicht weiter als 25 cm auseinander liegen und in möglichst unberührtem Boden durchgeführt werden (vermeide die Stellen, an denen du das Profil gegraben oder die Spatenprobe gemacht hast!).

1. Schlage den Nagel mit dem Hammer bis zur 7 cm-Markierung vorsichtig in den Boden und nimm dann den Nagel vorsichtig, mit einer drehenden Bewegung wieder heraus. Wenn der Boden aufreisst, musst du ein neues Loch machen. Merke dir die Stelle mit dem Loch.
2. Führe das Bodenthermometer in das Loch und vergewissere dich, dass sich die 7 cm-Markierung auf dem Bodenthermometer (falls vorhanden) genau auf der Höhe des Bodens befindet. Lass das Thermometer im Boden stehen. Starte die Stoppuhr und warte, bis 2 Minuten vorbei sind.
3. Nach 2 Minuten notierst du dir die Temperatur, die das Bodenthermometer anzeigt, auf ein Notizblatt. Nach einer weiteren Minute (insgesamt nach 3 Minuten) notierst du dir die Temperatur erneut. Liegen deine beiden Werte weniger als 1 °C auseinander, kannst das Resultat der zweiten Messung in der Resultatetabelle am Ende dieses Datenblatts erfassen, den 4. Schritt überspringen und bei 5. weitermachen. Ansonsten musst du Schritt 4 durchführen.

4. Wenn deine beiden Werte mehr als 1 °C auseinanderliegen, nimmst du weiterhin jede Minute den Messwert auf (notiere die Messwerte nacheinander auf deinem Notizblatt) – so lange, bis zwei aufeinanderfolgende Messungen weniger als 1 °C auseinander liegen. Ist das der Fall, trage das Resultat der letzten Messung in die Resultatetabelle am Ende dieses Datenblatts ein.
5. Ziehe das Thermometer aus dem Loch, führe den Nagel wieder in das Loch ein und schlage ihn bis zur 12 cm-Markierung in den Boden. Entferne ihn wiederum vorsichtig mit einer Drehbewegung, um den Boden um das Loch herum nicht zu stören. Führe das Thermometer in das nun tiefere Loch ein und vergewissere dich, dass sich die 12 cm-Markierung auf dem Bodenthermometer (falls vorhanden) genau auf der Höhe des Bodens befindet. Lass das Thermometer im Boden stehen und starte die Stoppuhr.
6. Wiederhole nun die Schritte 1 – 3 oder 1 – 4 für die zweite Bodentiefe. Notiere dir die Resultate in der Resultatetabelle am Ende dieses Datenblatts.
7. Wiederhole die Schritte 1 – 6 an zwei weiteren Stellen in der Nähe der ersten Messung.

Trage deine Resultate zur Bodentemperatur in dieser Tabelle ein (pro Tiefe jeweils den letzten Messwert eintragen, sobald er weniger als 1 °C vom vorletzten Messwert entfernt liegt):

Mess-Zeitpunkt	Datum / Uhrzeit	Messung A		Messung B		Messung C	
		Temperatur auf 5 cm Tiefe [° C]	Temperatur auf 10 cm Tiefe [° C]	Temperatur auf 5 cm Tiefe [° C]	Temperatur auf 10 cm Tiefe [° C]	Temperatur auf 5 cm Tiefe [° C]	Temperatur auf 10 cm Tiefe [° C]
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							

Deine Ergebnisse kannst du nun in der internationalen Datenbank von GLOBE erfassen. Pro Messzeitpunkt fügst du in der Datenbank eine Temperaturmessung hinzu.



## Datenblatt 9: Bodenfeuchtigkeit (im Feld und im Labor)

### Benötigtes Material zur Messung der Bodenfeuchtigkeit

im Feld:

- Datenblatt Bodenfeuchtigkeit
- Schreibmaterial inkl. wasserfester Filzstift
- je nach Probenahme-Methode 5 – 6 gut verschliessbare Probebehälter<sup>1</sup>
- Gartenschaufel
- Massstab
- Gartenschere, um die Vegetation auf dem Boden zu entfernen
- Bodenbohrer – *nur für die Probenahme im Tiefenprofil*

im Labor:

- Waage (auf 0.1 g genau)
- Ofen zum Trocknen der Proben



<sup>1</sup> Falls die Proben in der Mikrowelle getrocknet werden sollen, müssen die Behälter mikrowellenfest sein.

Datum: \_\_\_\_\_

Name des Messstandortes: \_\_\_\_\_

### Allgemeine Hinweise

Die Bodenfeuchtigkeit wird bei GLOBE bestimmt, indem das Feuchtgewicht des Bodens mit seinem Trocken-  
gewicht verglichen wird. Es gibt zwei Möglichkeiten zur Probenahme:

- Sternförmige Probenahme (6 Probebehälter; jeweils 2 beprobte Tiefen an drei Probestellen)
- Probenahme im Tiefenprofil (5 Probebehälter; 5 beprobte Tiefen an einer Probestelle)

Besprich mit deiner Lehrperson, welche Art der Probenahme du durchführen möchtest. Die Schritte „Vor-  
bereitung“ und „Messung im Labor“ führst du bei jeder Probenahme identisch durch; von den Kapiteln  
„**Sternförmige Probenahme (im Feld)**“ und „**Probenahme im Tiefenprofil (im Feld)**“ suchst du dir das  
entsprechende aus und überspringst das jeweils andere. Ebenso wählst du am Ende dieses Datenblatts nur  
die Resultatetabelle aus, die der gewählten Probenahme-Methode entspricht.

Du kannst die Messzeitpunkte der Bodenfeuchtigkeit gemeinsam mit deiner Lehrperson bestimmen. Spann-  
end sind z.B. Messungen im Abstand von einem Tag, einer Woche oder einem Monat. Pro Messzeitpunkt  
füllst du jeweils eine der Resultatetabellen (entsprechend der gewählten Methode) aus.

### Vorbereitung

Bestimme das Gewicht deiner Probebehälter ohne Deckel und notiere es mit dem wasserfesten Filzstift  
direkt auf die jeweiligen Behälter.

### Sternförmige Probenahme (im Feld)

Bei der sternförmigen Probenahme gräbst du insgesamt 3 Löcher, die ca. 25 cm voneinander entfernt lie-  
gen. Wähle zuerst den Standort für das erste Loch aus und entferne dich danach in zwei Richtungen vom  
ersten Loch. Führe folgende Schritte für jedes Loch aus:

1. Entferne auf einer Fläche mit ca. 10 – 15 cm Durchmesser die Vegetation mit der Gartenschere.
2. Grabe mit der Gartenschaufel ein Loch von 5 cm Tiefe und lasse das Bodenmaterial lose im Loch liegen.  
Kontrolliere mit dem Massstab, ob du wirklich 5 cm weit gegraben hast.
3. Entferne aus dem losen Material alle Steine, die grösser als 5 mm sind, alle Wurzeln und alle Bodentiere  
(soweit sichtbar). Fülle dann mit der Gartenschaufel mindestens 100 g losen Boden in einen Probebe-  
hälter und verschliesse ihn sofort, damit kein Wasser verdunstet. Beschrifte den Probebehälter mit der  
Lochnummer (I–III) und der Tiefe, auf welcher du das Bodenmaterial entnommen hast.
4. Entferne mit der Gartenschaufel das Bodenmaterial bis auf eine Tiefe von 8 cm (lege das Material  
neben das Loch). Grabe dann mit der Gartenschaufel bis auf eine Tiefe von 12 cm (kontrolliere die  
Tiefen mit dem Massstab) und lasse das Material aus 8 – 12 cm Tiefe lose im Loch liegen.

- Entferne auch aus diesem losen Bodenmaterial die Steine, Wurzeln und Bodentiere und fülle danach wiederum mind. 100 g Boden in einen Probebehälter. Verschliesse den Behälter sofort, damit kein Wasser verdunstet. Beschrifte den Probebehälter mit der Lochnummer (I–III) und der Tiefe, auf welcher du das Bodenmaterial entnommen hast.
- Fülle das Material, welches neben dem Loch liegt, wieder in das Loch und trete den Boden mit den Schuhen fest.
- Führe die Schritte 1 – 6 für zwei weitere Löcher durch.

### Probenahme im Tiefenprofil (im Feld)

Bei der Probenahme im Tiefenprofil nimmst du verschiedene Proben in unterschiedlichen Tiefen an einer Probestelle. Dazu brauchst du 5 Behälter, die du mit den römischen Zahlen I – V durchnummerierst.

- Entferne auf einer Fläche mit ca. 10 – 15 cm Durchmesser die Vegetation mit der Gartenschere.
- Grabe mit der Gartenschaufel ein Loch von 5 cm Tiefe und lasse das Bodenmaterial lose im Loch liegen. Kontrolliere mit dem Massstab, ob du wirklich 5 cm weit gegraben hast.
- Entferne aus dem losen Material alle Steine, die grösser als 5 mm sind, alle Wurzeln und alle Bodentiere (soweit sichtbar). Fülle dann mit der Gartenschaufel mindestens 100 g losen Boden in den Probebehälter der Nummer I und verschliesse ihn sofort, damit kein Wasser verdunstet. Lagere den Behälter an einem schattigen, kühlen Ort.
- Entferne mit der Gartenschaufel das Bodenmaterial bis auf eine Tiefe von 8 cm (lege das Material neben das Loch). Grabe dann mit der Gartenschaufel bis auf eine Tiefe von 12 cm (kontrolliere die Tiefen mit dem Massstab) und lasse das Material aus 8 – 12 cm Tiefe lose im Loch liegen.
- Entferne auch aus diesem losen Bodenmaterial die Steine, Wurzeln und Bodentiere und fülle danach wiederum mind. 100 g Boden in den Probebehälter der Nummer II. Verschliesse den Behälter sofort, damit kein Wasser verdunstet.
- Nimm nun den Bodenbohrer zur Hilfe, um Proben aus den Tiefen 30 cm, 60 cm und 90 cm zu erhalten. Entferne auch aus diesen Proben jeweils die Steine, Wurzeln und Bodentiere, bevor du die Proben nach Tiefe getrennt in die Behälter III – V füllst (auch hier gilt: mindestens 100 g Boden pro Behälter; dazu musst du mit dem Bodenbohrer mehrmals bohren).
- Fülle das Material, welches neben dem Loch liegt, wieder in das Loch und trete den Boden mit den Schuhen fest.

### Vorbereitung im Labor

Schalte die Waage ein und vergewissere dich, dass sie ein Gewicht von 0.0 g anzeigt. Wäge danach das Gewicht jedes Probebehälters mit der Bodenprobe (ohne Deckel) und trage es in die Resultatetabelle deiner gewählten Probenahme-Methode ein (bei „Feuchtwicht Probe + Behälter“).

### Probenaufbereitung im Labor

Trockne anschliessend die Probe in einem Ofen. Dazu stehen dir folgende Methoden zur Verfügung – kreuze an, welche du angewendet hast. Gib zudem an, wie lange du die Proben getrocknet hast (in einem Ofen geschieht das üblicherweise über Nacht).

#### Methode Trocknung

- 95 – 105 °C im Ofen                       75 – 95 °C im Ofen                       Mikrowellenofen

Dauer der Trocknung: \_\_\_\_\_

### Messung im Labor

Führe nun die folgenden Schritte jeweils für jede Bodenprobe einzeln aus:

- Wäge das Trockengewicht der Probe (mit Behälter, ohne Deckel) und trage es in die Resultatetabelle deiner ausgewählten Probenahme-Methode bei „Trockengewicht Probe + Behälter“ ein.
- Übertrage das Leergewicht der Behälter mit den entsprechenden Bezeichnungen (bspw. Lochnummer oder Bodentiefe) in die deiner ausgewählten Probenahme-Methode – das Leergewicht hast du am Anfang bestimmt und es sollte mit wasserfestem Filzstift auf jedem Behälter stehen.
- Berechne den Bodenwassergehalt mit dieser Formel und notiere das Resultat in der Resultatetabelle:

$$\text{Bodenwassergehalt} = \frac{(\text{Feuchtwicht} - \text{Trockengewicht})}{(\text{Trockengewicht} - \text{Behältergewicht})}$$



### Resultatetabelle für die sternförmige Probenahme

Falls du die sternförmige Probenahme-Methode ausgewählt hast, kannst du deine Resultate in dieser Tabelle festhalten und die Resultate danach in der GLOBE-Datenbank eingeben:

Loch Nummer	Bodentiefe	Leergewicht Behälter <sup>1</sup> [g]	Feuchtgewicht Probe + Behälter <sup>1</sup> [g]	Trockengewicht Probe + Behälter <sup>1</sup> [g]	Bodenwassergehalt [g/g]
I	0 – 5 cm				
	8 – 12 cm				
II	0 – 5 cm				
	8 – 12 cm				
III	0 – 5 cm				
	8 – 12 cm				

<sup>1</sup> ohne Deckel

### Resultatetabelle für die Probenahme im Tiefenprofil

Falls du die Probenahme-Methode „Tiefenprofil“ ausgewählt hast, kannst du deine Resultate in dieser Tabelle festhalten und die Resultate danach in der GLOBE-Datenbank eingeben:

Bodentiefe	Leergewicht Behälter <sup>1</sup> [g]	Feuchtgewicht Probe + Behälter <sup>1</sup> [g]	Trockengewicht Probe + Behälter <sup>1</sup> [g]	Bodenwassergehalt [g/g]
0 – 5 cm				
8 – 12 cm				
30 cm				
60 cm				
90 cm				

<sup>1</sup> ohne Deckel