

Methodenhandbuch

Bodengesundheits-Toolkit

Dieses Handbuch enthält schrittweise Erklärungen der Methoden zur Anwendung des Bodengesundheit-Toolkits (Soil Health Toolkit - SHT) sowie Richtlinien zur Interpretation der Ergebnisse



Inhalt

1. Vorbereitungen
 - 1.1 Bodengesundheits-Toolkit
 - 1.2 Checkliste
2. Methoden: Schritt-für-Schritt-Anleitung
 - 2.1 Bodenart
 - 2.2 Versickerungsgeschwindigkeit
 - 2.3 Bodenfarbe (organische Substanz)
 - 2.4 Regenwurmzählungen
 - 2.5 Pflanzenbedeckung
3. Ergebnisse verstehen

1. Vorbereitungen

1.1. Bodengesundheits-Toolkit

Die Bodengesundheit – die Fähigkeit des Bodens, Leben sowohl über als auch unter der Erde zu fördern – ist das Herzstück einer nachhaltigen Landwirtschaft. Während unveränderliche Faktoren wie Bodenart, Wetter und Topographie die Bodengesundheit maßgeblich prägen, hat auch die landwirtschaftliche Bewirtschaftung einen wesentlichen Einfluss auf die Bodengesundheit und den Ertrag. Um die Bodengesundheit objektiv und effizient zu bewerten, haben wir leicht durchführbare Tests entwickelt, die schnell und einfach durchzuführen. Diese umfassen:

- Bodenart,
- Bodenstruktur (wir verwenden hier die Versickerungsgeschwindigkeit als Anhaltspunkt),
- Gehalt an organischer Bodensubstanz (zur Schätzung verwenden wir die Bodenfarbe),
- Bodenbiodiversität (mittels Regenwurmzählung),
- Pflanzenbedeckung

1.2 Was man im Feld braucht – Materialienliste

Für alle Tests benötigt man: ein Handy/Tablet mit der App (ArcGIS Survey 123) zur Erfassung der Ergebnisse und diese Anleitung.

Bodenart	Versickerungsgeschwindigkeit	Bodenfarbe	Regenwurmzählung	Pflanzenbedeckung
<ul style="list-style-type: none"> • Spaten oder Gartenschaufel • Ein bisschen Wasser • Laminierte Bodenartenkarte 	<ul style="list-style-type: none"> • Versickerungsring mit Lineal im Inneren • Wasserflasche mit 450 ml Markierung • 4-5 Liter Wasser • Spaten oder (Gummi-)Hammer • Ca. 30 cm langes Holzstück für Platzierung des Rings mit Hammer in den Boden • Stoppuhr (z.B.: Handy) • Schere/Messer zum Zurückschneiden von Pflanzen 	<ul style="list-style-type: none"> • Laminierte Bodenfarbkarte 	<ul style="list-style-type: none"> • Spaten • Wanne oder Plastikfolie • Stoppuhr (z.B.: Handy) • 4 kleine Behälter zum Sortieren der Regenwürmer 	<ul style="list-style-type: none"> • Handy / Tablet

2. Methoden: Schritt-für-Schritt-Anleitung

2.1 Bodenart (10 Minuten)

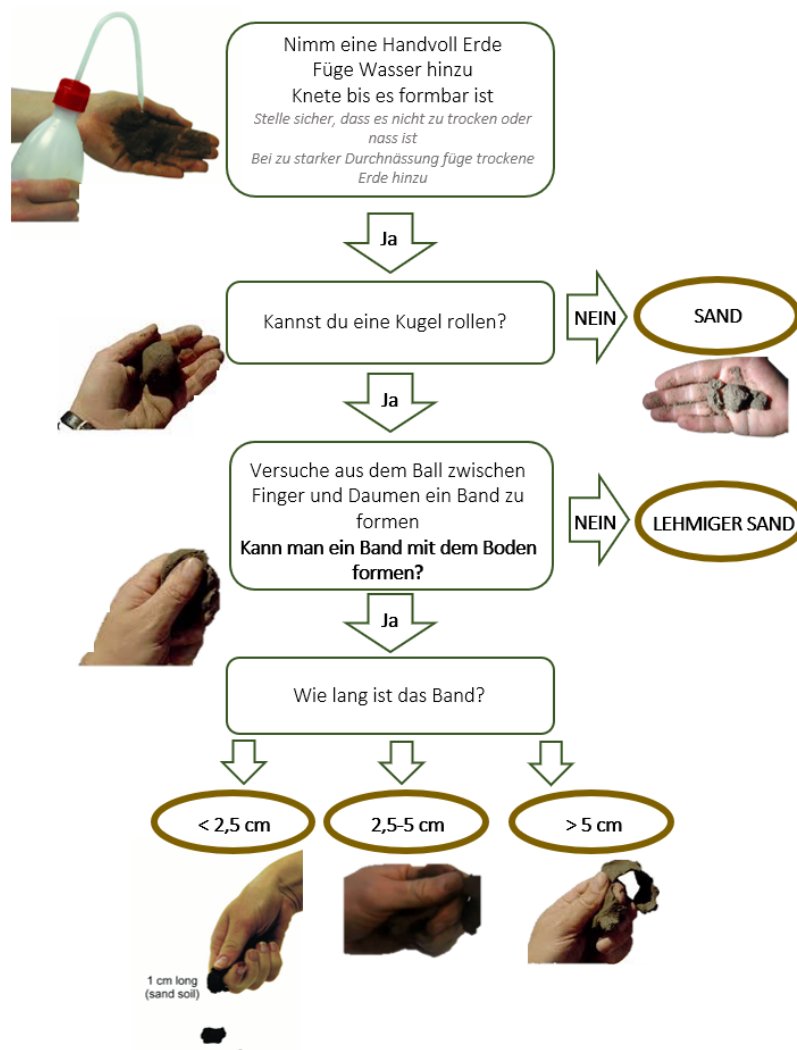
Was man benötigt:

- eine Gartenschaufel
- etwas Wasser zum Anfeuchten
- ein Tuch/Papier zum Reinigen der Hände

Was ist zu tun?

- Nimm eine golfballgroße Menge Erde und bestimme die Bodenart mithilfe des nachstehenden Diagramms.
- Folge den angegebenen Schritten, die auch in der App angezeigt werden. Die App führt dich durch die einzelnen Schritte und zeichnet das Ergebnis für den Bodentyp auf.

Teil 1: Band formen



Teil 2. Boden spüren

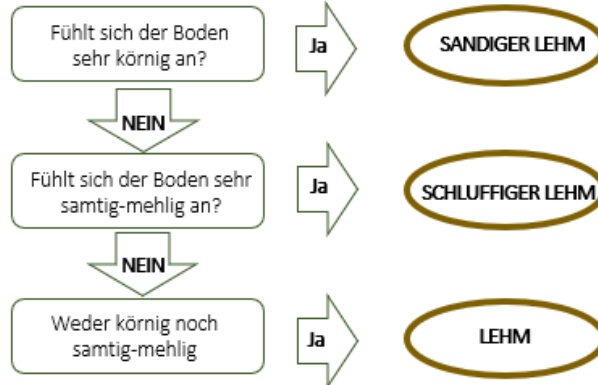
Scrolle nach unten, bis du die Bandlänge deines Bodens findest

< 2,5 cm Band



1 cm long
(sand soil)

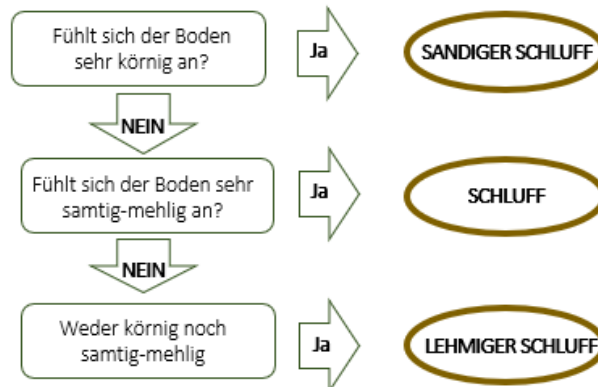
Feuchte etwas Boden in deiner Handfläche mit ein paar Wassertropfen an und reibe ihn zwischen den Fingern



2,5–5 cm Band



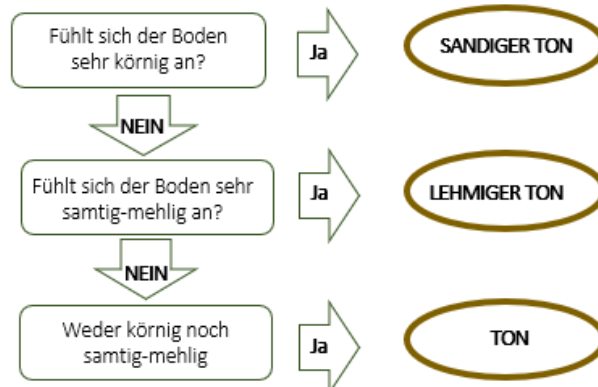
Feuchte etwas Boden in deiner Handfläche mit ein paar Wassertropfen an und reibe ihn zwischen den Fingern



>5cm Band



Feuchte etwas Boden in deiner Handfläche mit ein paar Wassertropfen an und reibe ihn zwischen den Fingern



2.2 Versickerungsgeschwindigkeit (5-20 Minuten)

Was man benötigt:

- Versickerungsring mit Lineal aufkleber innen
- Wasserflasche (mit 450 ml Markierung)
- 4–5 Liter Wasser (4 Liter pro Testort empfohlen, aber nimm mehr mit, falls etwas verschüttet wird)
- Spaten oder (Gummi-)Hammer
- Holzbrett 30 cm lang (um den Ring in den Boden zu hämmern),
- Stoppuhr
- Messer
- Gartenschaufel

Was ist zu tun?:

1. **TESTORT:** Suche eine unbewachsene Bodenfläche oder schneide und entferne alle Pflanzen von der Bodenoberfläche, die du beproben möchtest.
2. **PLATZIEREN DES RINGS:** Platziere den Ring mit der angespitzten Seite nach unten auf den Boden und leg das Brett darauf. Hämmere den Ring mit dem Hammer vorsichtig bis zur 0-cm-Markierung in den Boden (siehe Abbildung rechts).
3. **WASSER HINZUFÜGEN:** Gieße vorsichtig, ohne die Erdoberfläche aufzuwirbeln, 450 ml Wasser in den Ring und starte die Stoppuhr (das Bild rechts zeigt, wie der Ring aussieht, nachdem das Wasser hinzugefügt wurde). Lese zu Beginn die Höhe vom inneren Lineal ab und notiere den Wert in der App.
4. **ZEITDOKUMENTATION:** Stoppe die Stoppuhr, sobald das gesamte Wasser versickert ist, und notiere die Zeit in Minuten und Sekunden. Sollte das Wasser innerhalb von 10 Minuten nicht vollständig versickern, miss die Wasserhöhe mit dem Lineal an der Innenseite des Rings und notiere das Ergebnis in der App.



Anmerkung: Wenn das Wasser sehr langsam versickert und die Versickerung nicht offensichtlich ist, behalte den Ring im Auge und fahre mit der nächsten Methode (Bodenfarbe) fort. Du kannst währenddessen andere Messungen durchführen, achte jedoch darauf, die 10-Minuten-Marke nicht zu verpassen!

5. **WASSER HINZUFÜGEN – WIEDERHOLUNG:** Falls das Wasser innerhalb von 10 Minuten vollständig versickert ist, fülle deine markierte Wasserflasche erneut auf und wiederhole die Schritte 3 und 4. Notiere die Zeit oder die verbleibende Wasserhöhe und trage das neue Ergebnis in die App ein.

2.3 Bodenfarbe (organisches Material, 5 Min.)

Was man benötigt:

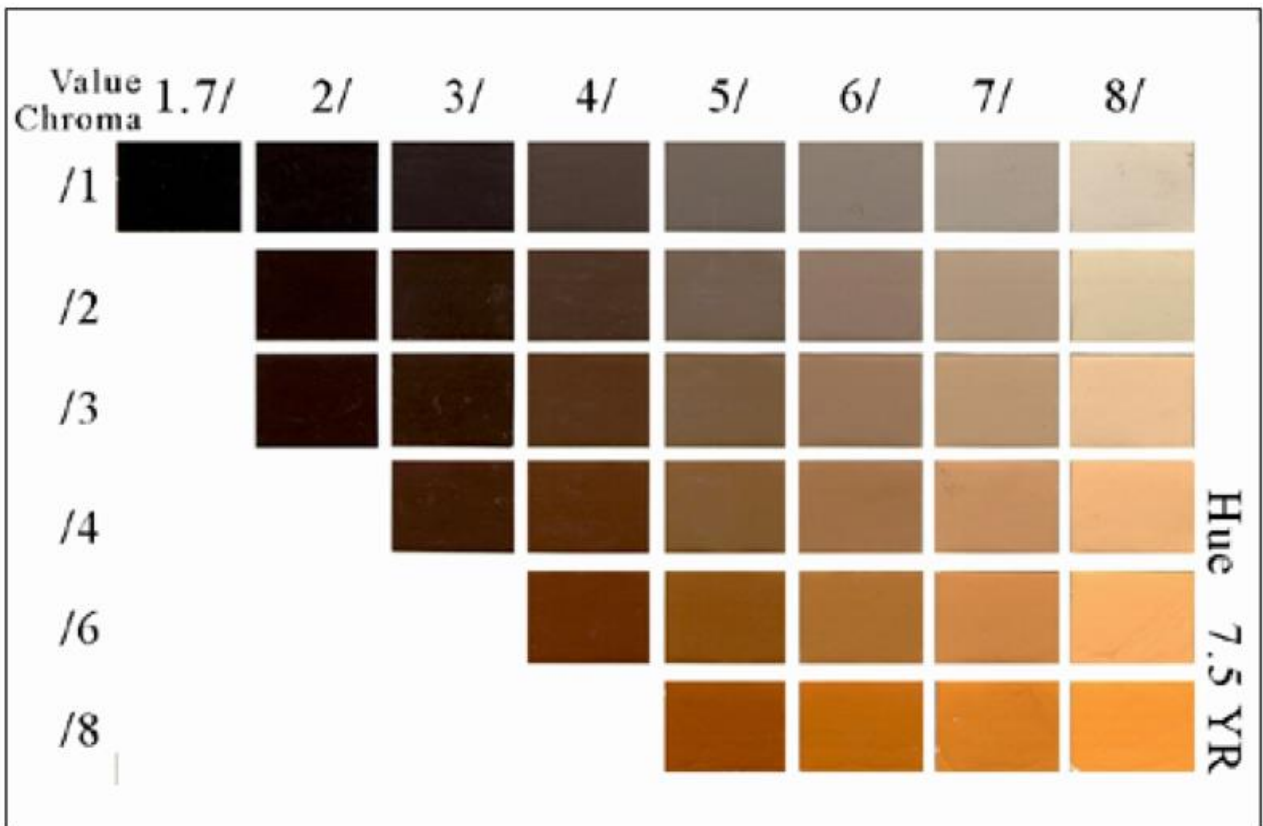
- eine Spachtel/Schaufel
- Taschentücher/Papier zum Reinigen der Hände
- Wasser
- laminierte Farbkarte

Was ist zu tun?

1. **PROBE:** Entnehme ein münzgroßes Stück Erde aus einer Tiefe von 10-15 cm und befeuchte es mit ein paar Tropfen Wasser, falls es trocken ist.
2. **FARBEN VERGLEICHEN:** Platziere die Bodenprobe auf der laminierten Farbkarte Hue 7.5 YR. Verschiebe die Probe auf der Karte, bis du den Farbchip (farbiges Quadrat) findest, der am besten zur Farbe deiner Probe passt.
3. **PROTOKOLLIEREN:** Trage in der App die Wertnummer, die oben in der Spalte steht, sowie die Chromanummer, die links von der ausgewählten Zeile des ausgewählten Farbchips angezeigt wird.



Anmerkung: Verwende für diese Aktivität die laminierten Bodenfarbkarten, die du erhalten hast.
Sie sehen folgendermaßen aus:



2.4 Regenwurmzählungen (15–20 Min.)

Was man benötigt:

- Spaten
- Maßband
- Plastikfolie, Wanne, Tablett
- kleiner Behälter für Regenwürmer
- Stoppuhr

Was ist zu tun?

1. **PROBE:** Grabe mit dem Spaten ein Loch von 20 cm x 20 cm x 20 cm und vergewissere dich, dass du die gesamte Erde auf deine Plastikfolie gibst (oder Wanne, Tablett). Achte darauf, dass du den Spaten gerade in die Erde stichst, damit das Loch überall gleich groß ist.
2. **SCHÄTZUNG DER WURZELTIEFEN:** Bevor du den Boden nach Regenwürmern durchsuchst, schätze die durchschnittliche Wurzeltiefe der Pflanzen, indem du die Wurzellänge inspizierst. Bis zu welcher Tiefe wachsen die Wurzeln? Schätze die durchschnittliche Wurzeltiefe und notiere sie in den folgenden Bereichen: 0-5 cm, 5-10 cm, 10-20 cm, >20 cm;
3. **ZEITDOKUMENTATION UND FUND:** Stelle einen 10-Minuten-Timer ein und durchsuche die aus der Grube entfernte Erde vorsichtig nach Regenwürmern, indem du große Erdklumpen vorsichtig aufbrichst und die Regenwürmer nach und nach in deinen kleinen Behälter gibst. Achte auf sehr kleine Regenwürmer, die in den Brocken versteckt sind.
4. **ZÄHLEN:** Beende die Suche nach 10 Minuten und beginne die Regenwürmer zu identifizieren und zu zählen, die du in dieser Zeit gefunden hast.
5. **IDENTIFIZIERUNG:** Verwende die ID-Tabelle (nächste Seite), um junge Regenwürmer von erwachsenen zu unterscheiden. Zählen und notiere die Anzahl der jungen Regenwürmer. Verwende die ID-Tabelle, um zu zählen, wie viele verschiedene Arten von Regenwürmern deine Probe enthält. Notiere die gefundenen Arten in der App. Wenn du dir nicht sicher bist, welche Art von Regenwurm du gefunden hast, notiere die Anzahl in der App als „andere“. Setze die Regenwürmer sofort wieder in die Erde ein, nachdem du sie identifiziert, gezählt und entsprechend dokumentiert hast.

Die Fotos auf der nächsten Seite zeigen beispielhaft, wie du die entnommene Bodenprobe auf deine Plastikfolie/in deine Wanne geben und nach Regenwürmern suchen kannst:



Auf der folgenden Seite findest du eine Grafik zur Identifizierung von Regenwürmern.

Regenwürmer erkennen:



Arten von Regenwürmern

Regenwürmer lassen sich je nach Lebensweise in drei Gruppen einteilen, die den Boden auf unterschiedliche Weise beeinflussen. Die folgenden Fotos zeigen erwachsene Regenwürmer.

Tiefgrabende Regenwürmer

- mehr als 15cm lang
- Der Kopf ist dunkel rötlich-braun gefärbt
- ziehen Blätter in ihre tiefen senkrechten Löcher und binden so Kohlenstoff im Boden



Oberflächenbewohnende Regenwürmer

- weniger als 15cm lang
- rötlich-braune Farbe
- leben auf oder nahe der Erdoberfläche und fressen abgestorbene Blätter, die sie in den Boden zurückführen



Flachgrabende Regenwürmer

- blasse Farbe
- normalerweise rosa, aber auch bläulich oder grünlich
- leben und ernähren sich in den oberen 20 cm des Bodens, ihre Erdlöcher helfen dabei, Luft in den Boden zu bringen



2.5 Pflanzenbedeckung - Methode 1 (5 Min.)

Was man braucht: Smartphone oder Tablet

Was ist zu tun?

1. Beobachte einen Ausschnitt von 50 x 100 cm und beurteile visuell den Prozentsatz der Pflanzenbedeckung
2. Schätze den Prozentsatz der Pflanzenbedeckung des ausgewählten Bereichs.
3. Erfasse den Grad der der Pflanzenbedeckung in der App.
Die Klassen sind: 0-20%, 20-40%, 40-60%, 60-80% und 80-100% Pflanzenbedeckung.
4. Erfasse die dominante Pflanzenart des Feldes.

3. Deine Ergebnisse verstehen

Nachdem du nun vor Ort warst und alle Tests durchgeführt hast, ist es an der Zeit, die Ergebnisse anzusehen und darüber nachzudenken, was sie dir über deine Böden sagen können. Für jeden Test haben wir einen kurzen Überblick über die Bedeutung der Ergebnisse bereitgestellt. Dieser Überblick dient als Referenzpunkt für weitere Entscheidungen zur Unterstützung oder Verbesserung der Bodengesundheit.

3.1 Bodenart

Die Bodenart spielt eine zentrale Rolle für das Pflanzenwachstum. Boden setzt sich aus drei Korngrößen zusammen – Sand, Schluff und Ton, während Sand die größte und Ton die kleinste Korngröße hat. Je nach Mischungsverhältnis dieser Bestandteile entsteht eine bestimmte Bodenart. Diese wird durch ein oder zwei Wörter beschrieben. Das erste Wort gibt an, welche Korngröße in deinem Boden am dominantesten vorkommt, und das zweite Wort gibt die weniger dominante Korngröße an.

Das bedeutet der vorherrschende Korngrößenbestandteil für die Bodengesundheit deines Bodens:

Sandige Böden: Sandige Böden bestehen hauptsächlich aus Sand, der aus großen Körnern besteht. Diese Böden lassen Wasser gut durch, was bedeutet, dass Wasser schnell versickert und nicht lange gespeichert wird. Deshalb können sandige Böden nicht so gut Nährstoffe halten, was dazu führen kann, dass wichtige Stoffe weggespült werden und nahegelegene Flüsse verschmutzen. Sandige Böden sind oft heller als Lehmböden oder Tonböden, weil sie weniger organisches Material enthalten.



Tonige Böden: Tonige Böden bestehen aus sehr kleinen Teilchen und lassen Wasser langsamer durch als sandige oder lehmige Böden. Sie können viele Nährstoffe speichern, sodass wichtige Stoffe nicht so leicht weggespült werden. Allerdings können tonige Böden sehr fest werden, was es den Pflanzenwurzeln schwer macht zu wachsen. Es hat sich gezeigt, dass tonige Böden mehr von Regenwürmern profitieren als sandige oder lehmige Böden.

Lehmige Böden: Lehmige Böden bestehen aus einer Mischung aus Sand, Schluff und Ton. Sie sind leichter zu bearbeiten als tonige Böden und lassen Wasser langsamer durch als sandige Böden.

Auf die Bodenart werden wir noch einmal zurückkommen, wenn wir über andere Testergebnisse sprechen.

3.2 Versickerungsgeschwindigkeit

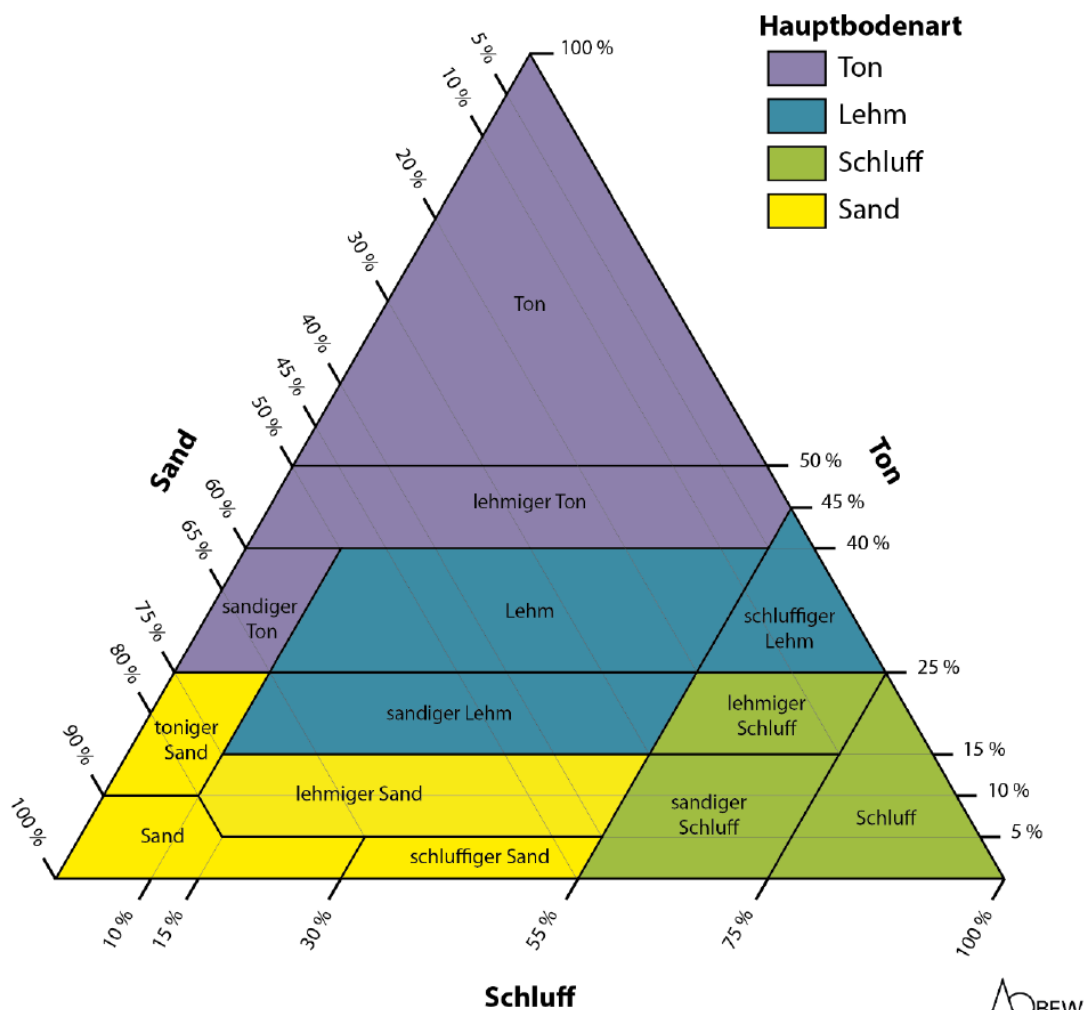
Die Versickerungsgeschwindigkeit zeigt, wie schnell Wasser in den Boden eindringt. Sie hängt von der Bodentextur und Bodentypen, Verdichtung, Gehalt an organischem Material und Landwirtschaft ab. Wenn Wasser schnell versickert, erreicht es die Wurzeln schneller und bleibt nicht an der Oberfläche, wo es verdunsten könnte. Das ist besonders nützlich während Trockenperioden oder bei Bewässerung. Wenn das Wasser in den Boden versickert, kann weniger Wasser (und weniger Nährstoffe) von den Oberflächen in nahegelegene Flüsse abfließen. Traktoren können einen größeren Einfluss auf die Bodenverdichtung (und somit auf die Versickerungsgeschwindigkeit) haben als die Bodenbearbeitung. Mehr organisches Material im Boden kann die Versickerungsgeschwindigkeit erhöhen.

Um zu verstehen, wieviel Wasser der Boden für die Pflanzen speichern kann, schau dir folgende Tabelle an. Vergleiche die Tabelle mit deinen Ergebnissen, die du erhalten hast:

Ergebnis	mm Versickerung pro Stunde	Versickerungsklasse
Das gesamte Wasser ist innerhalb von 3 Minuten verschwunden	> 500	Sehr schnell
Das gesamte Wasser ist in 3-10 Minuten verschwunden	150-500	Schnell
0-17 mm übrig nach 10 min	50-150	Mäßig schnell
17-23 mm übrig nach 10 min	15-50	Mäßig
23-25 mm übrig nach 10 min	5-15	Mäßig langsam
25 mm übrig nach 10 min	1-5	Langsam

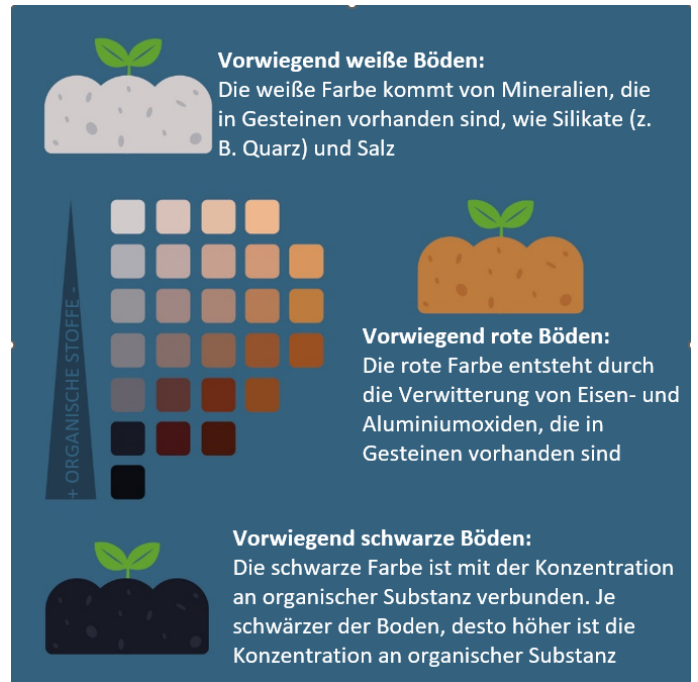
Du kannst auch verstehen, wie die Bodentextur die Geschwindigkeit der Versickerung beeinflusst. Sandige Böden lassen Wasser schneller durch als tonige Böden. Gut strukturierte Böden entwässern schneller als verdichtete Böden. Obwohl wir die Bodentextur nicht sofort ändern können, helfen dir diese Informationen, Entscheidungen zur Steuerung der Wasseraufnahme zu treffen. Das folgende Diagramm zeigt dies. Find die Bodentextur deines Feldes und sieh dir an, wie sie mit der Wasseraufnahme zusammenhängt:

Österreichisches Texturdreieck nach Hauptbodenart (ÖNORM L 1050)



3.3 Bodenfarbe (organisches Material)

Humus ist wichtig für gesunde Böden. Humus trägt zu einer erhöhten Wasserspeicherung nach Regenfällen bei, da er die Bodenstruktur verbessert und dadurch die Wasserspeicherkapazität erhöht. Dies führt zu besserem Pflanzenwachstum und besserer Pflanzengesundheit und ermöglicht einen besseren Transport von Nährstoffen (wie Nitrate) zur Wurzel. Humus verbessert auch die Bodenfruchtbarkeit. Beim Bodenfarbttest zeigen höhere Zahlen (d. h. dunklere Farbtöne) an, dass dein Boden einen höheren relativen Gehalt an organischen Stoffen (Humus) aufweist, während niedrigere Zahlen einen niedrigeren Gehalt an organischen Stoffen (Humus), aber einen höheren Mineralgehalt anzeigen. Sieh dir das Bild rechts an, um eine Vorstellung davon zu bekommen, was Bodenfarbe im Hinblick auf die Bodenfarbtabelle allgemein bedeutet.



3.4 Regenwurmzählung

Regenwürmer haben nachweislich einen positiven Einfluss auf die Pflanzenproduktion, die Bodenstruktur und die Kontrolle von Krankheitserregern und sind ein wichtiger Indikator für die Bodengesundheit. Intensive landwirtschaftliche Methoden und die Auswirkungen des Klimawandels führen derzeit zu einem Rückgang der Populationen von Bodenorganismen.

Normalerweise findet man in einer Grube, in einem landwirtschaftlichen Feld, 6-14 Regenwürmer, aber Untersuchungen zeigen, dass 16+ Regenwürmer mit erheblichen Vorteilen bei Ernteerträgen verbunden sind¹. Deine Bodenart und die Bodenbewirtschaftung sind wichtig, wenn es um die Regenwürmer geht: Tonige Böden profitieren mehr von einem höheren Regenwurmaufkommen als sandige oder lehmige Böden, genauso wie saure Böden mehr als basische profitieren. Es wurde auch festgestellt, dass dein Boden mehr von einer erhöhten Anzahl an Regenwürmern profitiert, wenn du organischen Dünger anstelle von nur anorganischem Stickstoffdünger verwest.

¹Van Groenigen et al., 2014. Earthworms increase plant production: a meta-analysis. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25219785/>

Regenwürmer spielen eine Schlüsselrolle für die Bodengesundheit, je nachdem, wie sie leben und sich ernähren:

- **Tiefgrabende (anözische)** Regenwürmer mischen oberflächliches organisches Material (wie Ernterückstände, Pflanzenreste) tief in den Boden ein und unterstützen so die Wasserableitung und die tiefe Durchwurzelung der Pflanzen.
- **Oberflächenfressende (epigäische)** Regenwürmer zersetzen pflanzliches Material (z.B.: Ernterückstände) an der Erdoberfläche und setzen somit Nährstoffe aus diesem Material frei.
- **Bodenfressende (endogäische)** Regenwürmer leben in den oberen Bodenschichten und vermischen mineralische und organische Elemente des Bodens. Dadurch entstehen stabile Bodenaggregate, die dem Wachstum von Pflanzen im Frühling gut tun und Kohlenstoffspeicherung im Boden begünstigen.

Wenn du die Regenwurmarten und Anzahl der Regenwürmer in deinem Boden bestimmst, hast du schon eine Vorstellung vom Gesundheitszustand des Bodens.

3.5 Pflanzenbedeckung

Untersuchungen haben gezeigt, dass **Böden mit hoher Pflanzenbedeckung produktiver sind als solche, die den Großteil des Jahres kahl sind**. Das liegt an:

- Oberirdisch fangen Blätter Regen auf und verhindern so Wasserabfluss und Wegtransport von Bodenmaterial
- Unterirdisch verbessern Pflanzenwurzeln die Bodenstruktur, indem sie den Boden befestigen, die Wasserversickerung erhöhen, den Lebensraum im Boden für nützliche Lebewesen wie Regenwürmer verbessern und wertvolle Mikroben ernähren.

Je höher die Pflanzenbedeckung, desto besser ist der Schutz deines Bodens. Die Pflanzenbedeckung variiert natürlich im Laufe des Jahres, je nachdem, wie die Pflanzen wachsen und geerntet werden. Wie lange Pflanzen deinen Boden im Laufe des Jahres bedecken und in welchen Jahreszeiten, bestimmt auch das Ausmaß der Erosion deines Bodens. Auch die Neigung spielt eine Rolle. Ein kahler Hang kann bis zu 1.000 Mal schneller erodieren als ein mit Pflanzen bedeckter Hang ².

Du kannst deinen Boden schützen, indem du die Zeit, in der der Boden kahl liegt, minimierst, z. B. durch den Einsatz von Deckfrüchten zwischen den Feldfrüchten, durch die Verwendung von Mulch zum Bedecken des Bodens oder durch sorgfältiges Timing bei der Ernte und Pflanzung der Feldfrüchte.

² Intergovernmental Technical Panel on Soils (2015). Status of the world's soil resources, FAO. <http://www.fao.org/3/a-i5199e.pdf> (abgerufen am 16. April 2019)