

# Spatenprobe

---

Neben der Untersuchung von Bodenproben in Bodenlabors, stehen diverse Methoden zur Verfügung, mit denen Praktiker\*innen selbständig einen Einblick in verschiedene Bodeneigenschaften erhalten. Für Praktiker\*innen ist die Spatenprobe die wohl wichtigste Methode, um unmittelbar den Zustand des Bodens zu beurteilen. Mit einem Spaten und den eigenen Sinnen können Sie unter anderem Bodenfarbe, Geruch, Bodenfeuchtigkeit, Durchwurzelung, Aktivität der Bodenorganismen (Tiergänge), Bodenstruktur und potentielle Verdichtungserscheinungen erfassen. Damit können Sie auf die Bodenfunktionen Wasseraufnahme und -speicherung, Lufthaushalt, Durchwurzelbarkeit und Erosionsstabilität schließen.

Vor allem durch die wiederholte Durchführung der Spatenprobe lernen Sie die Eigenschaften Ihres Bodens gut kennen und können Veränderungen über die Zeit hinweg feststellen. Auf dieser Basis können Sie Bodenbearbeitung, Düngung und Fruchtfolge optimal anpassen, Bodenfruchtbarkeit aufbauen und Ihren Boden nachhaltig bewirtschaften.

Auszug aus dem Handbuch des Lehrgangs Bodenpraktiker Ackerbau (Bio Austria, 2021):

## Was wird dazu benötigt?

---

- (Flach-)spaten (18 x 30 – 45 cm) – mit einem langen Spatenblatt kann auch der Unterboden erfasst werden; eventuell zusätzlich ein Gärtnerspaten
- Taschenmesser, Kralle zur Feinbearbeitung des Bodenblocks
- eventuell Maßstab sowie Schreibzeug mit Unterlage und Fotoapparat zum Festhalten der Ergebnisse

## Der richtige Zeitpunkt

---

Grundsätzlich kann jede Kultur zu jeder Jahreszeit mit der Spatenprobe untersucht werden. Je nach Fragestellung kann auch die Untersuchung von vegetationsfreien Böden oder von Böden in Winterruhe interessant und aufschlussreich sein. Um den Boden anhand des Zusammenspiels aus Durchwurzelung und Bodenstruktur beurteilen zu können, sollte eine hohe Wurzelmasse im Boden vorhanden sein. Je nach Kultur werden hierfür unterschiedliche Beprobungszeitpunkte gewählt.

Tabelle 1. Optimaler Zeitpunkt einer Spatenprobe bei verschiedenen Feldkulturen.

| <b>Kultur</b>                         | <b>Zeitpunkt (hohe Wurzelmasse)</b> |
|---------------------------------------|-------------------------------------|
| Getreideflächen, Rüben und Kartoffeln | etwa drei Wochen vor der Ernte      |
| Feldfutterflächen                     | kurz vor dem zweiten Schnitt        |
| Dauergrünland/Grünbracheflächen       | zwischen Juni und September         |
| Zwischenfrucht-,<br>Gründungsflächen  | Ende September/Anfang Oktober       |

## Auswahl der Probestellen

---

Grundsätzlich sollten Probestellen gewählt werden, die für das jeweilige Feld repräsentativ - zum Beispiel in Bezug auf Bewuchs und Oberfläche - sind. Bei ungleichmäßigen Beständen sollten eine gute und eine schlechte Stelle untersucht werden. Auch trockene und nasse Böden lassen Aussagen zu. Bei genügend Erfahrung sind zwei bis drei Einstiche auf einer einheitlichen Fläche zur Beurteilung ausreichend.

## Bodenoberfläche

---

Noch bevor wir den Boden mit dem Spaten untersuchen, sollten wir unser Augenmerk auf die Bodenoberfläche richten. Indem wir den Grad der Verschlämmung, Verkrustung, Erosion beziehungsweise die Anzahl an Regenwurmkothaufen sowie Fahrspuren beurteilen, erhalten wir wertvolle Hinweise zur Strukturstabilität des Bodens.

Der Boden ist an der Oberfläche besonderen Belastungen ausgesetzt: aufprallende Regentropfen, Sonne, Bodenbearbeitungsgeräte sowie Druck und Schlupf der Räder. Nur sehr stabile Bodenteilchen wie Bodenkrümel oder Regenwurmkot können solchen Belastungen gut widerstehen. Bei geringer Strukturstabilität zerfallen die Bodenteilchen in ihre mineralischen Bestandteile (Sand, Schluff, Ton). Bei Regen wird die Feinerde verfrachtet, Steinchen werden freigespült. Solche Böden sind erosionsgefährdet, verschlämmen leicht und weisen meist eine Oberflächenkruste auf. Feinerde wird dabei teilweise in die Hohlräume des Bodens eingewaschen und verschließt dort die Grobporen. Das führt zu einer inneren Erosion und der Boden verdichtet.

## Ausheben des Erdziegels

---

Mit einem Spaten wird eine keilförmige Grube ausgehoben. Nur auf einer Seite wird sie bis zur vollen Länge des Spatenblattes vertieft. Bei der Grabtätigkeit gewinnen wir bereits erste Eindrücke über den Bodenzustand:

- Welchen Widerstand spüren wir beim Einstechen?
- Wie zerfällt die ausgehobene Erde?
- Wie viele Regenwürmer können wir beobachten?

Schließlich wird ein Erdziegel von 10 – 15 cm Dicke und 30 – 45 cm Tiefe (je nach Länge des Spatenblattes) ausgestochen und herausgehoben. Wichtig ist, dass dieser Erdziegel im Zuge der Grabarbeiten nicht zusammengedrückt und sein Profil nicht verletzt wurde. Hierzu kann ein zweiter Spaten hilfreich sein. An dem Erdziegel werden Bodenstruktur, Bodenfeuchte, Durchwurzelung, Bodenleben, Ernterückstände, Bodenfarbe und Bodengeruch untersucht.

## Bodenfeuchte

---

Um Verdichtungen zu vermeiden, sollte der Boden nur unter trockenen Bedingungen befahren werden. Ebenso ist für eine schonende Bearbeitung des Bodens und eine gute Arbeitsqualität der Feuchtigkeitsgehalt im Boden entscheidend. Die Spatenprobe bietet hier eine wertvolle und rasche Entscheidungshilfe. Dabei werden einige Erdbrocken aus verschiedenen Bodentiefen mit den Fingern zerdrückt und das Ergebnis beurteilt.

## Geruch

---

Über den Geruch des Bodens können Rückschlüsse auf den Lufthaushalt und den Abbau von organischem Material, zum Beispiel eingearbeitete Dünger und Pflanzenrückstände, gezogen werden. Der Bodengeruch ist besonders im Oberboden und bei warmen, feuchten Bedingungen ausgeprägt. Ein angenehm erdiger Geruch ist ein Zeichen guter Bodendurchlüftung, günstiger Bodenstruktur und guter Rottebedingungen im Boden. Ein übler fauliger Geruch weist dagegen auf verfaulendes organisches Material, ungenügende Durchlüftung und Bodenverdichtung hin.

## Bodenfarbe

---

Die Farbe lässt Rückschlüsse auf den Luft- und Wasserhaushalt sowie den Humusgehalt zu. Humus bringt graue bis schwarze Farbtöne in die Grundfarbe des mineralischen Bodens. Gelbe, braune und rote Farbtöne werden durch Eisenverbindungen in gut durchlüfteten Böden hervorgerufen. Blaugrüne Farbtöne entstehen bei dauernder Vernässung. Die so gefärbten Bodenschichten hemmen das Wurzelwachstum. Rostflecken und Punktkonkretionen findet man in wechsellässigen Böden.

Bei Grünlandböden sowie auf Ackerböden mit flacher Bodenbearbeitung ist der Farbübergang zwischen dem humushaltigen Oberboden und dem humusarmen Unterboden meist fließend. Bei tief gepflügten Ackerböden ist der humusreichere Bearbeitungshorizont vom humusarmen, unbearbeiteten Unterboden farblich meist scharf abgrenzbar.

## Bodengefüge

---

Das vorherrschende Bodengefüge gibt Aufschluss über Strukturstabilität, Anteil an Fein-, Mittel- und Grobporen und Verdichtungen. Es ist somit ein wichtiges Kriterium für die Durchwurzelbarkeit und Fruchtbarkeit eines Bodens. Welches Bodengefüge sich im Boden ausbildet, ist in erster Linie von folgenden Faktoren abhängig:

- Bodenart (Sand, Schluff, Ton)
- Humusgehalt
- Aktivität des Bodenlebens
- Intensität und Dauer der Durchwurzelung
- Bodenbearbeitung
- Verdichtungserscheinungen

Um die Bodengefügeform bestimmen und beurteilen zu können, ist es notwendig, den Erdziegel vorsichtig mit den Händen zu zerteilen. Gefügeformen in reiner Form bilden sich meist nur in unbearbeiteten Böden aus. In leichten bis mittleren Böden entsteht im Oberboden das optimale, meist intensiv durchwurzelte Krümelgefüge. In schweren, tonreichen Böden entsteht im Oberboden das Polyedergefüge und im Unterboden das Prismengefüge. In bearbeiteten Böden findet man hingegen häufig ein Gemisch aus Krümeln, Bröckeln und Fragmenten, deren Anteile sich von Jahr zu Jahr ändern können. Je höher der Krümelanteil, desto höher ist die Qualität solcher Mischgefüge. Minderwertige Gefügeformen (zum Beispiel Kohärentgefüge oder

Einzelkorngefüge) entstehen häufig auf besonders humusarmen, stark sandigen beziehungsweise tonigen oder schluffigen Böden.

## Verdichtung, Schichtenbildung und Wurzelwachstum

---

Die Spatenprobe gibt Auskunft über das Wurzelwachstum, den Verdichtungsgrad im Boden sowie unerwünschte Bodenschichten wie zum Beispiel Oberflächenkruste, Pflugsohle, Schmierhorizont durch Kreiselegge. Ein guter Boden zeigt dabei folgendes Bild:

- lockere (hohlraumreiche), stabile Struktur im gesamten Wurzelraum
- keine unerwünschten Bodenschichten
- hohe Wurzelmasse (auch abhängig von Kultur und Beprobungszeitpunkt)
- gleichmäßige Durchwurzelung
- keine Missbildungen bei Wurzeln

Die Untersuchung des Erdziegels erfolgt mit dem Auge, durch Tasten und Herausbrechen von Erdmaterial beziehungsweise mit Hilfe der Abwurfprobe.

## Abwurfprobe

---

Bei der Abwurfprobe wird der Spaten mit dem Bodenblock aus etwa 1 m Höhe durch ruckartiges Wegziehen des Spatens auf einen festen Untergrund fallen gelassen. Zerfällt der Bodenblock in nur wenige große Klumpen, ist dies ein Hinweis auf Verdichtungen. Durch die Art wie der Bodenblock zerfällt, können auch Aussagen über die Gefügeform, Bodenart, Durchwurzelung, unerwünschte Bodenschichten usw. getroffen werden.

Der Grad der Verdichtung kann anhand des Wurzelwachstums und der Bruchlinien festgestellt werden, die beim Auseinanderbrechen des Bodens entstehen:

- Verdichtungen ersten Grades: bröckeliger Bruch, mäßig durchwurzelt, Haarwurzeln klein gewellt
- Verdichtungen zweiten Grades: scholliger Bruch, Wurzeln vorwiegend an den Bruchflächen oder in Wurmkanälen, sonst spärlich durchwurzelt
- Verdichtungen dritten Grades: sehr dicht, bricht in horizontale Platten oder Tafeln, an den Bruchflächen horizontale Wurzelbildung, senkrechter Wurzelverlauf nur vereinzelt, Wurzeln abgeplattet und nicht rund

Der Zusammenhang zwischen den einzelnen Bodenschichten – Bearbeitungshorizont, Unterboden, Pflugsohlen, Oberflächenkrusten usw. – und dem Wurzelverlauf sowie eventueller Wurzelmissbildungen

kann auch im Aushubloch, am verbliebenen Bodenprofil, gut erkannt und mit Hilfe eines Taschenmessers herausgearbeitet werden. Neben den abgebildeten Wurzelmissbildungen können auch fehlende Knöllchen bei Leguminosenwurzeln ein Hinweis auf Luftmangel und Bodenverdichtung sein.

## Abbau von organischem Material

---

Durch die Spatenprobe können unverrottete Schichten von organischem Material wie zum Beispiel Stroh oder Mist zutage treten. Daraus lassen sich Rückschlüsse auf die biologische Aktivität des Bodens schließen. Im Allgemeinen sollten Ernterückstände bis zum Sommer des Folgejahres abgebaut werden. Gründüngung wird schneller abgebaut als Mist, Getreidestroh oder Maisstoppeln. Wenn eingearbeitete Ernterückstände beziehungsweise organische Dünger noch nach Jahren im Boden vorgefunden werden, so kann es dafür mehrere Gründe geben:

- schlechte Bodendurchlüftung aufgrund von Bodenverdichtung beziehungsweise zeitweiliger Vernässung
- ungleichmäßige Verteilung des organischen Materials im Boden, zum Beispiel Mist- oder Strohmattätze durch Einpflügen
- zu tiefes „Vergraben“ von frischem, organischem Material

## Regenwurm-Aktivität

---

Die Aktivität der Regenwürmer lässt sich vor allem im Frühling und Herbst durch die Anzahl an Kothaufen und von zusammengezogenen Pflanzenrückständen - zum Beispiel Stroh- auf der Bodenoberfläche beurteilen. Sie lässt sich auch anhand der Anzahl an Regenwurmröhren auf der Unterseite des Bodenblocks abschätzen. Eine hohe Regenwurm-Aktivität deutet auf ein intaktes Bodenleben hin und bringt viele Vorteile für den Boden:

- höhere Bodenoberflächenstabilität dank der Kothaufen Schutz vor Erosion und Verschlammung

- Regenwurmröhren fördern die Versickerung von Niederschlägen, verbessern die Bodendurchlüftung, dienen als Leitbahnen für Wurzeln bis in den Unterboden, sind Lebensraum für andere Bodenlebewesen und erhöhen die Stabilität der Bodenstruktur
- rascher Abbau von organischem Material
- natürliche Düngung des Bodens mit wertvollem Regenwurmkot

Regenwürmer können verstärkt durch konservierende Bodenbearbeitung, Feldfutteranbau, Mulchdecken, organische Dünger und Ernterückstände gefördert werden.

## Erweiterte Spatenprobe

---

In der folgenden Ergänzung wird eine um Punktzahlen erweiterte Version der Spatenprobe beschrieben, die eine Vergleichbarkeit der Beurteilungen ermöglicht. Diese wurde von Dr. Gernot Bodner (Universität für Bodenkultur) entwickelt und dankenswerterweise zur Verfügung gestellt.

### **Benötigtes Material:**

- ✓ Spaten
- ✓ Plastikwanne
- ✓ (Helle) Plastikplane
- ✓ Maßband
- ✓ Messer

### **Vorgehen:**

- Schritt 1: Beurteilung des Oberbodens (A-Horizont) an einer Spatenprobe. Dies folgt dem Visual Soil Assessment (VSA) und Visual Evaluation of Soil Structure (VESS).
- Schritt 2: Zustandsaufnahme der Bodenoberfläche
- Schritt 3: Beurteilung der Durchwurzelung und Verdichtung über das gesamte Bodenprofil.
- Schritt 4: Versuche zur Feststellung der Aggregatstabilität und Regenverdaulichkeit

Die Ergebnisse werden in die Tabelle im Anhang eingetragen.

### **Bodenstruktur**

---

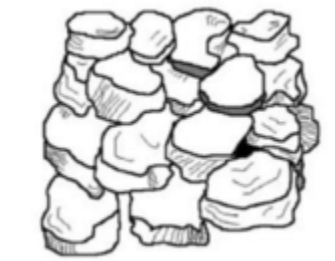
Der Bodenziegel (Spatentiefe) wird mit dem Spaten entnommen. (Vor dem Ziegel eine Grube ausheben, Seitenwände und Rückwand abstechen, dann ausheben). Die Vorderseite wird zuerst auf Vorliegen von Plattengefüge und die Durchwurzelung angesehen. Dann wird der Bodenziegel 3 Mal von ca. 1 Meter Höhe auf eine feste Unterlage (Plastikwanne) fallen gelassen.

Danach sortiert man die die Fragmente nach der Größe, um sie weiter zu beurteilen. Die Beurteilung sollte bei „erdfrischem“ Boden durchgeführt werden (nicht zu trocken, nicht nass). Besonders Regenwürmer lassen sich sinnvoll nur bei ausreichend feuchtem Boden beurteilen. Negative Farbmerkmale sind im Feuchtgebiet ein geeigneteres Beurteilungsmerkmal als im Trockengebiet.



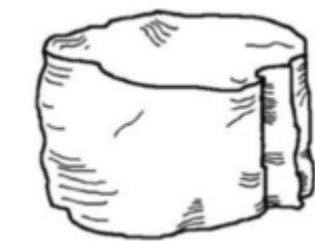
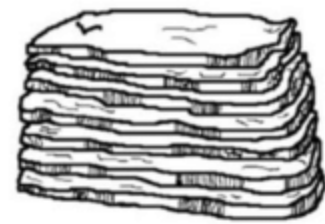
Beispiele für Formen der Bodenstruktur und von Aggregaten, die am Bodenziegel und nach dem Abwurfstest beobachtet werden können.

(1) Abgerundete kleine (1- 5 mm) Krümel: Hinweis auf biologisches Aufbaugesü.



(2) Aggregate sind eher scharfkantige Polyeder: Hinweis auf Strukturbildung durch Schrumpfen und Wellen (meist bei tonreicheren Böden).

(3) Gefüge mit horizontal ausgerichteten Platten: Hinweis auf Gefügeschaden, der Austausch (Wasserinfiltration, Luftaustausch) und Wurzelwachstum erschweren kann. z.B. bei langjährig gleicher Bodenbearbeitungstiefe/-methode.



(4) Kompakte Struktur mit kaum Aggregaten: Der Boden ist wenig strukturiert und dichtgelagert. Folge der Absetzung des Bodens v.a. bei geringen Tongehalten und wenig Durchwurzelung; verstärkt durch Zusammendrücken des Bodens bei Befahren/Bearbeitung im feuchten Zustand.

## Bodenoberfläche

---

- Oberfläche verschlämmt und verkrustet (a): Hinweis auf geringe Krümelstabilität, übermäßige mechanische Zerschlagung der Aggregate und fehlenden Schutz durch Erntereste.
- Oberfläche gut gekrümelt und locker (b): Zeigt gute Aggregatstabilität und/oder Schutz der Bodenoberfläche durch Mulch. Regenwurmlosung sichtbar.

- Urteil:
  - Krümeliger Oberboden mit Mulchdecke (ca. 30-50 %): ++
  - Krümeliger Oberboden mit einigen Klumpen und etwas Mulch (ca. 10-30 %): +
  - Oberboden verschlämmt und ohne Mulch: -

## Durchwurzelung und Makroporen

---

Zusätzlich zur Beurteilung der Durchwurzelung im Oberboden wird hier (bei Vorliegen einer Profilgrube) die gesamte Profiltiefe auf Durchwurzelung und (Bio)makroporen beurteilt.

Durchwurzelungsmerkmale für einen gut strukturierten fruchtbaren Boden sind:

- Durchwurzelung im Oberboden gleichmäßig und dicht.
- Durchwurzelung bis in den Unterboden und ohne abrupte Abnahme.
- Boden haftet an Wurzeloberfläche (= Wurzelummantelung; vor allem bei Gräsern)

Durchwurzelungshinweise auf Bodenstrukturprobleme, die die Wurzelleistung hemmen:

- Geringe Wurzeldichte im Oberboden (b)
- Wurzelachsen sind zusammengequetscht (c)
- Horizontale Abbiegen der Wurzeln und/oder abruptes Ende der Durchwurzelung
- Keine Durchwurzelung im Unterboden.
- Urteil:
  - Dichte Durchwurzelung bis in den Unterboden: ++
  - Mittlere Durchwurzelung, einzelne Wurzelachsen im Unterboden: +
  - Gequetschte Wurzeln, abrupter Abbruch, keine Wurzeln im Unterboden: -

Makroporen:

- Gute Unterbodenerschließung: Grobe Porenkanäle von Regenwürmern und/oder alten Wurzeln mit darin wachsenden frischen Wurzeln sind im Profil sichtbar. Die Wurzeln in Bioporen zeigen viele Wurzelhaare und bilden feine Seitenwurzeln in den Boden.
- Schlechte Unterbodenerschließung: Dichter Boden mit Grobporen nur in Form von (Schrumpf)rissen, die wenig/nicht durchwurzelt sind. Die Poren haben keine Verbindung zum Unterboden.

- Urteil:
  - Bioporen im Unterboden: +
  - Rissiger Oberboden und keine Makroporen in den Unterboden: -

## Verdichtung

---

Die Verdichtung wird durch den Widerstand beim Einstechen eines Messers entlang der Profilwand überprüft. Starker Widerstand ist ein Hinweis auf Verdichtung, die das Eindringen der Wurzel erschwert. Der Widerstand ist bei trockenem Boden immer höher und nimmt meist mit der Tiefe zu. Dichte Schichten können aus der Bodenbildung (z.B. Tonanreicherung) als auch von Management-Schadverdichtungen kommen.

Urteil:

- Locker: zerfällt bzw. Messer leicht ganz eindrückbar): ++
- Verfestigt (Messer nur ca. 1-2 cm eindrückbar): +
- Verdichtet (Messer kaum/nur mit Gewalt eindrückbar)

## Matten

---

Auch nicht verrottetes organisches Material kann den Wurzeldurchtritt erschweren und weist auf unzureichendes Bodenleben hin. Organische Rückstände sind schlecht verteilt und bilden eine Matte im Boden. Sie sind wenig verrottet (Geruch) und können für das Wurzelwachstum eine Barriere bilden.

Gleichmäßige Verteilung und gute Verrottung der Erntereste zeigt einen aktiven Boden an, in dem die Mikroorganismen ein geeignetes Milieu (Sauerstoff, Feuchte, pH) vorfinden, um das organische Material abzubauen. Erntereste an der Bodenoberfläche wirken als schützender Mulch.

Urteil:

- Gut verteilte Erntereste: +
- Mattenbildung: -

## **Quellen:**

Bio Austria (Hrsg.) (2021). Bodenhandbuch Ackerbau.

Bodner, Gernot (2019). Bodenfruchtbarkeit erkennen. Merkmale und Versuche zur Bestimmung von Bodeneigenschaften und Bodenfunktionen im Feld. Department für Nutzpflanzenwissenschaften, Universität für Bodenkultur.

VSA: T.G. Shepherd (2008): VISUAL SOIL ASSESSMENT (VSA). Field Guides:  
<http://www.fao.org/3/i0007e/i0007e00.htm>

VESS: B.C. Ball, T. Batey, L.J. Munkholm (2007). Field assessment of soil structural quality—a development of the Peerlkamp test. Soil use and Management, 23(4), 329-337. [https://www.sruc.ac.uk/info/120625/visual\\_evaluation\\_of\\_soil\\_structure](https://www.sruc.ac.uk/info/120625/visual_evaluation_of_soil_structure)

## Anhang

Tabelle 2. Kriterien für die Beurteilung der Spatenprobe

| Kriterium                             | 2 Punkte  | 1 Punkt   | 0 Punkte   | Gewichtung | Gesamtpunkte |
|---------------------------------------|---|---|--|------------|--------------|
| <b>Größenverteilung der Aggregate</b> | Gleichmäßig kleine Aggregate (< ca. 5 mm)                       | Gemisch aus einigen Klumpen (7-10 cm) und feineren Aggregaten                                 | Sehr inhomogen mit vielen Klumpen >10 cm Struktur plattig                        | 3          |              |
| <b>Form der Einzelaggregate</b>       | Aggregate gerundet, von Wurzeln vernetzt und leicht zerdrückbar | Gerundete bis kantige Aggregate, etwas schwerer zerdrückbar, keine sichtbare Wurzelvernetzung | Aggregate sehr fest, mit scharfen Kanten und schwer zwischen Fingern zerdrückbar | 3          |              |
| <b>Porosität der Aggregate</b>        | Hohe Porosität  | Ungleichmäßig verteilte (Makro)Poren  | Massiv und kompakt   | 3          |              |
| <b>Durchwurzelung</b>                 | Gleichmäßig   | Verstärkt in einzelnen Makroporen   | Nur in Rissen oder nicht vorhanden   | 3          |              |
| <b>Regenwürmer</b>                    | >8  | 4 - 8   | 4  | 2          |              |
| <b>Farb-Fleckigkeit</b>               | Einheitlich braune Humusfarbe                                   | Einzelne, kleine grau-orange Flecken  | Blaufleckigkeit, Modergeruch   | 1          |              |