

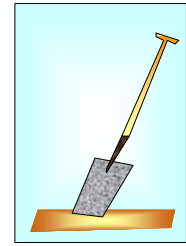
Beurteilung der Bodenstruktur durch Spatendiagnose

Zweck: Beurteilung der Bodenstruktur im Hauptwurzelraum (Krume)

Eignung: für ackerbaulich genutzte Mineralböden

Prinzip:

- Entnahme spatenblattgroßer Bodenblöcke von 15 cm Dicke
- bei schwach bis mäßig feuchten Böden
- Beurteilung mit Note 1 – 5



Geräte:

- Spaten
- Taschenmesser
- Plane weiß oder Brett
- eventuell 2 Spaten oder Brettchen zum Gegenhalten bei Ausheben des Bodenblockes!
- Meterstab
- Beurteilungsschema

Stärken:	Schwächen:
<ul style="list-style-type: none"> - zeitsparend - platzsparend - direkter Vergleich guter und schlechter Stellen möglich - geeignet für viele einfache Fragen z.B. ist Boden zum Pflügen genug abgetrocknet? 	<ul style="list-style-type: none"> - Punktuelle Untersuchung - Bewertung von Probenahmen abhängig - Tiefe begrenzt - keine Eignung Moorböden, Grünland

1. Auswahl des Standortes

der Schlag oder die Teilfläche repräsentierend

2. Bodenart feststellen

(ist nicht unbedingt Teil der Spatendiagnose, dient aber der weiteren Beurteilung, wenn die Bodenart nicht bekannt ist)

Fühlprobe für mineralische Böden:

Vorgehen:						
Zerreiben zwischen den Fingern, Haftung an Fingern	Formen	Ausrollen	Bodenart-gruppe	Körnung		Tongehalt %
Beobachtung / Ergebnis:						
deutlich körnig, nicht klebrig	schlecht bis mäßig zusammenballbar	Durchmesser des Röllchens größer als 7 mm	leichter Boden	S	Sand	0 – 5
				Sl	anlehmiger Sand	5 - 12
körnig bis mehlig wenig klebrig, nicht beschmutzend, raue Gleitfläche	mäßig bis gut zusammenballbar	Durchmesser des Röllchens 7mm – 2 mm	mittlerer Boden	LS	lehmiger Sand	12 – 17
				SL	stark lehmiger Sand	17 - 25
				sL	sandiger Lehm	
nicht körnig, deutlich klebrig, beschmutzend, glänzende Gleitfläche	gut bis sehr gut zusammenballbar	Durchmesser des Röllchens kleiner als 2 mm	schwerer Boden	L	Lehm	25 – 45
				LT	schwerer Lehm	45 – 65
				T	Ton	> 65
Schluffböden „U“ (> 50 % Schluff) mit weniger als 10 % Ton passen nicht in das Schema, sie fühlen sich in nassem Zustand seifig und im trockenen Zustand mehlig an.						

3. Oberflächenzustand nach Schema beurteilen

4. Aufgaben der Bodenkrume

- Spaten senkrecht bis zum Schaft einstechen
- tiefenabhängige Unterschiede des Bodenwiderstandes registrieren
- Spatenstiel nach hinten ziehen und den Boden aufbrechen (Hebeln)
 ⇒ Je breiter und grobscholliger der Aufbruch ist, umso ungünstiger ist die Bodenstruktur zu bewerten.
- Grube ausräumen, senkrecht abstechen
- Seitlich einritzen und Bodenblock von 15 cm Dicke entnehmen
- Spaten und Bodenblock waagrecht ablegen (evtl. Blöcke)

Beurteilung des Verfestigungsgrades und Hinweise für mäßig feuchte Böden:	
günstig	geringer Kraftaufwand, Aufbruchbreite ≤ doppelte Spatenbreite (meist überwiegend Bröckel- und Krumenstruktur)
mittel	mittlerer Kraftaufwand, Aufbruchbreite 2 – 4-fache Spatenbreite (meist überwiegend Bröckel- und Polyederstruktur)
ungünstig	sehr hoher Kraftaufwand, Aufbruchbreite ≥ 4-fach Spatenbreite (meist vorwiegend Klumpenstruktur)

Beurteilungsschema

5. Tiefen ermitteln

Die Bewertung erfolgt in den Tiefen, die ja nach Schichtung, Struktur erkennbar sind oder in praxisrelevanten Tiefen (z. B. Oberfläche bis 2 cm *OF*, Oberkrume oder Saathorizont bei 10 cm *OK*, Unterkrume bis 25 cm *UM*, Krumenbasis bis 30 cm *KB*).

Mit der Spitze eines Taschenmessers den Block von der Oberkrume bis zur Krumenbasis ritzen und auf Widerstände achten.

6. Feuchte ermitteln

Feuchte	Beschreibung	Konsequenz
trocken	der Boden ist hart, Erdbrocken können nur mit Mühe auseinander gebrochen werden	<ul style="list-style-type: none"> • keine Spatendiagnose möglich • Bearbeitung unterlassen (Bodenertrümmerung, Energieaufwand hoch) • Befahren ideal, da Boden tragfähig ist
frisch bis feucht	der Boden ist brüchig, Erdbrocken zerbröseln zwischen den Fingern beim Drücken	<ul style="list-style-type: none"> • für Spatendiagnose ideal • Bearbeitung ideal möglich • befahren möglich, je feuchter der Boden ist, sollte man aber auf Reifenbreite und Lasten achten
sehr feucht bis nass	der Boden ist plastisch, knetbar bis breiig	<ul style="list-style-type: none"> • keine Spatendiagnose möglich • Bearbeitung und Befahren unterlassen (Verdichtung, Spuren)

7. Gefügeformen beurteilen

Krümeln haben eine runde Form und einen Durchmesser von 1 – 10 mm. Bricht man sie auf, so sind sie innen porös. Krümeln haben eine deutliche Humushülle. Man findet sie in leichten bis mittelschweren Böden mit sehr guter Bodenstruktur.

Bröckeln haben abgerundete Kanten und einen Durchmesser bis 50 mm. Bröckeln entstehen durch Bodenbearbeitung. Bricht man Bröckeln auf, so sind die Bruchkanten rau. Sie kommen in leichten bis mittelschweren Ackerböden vor.

Polyeder entstehen durch Quellen und Schrumpfen in tonreichen Böden. Sie sind durch scharfe Kanten und geringen Porenanteil gekennzeichnet. Kleine Polyeder in Tonböden sind ein Zeichen guter Struktur. Übergangsformen zu Krümeln bezeichnet man als Subpolyeder.

Platten entstehen durch Pressungen, vor allem bei wiederholtem schnellem Wechsel von Belastungen (Fahrspuren, Pflugsohlen). Die Dicke der Platten beträgt 1 – 50 mm.

Kohärent heißt, dass die Primärteilchen durch Kohäsionskräfte zusammengehalten werden und eine ungegliederte Masse bilden. Das kommt vor allem in Schluff-, Lehm- und Tonböden, jedoch meist im Unterboden vor (schlechte Gefügeform).

Einzelkorngefüge bedeutet eine lose Ansammlung von Sand- bzw. Schluffteilchen ohne Gröb- und Bioporen. Bei hohem Sandgehalt und geringem Humusgehalt ist es die beste Gefügeform.

8. Makroporen beurteilen

Zu den Makroporen zählen:

- Gröbtporen > 50 µm
- Biogänge von Regenwürmern
- Höhlen, Klüfte, Schwundrisse = überkapillare Hohlräume

Information - Normales Porenvolumen von Böden:

	Gesamt %	Grobporen %
Sand	35 – 48	20 – 40
Schluff	38 – 53	5 – 25
Ton	45 – 61	3 - 13

Der Anteil von Grobporen nimmt mit größerer Bodentiefe zu, im Bearbeitungshorizont dagegen zugunsten von Mittel- und Feinporen ab.

9. Durchwurzelung beurteilen

Kriterien: Homogenität der Wurzelentwicklung, Wurzeldichte, Wurzellänge, Wurzelgesundheit, Knickwurzeln, Knöllchenbesatz bei Leguminosen

Zur Beurteilung ist die Kenntnis der normalen Bewurzelung der Pflanze in ihrem Entwicklungsstadium wichtig.

Wurzelmissbildungen sind verdickte, stark behaarte Wurzeln, Wurzeln mit Fischgrätenmuster, abgewinkelte, eingeschnürte, glatte, drahtförmige Wurzeln.

10. Ernterückstände

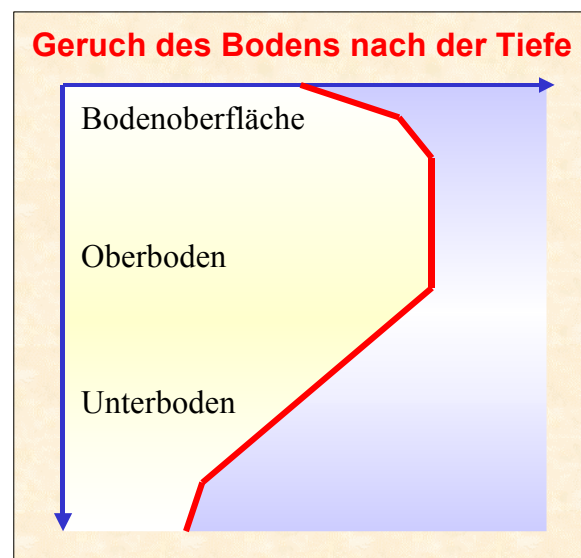
Der Abbau von organischem Material wird anhand der Menge, der Verteilung und des Abbaugrades der Ernterückstände beurteilt.

Menge: Im allgemeinen sollten Ernterückstände vom Vorjahr bis zum Sommer des nachfolgenden Jahres abgebaut werden. Dabei wird Gründüngung schneller abgebaut als Mist, Getreidestroh oder Maisstoppeln.

Abbaugrad: Ist der Boden während längerer Zeit wassergesättigt und deshalb schlecht durchlüftet, verfault das organische Material wegen Sauerstoffmangel, statt zu verrotten. Ungleichmäßige **Verteilung**, ungenügende Zerkleinerung und zu tiefes Einarbeiten können zu Verzögerung des Abbaus führen.

11. Geruch

Vom Geruch an einer frisch aufgebrochenen Erdprobe können Sie Rückschlüsse auf den Lufthaushalt und den Abbau des organischen Materials ziehen. Ein angenehmer erdiger Geruch ist ein Zeichen guter Durchlüftung: Abgestorbenes organisches Material verrottet, die Bodenstruktur ist meist günstig. Ein übler, fauliger Geruch weist dagegen auf ungenügende Durchlüftung hin: Abgestorbenes organisches Material verfault, dies ist ein Indiz für Bodenverdichtung. Im Oberboden ist der Geruch wesentlich ausgeprägter als im Unterboden (siehe Abb.). Besonders intensiv ist es in warmen feuchten Böden und in Gegenwart von leicht abbaubarem organischem Material.



12. Färbung

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

13. Abwurfprobe

Den Spaten mit dem Bodenblock auf ungefähr 1 m über der Bodenoberfläche anheben, waagrecht halten und den Bodenblock durch ruckartiges Zurückziehen des Spatens auf eine feste Unterlage (festgetretene Erde, Plane, Brett) fallen lassen. Anhand der Zerteilung des auf die Unterlage aufprallenden Bodenblockes, können die Gefügestruktur, Porung und die Verfestigung überprüft werden. Der Verfestigungsgrad wird jetzt ermittelt und mit dem Eindringwiderstand verglichen (siehe Aufgraben der Bodenkrume).

Hilfsschema zur Kennzeichnung und Bewertung des Verfestigungsgrades von Böden:

Verhalten des Bodenblockes bei der Fallprobe	Bezeichnung	Kurzzeichen ¹⁾
zerfällt schon bei der Entnahme überwiegend in Aggregate	sehr lose (sehr schwach verfestigt)	Vf 1
zerfällt beim Aufprall in zahlreiche Bruchstücke oder in seine Einzeile	lose (schwach verfestigt)	Vf 2
zerfällt beim Aufprall in wenige Bruchstücke, die von Hand weiter aufgeteilt werden können	mittel (mittel verfestigt)	Vf 3
zerfällt beim Aufprall in wenige Bruchstücke, die von Hand nicht oder nur schwer aufgeteilt werden können	fest (stark verfestigt)	Vf 4
zerfällt beim Aufprall kaum	sehr fest (sehr stark verfestigt)	Vf 5

¹⁾ Die im Kurzzeichen enthaltene Zahl entspricht in der Regel der jeweiligen Wertnote. Bei schwach verfestigten Sandböden mit überwiegend Einzelkorngefüge (Vf1 bzw. Vf2) ist abweichend davon die Wertnote 3 einzusetzen, da Einzelkorngefüge trotz Lockerheit außer bei Sanden nicht zu den günstigen Gefügestufen gehört.

14. Bewertung

Bewertungsschema:

Kennzeichnung	sehr günstig	günstig	mäßig günstig	ungünstig	sehr ungünstig
Note	1	2	3	4	5
Spanne	1,0 – 1,4	1,5 – 2,4	2,5 – 3,4	3,5 – 4,4	4,4 – 5,0

Je Anteil z. B. von Krümeln und Bröckeln, werden die Noten schon als Berechnung eingetragen- ein Beispiel:

Anteil/Kennzeichnung	Kriterium, hier Gefüge	Note	Notenteil
30 % / -	Krümel	1	0,3
70 % / +	Bröckel	2	1,4
Formnote für das Gefüge einer Schicht			1,7

Die Beurteilung kann durch Anteile (%) oder + / 0 / - erfolgen.

Statt die Gesamtnote zu mitteln, erscheint gewichtetes Mittel nach der Mächtigkeit sinnvoll, besonders wenn die Schichtdicken stark differenzieren.

Die Gesamt-**Strukturnote** ergibt sich als Mittel der Noten für den Oberflächenzustand bis zur Färbung und Geruch.

Quellen:

- VDLUFA Methodenbuch Band I „Die Untersuchung von Böden“, Vierte Auflage, 1997, Darmstadt
- Hasinger, Gerhard, 1993: „Bodenbeurteilung im Feld“, FIBL, Oberwil, Schweiz
- Schäffer, Schachtschabel: „Lehrbuch der Bodenkunde“, 1984, Enke-Verlag Stuttgart
- Schulze, R., Schweiger, Dr. P., 1999 „Wirkung der Bodenbearbeitung auf Bodeneigenschaften (Spatendiagnose)“, Infodienst und Landinfo 2/1999

Spatendiagnose

Kurzübersicht fürs Feld:

Was ist wann zu tun?

- 1. Auswahl des Standortes**
- 2. Bodenart feststellen (bei Bedarf)**
- 3. Oberflächenzustand beurteilen**
- 4. Aufgaben der Bodenkrume**
- 5. Tiefen ermitteln**
- 6. Feuchte ermitteln**
- 7. Gefügestufen beurteilen**
- 8. Makroporen beurteilen**
- 9. Durchwurzelung beurteilen**
- 10. Ernterückstände beurteilen**
- 11. Geruch beurteilen**
- 12. Färbung beurteilen**
- 13. Abwurfprobe**
- 14. Bewertung**