



Bilder: Andrea Beste

Das Aggregat links hat die Beschaffenheit von dicht gepresstem Ton. Verdichtete Böden haben in der Krume oft nur 20 Prozent der Wasserspeicherkapazität, die sie in optimal gelockertem Zustand haben könnten. Eine schonende Lockerung sowie vielfältige Fruchtfolge und Begleitvegetation bewirken eine krümelige Schwammstruktur (rechts). Das Bodenleben findet in den durchporteten Böden optimale Verhältnisse vor.

Wie stabil sind die Bodenaggregate?

PRAXISNAH Ein einfacher Test liefert Informationen über den Zustand des Bodengefüges und der Bodenfunktionen. Was es dazu braucht, wie Landwirte und Landwirtinnen vorgehen sollten und warum der Zeitpunkt perfekt ist, wenn der letzte Frost vorbei ist, erklärt Dr. Andrea Beste.

Die Zunahme von verheerenden Flutkatastrophen auf der einen sowie Ernteausfällen aufgrund von Dürre auf der anderen Seite, die verminderte Grundwasserqualität und die fortschreitende Bodenerosion sind heute viel diskutierte Probleme. Es werden hohe Investitionen in technische Bauten, Renaturierung, Erosionsschutz und eine aufwendige Wasseraufbereitung getätigt.

Genauso wichtig ist es, die verminderte Wasseraufnahme-, Speicher- und Filterfähigkeit unserer land- und forstwirtschaftlich intensiv genutzten Böden zu behandeln. 23 Prozent der Böden in Europa sind im Unterboden stark verdichtet und deutlich mehr Flächen zeigen eine schleichende Krumenverdichtung aufgrund von Humusverlust.

Für eine Beurteilung der ökologischen Funktionsfähigkeit sowie der Belastbarkeit von Böden stehen inzwischen viele wissenschaftliche Untersuchungen zur Auswahl. Dabei geht es um den Wasserkreislauf, die natürliche und unterstützte Nährstoffversorgung, die Bodenstruktur und die Belebtheit des Bodens. Je nach Fragestellung können sie wichtige Informationen liefern. Die Tests sind aber zum Teil sehr aufwendig und abhängig von teuren und sensiblen Laborgeräten. Was es

braucht, sind Methoden zur Bodenuntersuchung, die Praktikerinnen und Praktiker selbst anwenden können.

Die bewährte Spatendiagnose

Den unmittelbarsten Eindruck vom Zustand eines Bodens gibt nach wie vor die direkte Betrachtung des Bodengefügezustandes. Wichtige andere, auf unterschiedliche Art messbare Parameter, wie Wasserhaushalt, Nährstoffweitergabe und Stabilität, hängen eng mit dem Zustand des Gefüges zusammen. Die Spatendiagnose ist seit fast 100 Jahren die einfachste Technik.

Dabei wird ein Bodenziegel mit dem Spaten direkt aus der Ackerkrume ausgegraben und unmittelbar auf den Zustand des Gefüges – ist es locker, mittel oder fest – und eventuell vorhandene Horizonte untersucht. Auch weitere Parameter wie die Bodenfeuchte – von trocken, weniger feucht, sehr feucht bis hin zu nass – und das Wurzelwachstum spielen eine Rolle.

Eine Gefügebonitur

Die Gefügebonitur nach Beste liefert Soll- und Ist-Werte, auf einzelne Bodenarten bezogen. Für den Zustand des Gefüges

werden Noten vergeben, wie in der Tabelle rechts für lehmige Böden dargestellt. Die Note 1 beschreibt einen Negativzustand, 5 steht für den Optimalzustand. Die Entscheidung, welche Maßnahmen es zum Gefügebau braucht, wird erleichtert. Der Erfolg dieser Maßnahmen lässt sich immer wieder durch die Untersuchung der aktuellen Bodengegebenheiten überprüfen. Es empfiehlt sich eine Kombination mit dem Test der Aggregatstabilität.

Nicht nach der Bodenbearbeitung

Eine kurze Beurteilung des Bodenzustands ist vor jeder Bodenbearbeitung sinnvoll. Kurz nach der Bodenbearbeitung lässt sich zwar eine gute oder schlechte Arbeit der Technik überprüfen, diese überlagert aber sämtliche anderen Faktoren des Ökosystems, die mit der Beurteilung erfasst werden sollen. Wann macht die Untersuchung Sinn?

Bei Getreideflächen, Rüben und Kartoffeln etwa drei Wochen vor der Ernte, bei Feldfutterflächen kurz vor dem zweiten Schnitt, auf Dauergrünland und Grünbracheflächen ist der Test zwischen Juni und September sinnvoll. Auf Zwischenfrucht- und Gründungsflächen kann die Probe schon jetzt für Ende September oder Anfang Oktober eingeplant werden, auf Rebflächen ist sie im Mai und Juni sinnvoll. Die Bodenfeuchte ist ein begrenzender Faktor für die Untersuchung:

→ Ein trockener Boden ist hart; Erdbrocken können nur mit Mühe auseinandergebrochen werden. Dann ist keine Gefügebeurteilung möglich.

→ Ein frischer bis feuchter Boden ist brüchig. Die Erdbrocken zerbröseln zwischen den Fingern beim Drücken. Dieser Boden ist für eine Gefügebeurteilung ideal.

→ Ist der Boden sehr feucht bis nass, ist keine Gefügebeurteilung möglich. Der Boden ist plastisch, knetbar bis breiig.

Nicht nur die sichtbare Ausprägung der Gefügequalität ist wichtig. Es ist von großer Bedeutung, ob der Boden bei Starkregen erosionsanfällig oder stabil ist. Die Stabilität des Gefüges, beziehungsweise seiner Aggregate, lässt sich optisch nicht überprüfen. Daher gehört zu einer umfassenden Beurteilung des Gefügezustands auch die Messung der Aggregatstabilität. Dabei werden Bodenkrümel in Millimetergröße ausgesiebt und dann mit Wasser benetzt.

Das Material für den Aggregatstabilitätstest

- Ein Messer
- Je ein luftdicht verschließbarer, nummerierter Behälter (zum Beispiel eine Gefrierdose) für jede zu beurteilende Bodentiefe – die Oberfläche, Oberkrume, Unterkrume und den Unterboden
- Ein Sieb mit einer Maschenweite von etwa drei bis fünf Millimetern (zum Beispiel ein Salatschlag oder grobes Nudelsieb)

- Ein Blatt Papier zum Verteilen des Siebgutes
- Ein Liter Wasser
- Pinzette, Pipette
- Schälchen mit 20 Vertiefungen (zum Beispiel ein Eiswürfelbehälter, weiß)
- das Boniturschema für den Aggregatstabilitätstest

Der Ablauf

1 Nach der Gefügebonitur werden die Proben vorsichtig aus den einzelnen Horizonten herauspräpariert – dabei nicht quetschen oder drücken – und in die luftdichten Behälter gegeben. Generell besteht die Tendenz der Bodenteilchen, bei zunehmender Feuchte leichter zu zerfallen. Eine Notiz zur Bodenfeuchte im Probenahmeprotokoll ist für die spätere Interpretation hilfreich. Für diesen Verschlammungstest nach Beste werden die Bodenteilchen bei aktueller Bodenfeuchte – so wie sie aus dem Feld geholt wurden – abgesiebt. Trocknet man sie, verändern sich stark die biologischen Verklebungsmechanismen. Deshalb ist eine längere Lagerung von mehr als zwei Tagen zu vermeiden.

Nach dem Aussieben sollten Teilchen zwischen drei und höchstens sieben Millimetern zur Verfügung stehen. Sind die Aggregate kleiner als drei Millimetern stehen chemische Verkittungsmechanismen im Vordergrund. Da aber biologische Stabilisierungsmechanismen wie Pilzfäden, Bakterienausscheidungen, Feinwurzeln und Wurzelausscheidungen überprüft werden sollen und diese mit der Größe der Teilchen zunehmen, sind größere Teilchen zu bevorzugen.

2 Mit der Pinzette werden nun 20 Aggregate in einen oder mehrere Verschlammungsbehälter überführt. Um ein klares Verschlammungsbild zu bekommen, ist es wichtig, dass jedes Aggregat seine eigene Vertiefung hat und gut erkennbar ist. Daher sind weiße Eiswürfelbehälter empfehlenswert. Unter Umständen kann auch eine Lupe hilfreich sein.

3 Nun wird jedes Aggregat in seiner Vertiefung mithilfe der Pipette mit Wasser überstaut. Um eine Zerstörung zu vermeiden, lässt man das Wasser langsam vom Rand her in die

Vertiefungen fließen, nicht auf die Bodenteilchen tropfen. Sie sollten mit Wasser bedeckt sein.

4 Nach einer Minute „Einwirkzeit“ wird mit einem Finger vorsichtig an den Behälter geklopft, um die Aggregatbruchstücke zu verteilen und das charakteristische Verschlammungsbild erkennen zu können. Anhand des passenden Boniturschemas für Sand, Lehm oder Ton werden den Verschlammungsbildern nun Noten zugeordnet – siehe Tab. 1.

Die Art des Zerfalls wird anhand des folgenden Prinzips ermittelt, was zur Not auch ohne Boniturschema geht:

- Aggregat zerfällt nicht oder nur in wenige große Bruchstücke, Wasser klar: Note 2
- Aggregat zerfällt in mehrere kleine Bruchstücke, Wasser noch klar: Note 1
- Aggregat zerfällt ganz, Wasser getrübt: Note 0

Stabilität berechnen

Mithilfe der Noten lässt sich die erreichbare Stabilität in Prozent errechnen. 20 Bodenteilchen ergäben beispielsweise bei voller



Bild: Anna Schmitz

Der Test Schritt für Schritt im Video

Bei einem Feldtag im vergangenen Sommer erklärte Fachreferent Jan-Hendrik Cropp die verschiedenen Schritte des Aggregatstabilitätstests. Wichtig sei laut Andrea Bestes Theorie, dass die gesiebten Krümel eine bestimmte Größe hätten – zwischen drei und höchstens sieben Millimetern. Dadurch könne eine Aussage darüber getroffen werden, ob die Krümel über biologische Stabilität verbaut wurden. Cropp betonte, dass es neben Bestes Ansatz auch noch andere gebe. Das Video gibt es auf dem Instagramkanal von wirlandwirten zu sehen unter: www.kurzelinks.de/eb5x atz

Tab. 1: Gefügebonitur für lehmige Böden*

Horizont	Erscheinungsbild	Gefügenote
	Oberfläche rau, Einzelaggregate erkennbar, nicht plattig, Wurm Kot, keine Verschlammung, keine Krusten	5
	- Übergangsbereich -	4
Oberfläche 0-1 cm	Aggregate verschlammte, plattig, kaum Wurm Kot, beginnende Krustenbildung (Risse)	3
	- Übergangsbereich -	2
	Plattige Aggregate, Krusten, Risse, Verschlammung, Versiegelung	1
	Über 80% Krümelgefüge, bei hohem Tongehalt auch <u>kleine</u> Polyeder, locker, wenig Bröckel	5
	- Übergangsbereich -	4
Oberkrume 0-15 cm	Mischgefüge aus oder nach leichtem Druck Zerfall in Krümel (kl. Polyeder) und Bröckel	3
	- Übergangsbereich -	2
	Bröckel und scharfkantige Fragmente/Klumpen mit glatter Oberfläche oder ungegliedertes Gefüge, kaum Krümel	1
	Mischgefüge aus oder nach leichtem Druck Zerfall in Krümel (kl. Polyeder) und Bröckel	5
	- Übergangsbereich -	4
Unterkrume 15-30 cm	Bröckel und dichte, größere Fragmente/Klumpen mit teilw. glatten Oberflächen, unter leichtem Druck noch Zerfall	3
	- Übergangsbereich -	2
	Über 80% scharfkantige Fragmente/Klumpen, größere deutl. glatte Oberflächen, Kohärentgefüge	1
	Gut durchportetes Gefüge (auch Kohärent- bzw. ungestörtes Lößgefüge) mit rauhen Oberflächen, mittelgr. Fragmente, Zerfall in Subpolyeder	5
	- Übergangsbereich -	4
Unterboden 30-40 cm	Wenig durchportetes Gefüge, Fragmente mit größeren, deutl. glatten Flächen oder scharfkantige große Klumpen, erst bei starkem Druck Zerfall	3
	- Übergangsbereich -	2
	Große, dichte Klumpen, Plattengefüge oder kaum durchportetes Kohärentgefüge	1

*nach Andrea Beste

Stabilität (20 × Note 2) 40 Punkte. Setzt man 40 als 100 Prozent voraus und die tatsächlich erreichte Punktzahl dazu in Prozent, dann ergibt sich die prozentuale Stabilität der Probe.

Spezifische Soll- oder Richtwerte der Aggregatstabilität für unterschiedliche Böden können nicht gegeben werden. Grobe

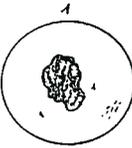
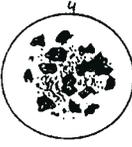
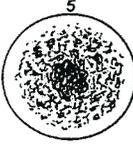
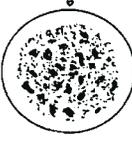
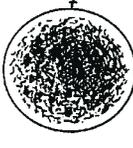
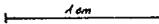
Orientierungswerte können aber hilfreich für die Einordnung sein. Es muss betont werden, dass die alleinige Prüfung der Aggregatstabilität ohne Gefügebödenur auch zu missverständlichen und im Hinblick auf die Bodenfunktionen falschen Schlussfolgerungen führen kann, da auch innere Verdich-

tungen oder ein hoher Ton- oder Kalkgehalt die Ursache der Stabilität sein können. Nur mit einer Gefügebödenur ergibt sich aus diesem Grund ein umfassendes Bild.

Eine hohe Aggregatstabilität ist im Falle einer mittleren bis hohen Gefügenote von 3 und mehr als 3 positiv zu bewerten.

Hier besteht kein Handlungsbedarf. Im Falle niedriger Gefügenoten ist eine hohe Aggregatstabilität in der Regel verdichtungs- (oder kalkungs-)bedingt und damit negativ zu bewerten. In diesem Falle empfiehlt es sich unter anderem, humus- und strukturaufbauende Maßnahmen zu ergreifen. □

Abb. 1: Verschlammungsbonitur für lehmige Böden*

stabil, Note: 2			
Verschlammungsbild (Vb) 1: stabil Vb 2: stabiles Aggregat mit wenigen kleinen Zerfallsteilchen Vb 3: Zerfall in zwei gleichgroße Teilaggregate			
halb zerfallen, Note: 1			
zerfallen, Note: 0			

*nach Andrea Beste

Buchtipp



Beste, Andrea. **Qualitative Bodenanalyse: Anleitung für Praktiker.** 9. Auflage, 2023. 35 Seiten mit farbigen Abbildungen, inklusive USB-Stick mit Beispielbildern. Preis: 24,80 Euro plus Versand. Zu bestellen unter: www.kurze-links.de/2c3z

Arbeitsgruppen zum Thema Boden

NETZWERK Landwirtinnen und Landwirte aus Österreich, Deutschland und der Schweiz tauschen sich in den AGs zur Bodenfruchtbarkeit aus. Organisiert werden sie durch die Bodensee-Stiftung und Regenerate Forum.

„Die Arbeitsgruppen geben Inspiration und Inputs für Entscheidungen, und es tut einfach gut, die Fehler der anderen nicht auch machen zu müssen“, fasst Norbert Steidle die Motivation seiner Kollegen zusammen. Er

führt den Biolandhof Steidle unter anderem mit Acker- und Grünland- sowie Mostobstbau in Obersiggingen im Deggenhausertal.

Im Nachbarort Wittenhofen trafen sich kürzlich zum ersten

Mal Landwirte aus der Schweiz, Österreich und Deutschland. Über ein Jahr hinweg werden sich die Teilnehmenden in Vernetzungstreffen rund um das Thema Bodenfruchtbarkeit austauschen.

Kollegialer Austausch

Beim Treffen im Deggenhausertal standen Michael Reber aus Gailenkirchen bei Schwäbisch Hall und Florian Reyer von der Hofgemeinschaft Heggelbach als Experten Rede und Antwort. Die Fragen an die Experten und in die Runde waren vielfältig: Sven Studer aus dem Kanton Zürich interessierte sich für Untersaaten im Gemüseanbau, Peter Grabher, der mit seiner Frau in Koblach in Vorarlberg eine Bio-Gemüsegärtnerei betreibt, beschäftigt das Thema effiziente Unkrautkontrolle, Andreas Baur aus Uhldingen will auf einer kleinen Kartoffelfläche mit Mulch experimentieren. In kol-

legialer Atmosphäre tauschten die Landwirte jeweils Erfahrungen, Vor- und Nachteile und mögliche Lösungen aus.

„Die Boden-AGs leben von der Vielfalt der Mitglieder, von Acker-, über Gemüse- und Obst- bis Gartenbau, aus konventioneller und biologischer Landwirtschaft“, erläutert Sabine Sommer, Projektleiterin seitens der Bodensee-Stiftung. „Wir möchten zu einer zukunftsfähigen Landwirtschaft beitragen, indem wir regenerative Maßnahmen fördern und gemeinsam umsetzbar machen“, sagt Benjamin Fäth, der für das Regenerate Forum die Gruppen koordiniert, inhaltliche Wünsche aufnimmt und entsprechend externe Referentinnen einlädt.

Der Boden ist das wichtigste Kapital von Landwirten. Struktur, Gefüge, Mikrobiom, Wasserkapazität, Humus- und Nährstoffgehalt sind zentrale Bodeneigenschaften, die den wirtschaftlichen Ernteerfolg bestimmen. red



Bild: Bodensee-Stiftung/Anja Wischer

In nach Land und Betriebszweigen gemischten Gruppen sammeln die Landwirte ihre Erwartungen.