

# Merkmale optimaler Bodenstruktur und Erkennen von Schadverdichtungen

T. Harrach<sup>1</sup>, J. Heyn<sup>2</sup>, M. Schneider<sup>2</sup> und T. Vorderbrügge<sup>3</sup>

## Funktionsgerechte Bodenstruktur

Die funktionsgerechte Ausprägung der Bodenstruktur – des Bodengefügezustandes – ist eine wichtige Voraussetzung für eine nachhaltige Landwirtschaft im modernen Ackerbau. Diese soll die unbehinderte Infiltration von Niederschlägen stets gewährleisten, die vor allem durch vertikale Bioporen ermöglicht wird. Ein ausreichender Bioporenanteil garantiert zugleich optimale Durchlüftung und gute Durchwurzelbarkeit des Bodens. Temporär haben Saatbettfunktionen hohen Stellenwert. Über diese ökologischen Bodenfunktionen hinaus hat die mechanische Belastbarkeit eine sehr große Bedeutung für die moderne Landwirtschaft. Ferner ist die Bearbeitbarkeit des Bodens ein wesentlicher Kostenfaktor. Sie wird zwar stark von der Textur und vom Feuchtezustand bestimmt, aber ein hoher Bioporenanteil kann die Bearbeitbarkeit auch schwieriger Böden erheblich erleichtern.

**Bild 1:** Der Regenwurm sucht Nahrung (Pflanzenreste) auf der Bodenoberfläche und schafft offene Röhren (Bioporen), die tief in den Unterboden reichen (Foto Stephan Brand LLH).



## Gefährdung der Bodenstruktur

Da die Bodenstruktur leicht veränderlich ist, reagiert sie empfindlich auf vielerlei Einflüsse. Niederschläge können zur Verschlammung der Bodenoberfläche führen, die die Infiltration hemmt und die Bodenerosion fördert. Das Befahren eines feuchten oder zu lockeren Bodens führt zu Bodenverdichtung. Tritt eine Schadverdichtung ein, so werden die Infiltration und die Tiefensickerung behindert. Die Folgen sind Bodenerosion, Staunässe, Luftmangel und Mindererträge, wobei das Ausmaß dieser Folgeerscheinungen stark von der Jahreswitterung abhängt. Humusmangel, zu niedriger pH-Wert oder ungünstige Fruchtfolge, etwa großer Maisanteil ohne Zwischenfrucht, sind nachteilig für die biologische Aktivität und führen zu einer schleichenden Gefügedegradation mit Minderung der Gefügestabilität.

**Bild 2:** Bodenerosion: Auf dem oberhalb befindlichen Schlag wurde die Oberkrume bei später Bestellung von Winterweizen etwas verknetet. Bei einem Starkregen konnte das Wasser nicht schnell genug versickern. Der Boden verschlammte und der Oberflächenabfluss führte in der Tiefenlinie des unterhalb liegenden Schlages zur Grabenerosion.



## Anzustrebende Bodenstruktur - Praxiserfolge als Vorbild

In den letzten zwei - drei Jahrzehnten fand eine mehr oder weniger radikale Reduzierung der Bearbeitungsintensität bei steigenden Erträgen und beim Verbleib großer Mengen an Ernteresten auf den Ackerflächen statt. Dabei verbesserte sich die Bodenstruktur allmählich auf vielen Standorten, sodass z. B. die Bodenerosion in vielen Regionen deutlich zurücktrat. Ursächlich spielte in dieser erfreulichen Entwicklung die allmähliche Zunahme der Regenwurmaktivität eine zentrale Rolle. Am deutlichsten sind die Erfolge bei konsequent flacher pflugloser Bodenbearbeitung und Mulchsaat bzw. bei Strip-Till-Verfahren. Aber auch konventionell wirtschaftende Betriebe pflügen nicht mehr so oft und nicht mehr so tief, weshalb die positiven Tendenzen auch hier erkennbar sind.

Sandböden weisen jedoch häufiger Schadverdichtungen auf. In Sanden ist die Regenwurmaktivität öfter unbefriedigend. Die Ursachen dafür sind noch nicht ausreichend geklärt.

**Bild 3:** Trotz starker Hangneigung und großer Hanglänge keine Erosion bei sehr günstiger Bodenstruktur mit hoher Regenwurmaktivität (Albacher Hof bei Lich / Oberhessen, langjährig konsequente pfluglose Bewirtschaftung)



Auf der Grundlage von wissenschaftlichen Erkenntnissen, Praxiserfahrungen und umfangreichen Geländeuntersuchungen konnte in Diskurs mit zahlreichen Kollegen Konsens darüber erzielt werden, welche Ausprägung der Bodenstruktur unter den gegenwärtigen Bedingungen als funktionsgerecht – d. h. optimal – gelten kann. So entstand ein Leitbild für das anzustrebende Bodengefüge (Harrach 2011).



### Bodenoberfläche

- Mulchauflage
- nicht verschlämmt
- offene Bioporen

### Oberkrume

- gut aggregiert, nicht zu locker
- viele tiefreichende Bioporen

### Unterkrume

- Aggregate +/- scharfkantig
- etwas kompakt, daher tragfähig
- ausreichende biog. Perforierung
- unauffällige Wurzelverteilung

### Krumennaher Unterboden

- etwas kompakt, tragfähig
- ausreichende biog. Perforierung
- unauffällige Wurzelverteilung

### Unterboden

- unverdichtet, viele Bioporen

**Bild 4:** Merkmale optimaler Bodenstruktur

## Erkennen von Bodenschadverdichtungen im Feld

Für die einfache Gefügebeurteilung im Gelände gibt es mehrere gute Anleitungen (LLH 2012; vTI/GKB 2012; LfL 2005). Dabei ist vorrangig zu klären, ob im Boden eine Schadverdichtung vorliegt, die beseitigt werden muss. Bei reduzierter Bodenbearbeitung steht die Unterkrume im Fokus, die stets kompakt ist, aber nicht schadverdichtet sein soll.

### Merkmale einer Schadverdichtung im Boden:

- **hoher mechanischer Widerstand beim Graben, Sondieren oder Stechen mit Taschenmesser (nur Verdacht auf Verdichtung)**
- **hoher Grad der Scharfkantigkeit der Aggregate – Polyeder oder Platten – (nur Verdacht auf Verdichtung)**
- **Fehlen von Bioporen (Indikator einer Schadverdichtung)**
- **ungleichmäßige Wurzelverteilung – Wurzelfilz auf den Aggregatoberflächen – (sicherer Indikator starker Schadverdichtung)**

### Die Folgen von Bodenverdichtungen sind oberirdisch sichtbar. Flächenhafte Indikatoren dafür sind:

- **Auffälligkeiten des Pflanzenbestandes – besonders bei extremer Witterung: Symptome von Luftmangel bei hoher Bodenfeuchte bzw. Wassermangelsymptome in Trockenperioden und Minderertrag**
- **Pfützenbildung bzw. Oberflächenabfluss bei Starkregen und Bodenerosion, insbesondere flächenhafte Kleinrillenerosion, deren Spuren lange sichtbar bleiben**

## Quintessenz

Ein gut abgesetzter Boden mit hohem Anteil an stabilen Bioporen erfüllt am besten die geforderten ökologischen Funktionen bei gleichzeitig hoher mechanischer Tragfähigkeit. Für das Monitoring der Bodenstruktur eignet sich eine einfache Spatendiagnose bei ganzjähriger Beobachtung der Pflanzenbestände und Auffälligkeiten des Geländewasserhaushaltes (Infiltration bzw. Oberflächenabfluss).

1: Institut für Bodenkunde und Bodenerhaltung, JLU Gießen

2: Landesbetrieb Landwirtschaft Hessen

3: Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie