

Vermeidung von Bodenverdichtung

Bodenverdichtung hat einen großen Einfluss auf das Leben im Boden und auf die Pflanzengesundheit. Ist der Boden verdichtet, verringern sich die groben bis mittleren Bodenporen (Hohlräume) und damit das für die Bodenlebewesen und Pflanzenwurzeln erforderliche Sauerstoffangebot. Die Wurzeln der Ackerpflanzen können bei Verdichtung nur schwer in den Boden eindringen, sie verbleiben in der obersten Bodenschicht. Die Pflanzen finden dadurch im Boden weniger Halt und bei Trockenheit reichen die flach angelegten Wurzeln nicht aus, um die Pflanzen über längere Perioden mit ausreichend Wasser und Nährstoffen zu versorgen. Zudem kann der durch Verdichtung entstandene Sauerstoffmangel im Boden zur Wurzelfäulnis führen und die Pflanze frühzeitig zum Absterben bringen.

Der Boden, dem durch Verdichtung die Hohlräume fehlen, kann kaum Wasser aufnehmen. Das Regenwasser fließt oberflächlich ab und nimmt kostbaren, nährstoffreichen Boden mit sich. Zudem werden aufgrund des fehlenden Sauerstoffs die Bodenorganismen erheblich gestört und so wird das Leben im Boden sehr stark reduziert. Letztendlich wird durch eine Bodenverdichtung das Ertragspotenzial des Ackers beeinträchtigt.

Wodurch wird Bodenverdichtung verursacht?

Durch mechanische Belastungen, die größer als die Tragfähigkeit des Bodens sind, z.B. zu hohes Maschinengewicht

Durch das Verschmieren bei der Bodenbearbeitung (Pflugsohle)

Verlagerung von sehr feinem Bodenmaterial in eine tiefere Akkumulations- bzw. Stauschicht oder natürliche Setzungs- oder Verlagerungsprozesse



Welche Auswirkungen hat Bodenverdichtung auf meinen Boden?

- Verlust von luft- und wasserführenden Bodenporen
- Verlust von Lebensraum und damit Beeinträchtigung von Bodenlebewesen
- Schlechtere Möglichkeit der Durchwurzelung, dadurch geringere Verankerung der Pflanzen im Boden
- Schlechteres Pflanzenwachstum und geringere Erträge
- Verlust der Filter- und Speicherfunktion des Bodens und damit erhöhtes Risiko für Erosion und Hochwasser

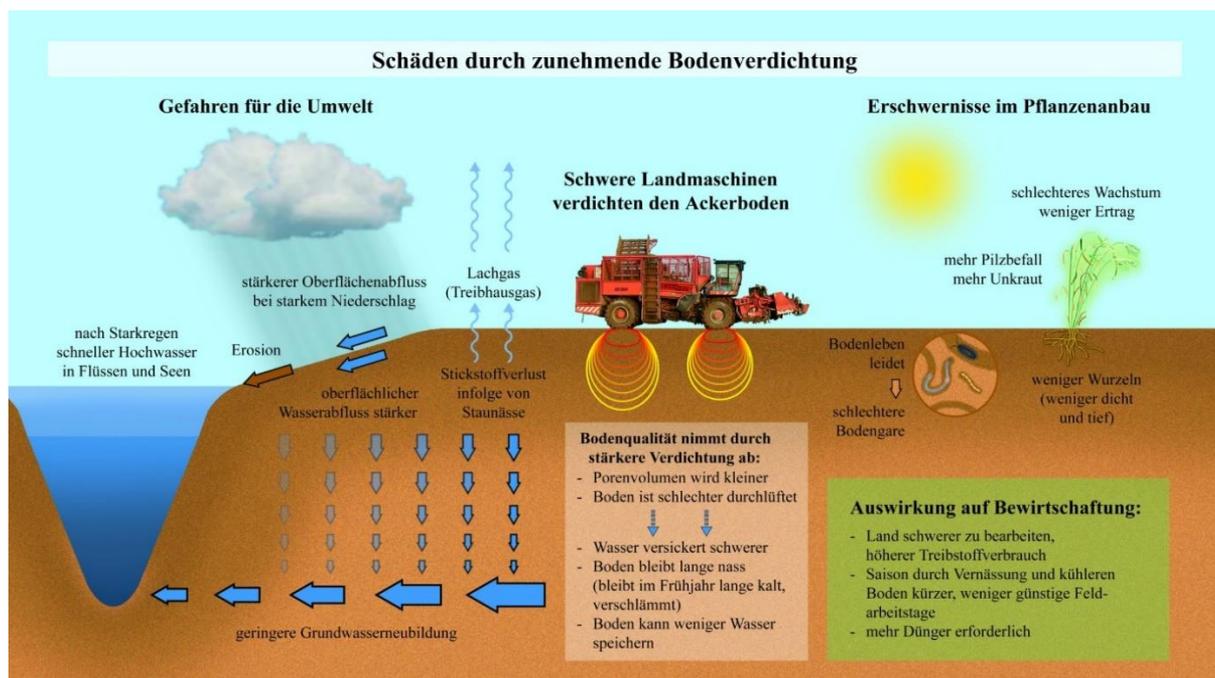


Abbildung 1. Auswirkungen einer Bodenverdichtung auf Boden, Pflanzen und Umwelt. (Quelle: van der Ploeg, R.R., Ehlers.W., Horn R., 2006. Schwerlast auf dem Acker. Spektrum der Wissenschaft. 80-88)

Wie kann ich feststellen, ob ich meinen Boden bearbeiten darf?

Durch das Feststellen des **Wassergehaltes**: Spatenprobe bis 30 cm Tiefe nehmen, daraus ein Bodenstück entnehmen und zu einem Klumpen in der Hand drücken. Wenn Wasser austritt, ist Befahren und Bearbeitung zu diesem Zeitpunkt mit einer Schädigung des Bodens verbunden. Bei hohem Wassergehalt breitet sich der Druck

tiefer in den Boden aus, wohingegen die Druckausbreitung in trockenem und dicht gelagertem Boden kreisförmig ist.

Durch die Ansprache der **Bodenstruktur** an der Spatenprobe. Gute Bodenstruktur und aktives Bodenleben (Lebendverbauung) steigern die Tragfähigkeit und können den Boden vor starker Verdichtung schützen. Ausschlaggebend dafür sind vor allem lebende Wurzeln über das ganze Jahr und hohe Regenwurmaktivität.

Durch die **Knetprobe**: Dieser Test verbindet eine Prüfung des Wasser- und Tongehaltes. Aus der Spatenprobe ein nuss- bis eigroßes Stück aus dem feuchtesten Bereich entnehmen, in der Hand kneten und versuchen, zu kleinen Rollen zu formen. Wenn sich mein Boden mit der Hand leicht kneten lässt und sich schmierig zwischen den Fingern anfühlt, ist die Wahrscheinlichkeit einer Verdichtung stark erhöht.

Durch die Berechnung der **Radlast** (Belastung):

$$\text{Radlast} = \text{Achslast} / \text{Anzahl der Räder auf der Achse}$$

Der Druck beim Befahren kann zu Verdichtungen bis in 40-50 cm Tiefe führen. Ausschlaggebend ist dafür die aufgebrachte Kraft pro Flächeneinheit (kN/cm^2). Durch Verringerung des Reifenluftdrucks sowie durch breitere Reifen kann die Verdichtungsgefährdung reduziert werden. Für die Verdichtungs-Ampel wird eine Bereifung mit einem Druck von 1,5 bar und 75 cm Breite angenommen.

Bei welcher Bodenbeschaffenheit ist ein Bearbeiten und Befahren des Bodens bei allen Bodentypen ohne große Schädigung möglich?

- Wenn der Boden staubig, trocken bis leicht feucht ist
- Wenn der Boden bei Wasserzugabe dunkler wird
- Wenn Sie eine feste bis halbfeste Bodenkonsistenz vorfinden, der Boden zwar formbar ist, aber beim Ausrollen zwischen den Fingern zerbröckelt

Welche Anzeichen deuten auf eine Verdichtung hin?

Vegetation:

- Ungleicher Aufwuchs und verzögerte Entwicklung bei gleicher Bewirtschaftung
- Lückenhafter Bestand mit kleineren Pflanzen
- Chlorose: Gelbfärbung der Pflanzen aufgrund von Chlorophyllmangel

Bodenoberfläche:

- Verschlammung
- Spurrillen und tiefe Fahrspuren
- Wasserstau an der Oberfläche
- unzersetzte Pflanzenreste

Ackerkrume:

- Grobschollige Krume und plattige Bodenstruktur, die nur mit großem Kraftaufwand zerlegt werden kann
- Bereiche, die gräulich-blau gefärbt sind und unangenehm riechen
- Nur vereinzelt Regenwurmgänge
- Wurzeln vor allem auf den Aggregatoberflächen und nicht in den Aggregaten
- Wasserstau an der Grenze zum Unterboden
- Abrupte Abnahme der Wurzeln

Unterboden:

- Scharfkantige, plattige Bodenaggregate
- Nur vereinzelt Regenwurmgänge
- Wurzeln ungleichmäßig und nicht im gesamten Profil verteilt

Welche Maßnahmen kann ich treffen, damit sich mein Boden nicht verdichtet?

- Traktoren und Maschinen mit niedrigerem Gewicht ankaufen bzw. ausleihen
- Die Anzahl der Überfahrten so gering wie möglich halten, z.B. indem man Arbeitsgänge zusammenlegt bzw. auf Notwendigkeit prüft
- Kein Befahren des Bodens im nassen Zustand! Mit zunehmendem Wassergehalt nimmt die Tragfähigkeit des Bodens stark ab. Auf diese Weise entstandene Strukturschäden wirken sich jahrelang aus.
- Radlasten von 5t sollten nicht überschritten werden. Es sollten gezogene statt angebaute Geräte genutzt werden und die Last gleichmäßige auf alle Achsen verteilt werden.
- Reduzierung der Bearbeitungstiefe und -intensität
- Eventuell Fahrgassen anlegen, um die belastete Fläche zu verkleinern (Controlled Traffic Farming)
- Beim Befahren des Bodens den Reifenluftdruck verringern
- Der Reifendruck auf gelockerten, feuchten Böden: max. 1 bar

- Der Reifendruck auf trockenen Böden (z.B. bei der Ernte): max. 2 bar
- Breitere Bereifung wählen
- Den Boden vor der Bearbeitung prüfen und wenn erforderlich, die Bearbeitung auf einen günstigeren Zeitpunkt verschieben

Die Verdichtungsempfindlichkeit der Bodentypen Österreichs finden Sie in der eBod unter www.bodenkarte.at in der Karten-Applikation „Bodendegradation“.

Detaillierte Informationen und Berechnungen der situationsbezogenen Bodenverdichtungsgefahr durch den Einsatz von landwirtschaftlichen Fahrzeugen finden Sie auf der Webseite www.terranimo.ch. In der „light“-Version wird auf Basis der Werte von Radlast, Reifendruck, Tongehalt und Saugspannung eine Einschätzung gegeben, ob der Boden befahren werden darf. In der „expert“-Version sind nähere Spezifikation zum Traktor, der Maschine und zum Bodentyp anzugeben, wodurch ein differenzierteres Entscheidungsdiagramm entsteht.

Wie beeinflusst die Radlast und die Reifenbreite den befahrenen Boden?

Die Druckausbreitung im Boden erfolgt zwiebelartig, daher spricht man auch von „**Druckzwiebeln**“. Dies bewirkt, dass der Druck in der Tiefe abnimmt, da er von immer mehr Bodenteilchen getragen wird. Die **Radlast** und der **Kontaktflächendruck** (Radlast dividiert durch Kontaktfläche) haben maßgeblichen Einfluss auf den Bodendruck, wobei die Radlast für die Belastung in der Tiefe entscheidend ist und der Kontaktflächendruck für die Belastung im Oberboden. Je höher die Radlast, desto stärker dringt die Verdichtung in den Unterboden vor.

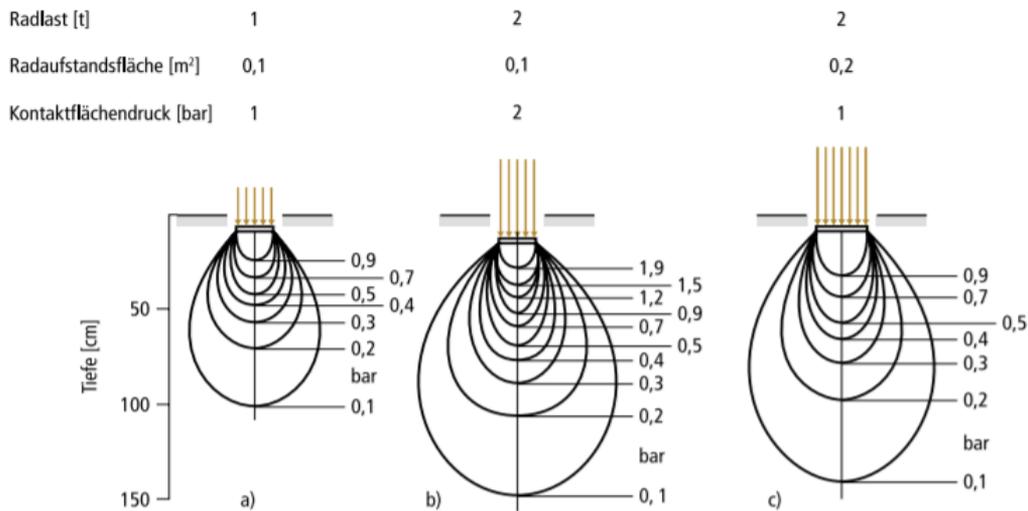


Abbildung 2. Druckausbreitung im Boden in drei verschiedenen Spuren. (Quelle: Bolling und Söhne, 1982)

Durch eine Erhöhung der Radanzahl wird die Last pro Rad geringer und dies hat eine große Wirkung auf die Bodenschonung. Zudem trägt eine Verringerung des Reifeninnendruckes dazu bei. Durch die Umstellung auf breitere Reifen oder Zwillingsreifen wird eine bessere Druckverteilung erreicht. Breitere Reifen bzw. Zwillingsreifen bei gleichbleibender Radlast führen zu einer Verringerung des Bodendrucks an der Oberfläche, zeigen jedoch kaum Effekte in tieferen Bereichen (Weyer und Boeddinghaus, 2016).

Tabelle 1. Möglichkeiten zur Optimierung technischer Einflussgrößen, um Bodenverdichtung zu vermeiden bzw. zu verringern

Einflussgröße	Optimierung	Effekt	Max. Wirkungsanteil
Radanzahl	erhöhen	Geringere Radlast	55%
Reifeninnendruck	senken	Größere Kontaktfläche	35%
Reifenbreite	erhöhen	Bessere Druckverteilung	10%

Durch welche Maßnahmen kann ich meinen Boden gesund erhalten bzw. sanieren?

- Verbesserung des Bodengefüges durch Anbau von Tiefwurzlern (z.B. Luzerne, Rotklee) und Zwischenfruchtanbau/ Gründüngung (z.B. Ölrettich, Raps, Sommerwicke, Platterbse).
- Verbesserung der Tragfähigkeit des Bodens durch schonende Bodenbearbeitung: Reduzierung der Bearbeitungstiefe und -häufigkeit.
- Organische Düngung und Mulchen verbessern ebenfalls die Bodenstruktur
- Ernterückstände auf dem Feld belassen
- Fruchtwechsel (Pflanzenfamilien beachten)
- Wenn es zu einer Schadverdichtung gekommen ist, sollte die Fläche für mindestens drei Jahre stillgelegt werden bzw. als Feldfutterfläche ohne Umbruch genutzt werden. In dieser Zeit hilft die Saat von wurzelaktiven Pflanzen, deren Wurzeln tief in den Boden wachsen und ein dichtes Geflecht bilden, bei der biologischen Stabilisierung.
- Sanierungen von tiefreichenden Verdichtungen sind sehr zeitaufwändig und heikel. Für eine Tiefenlockerung sind große maschinelle Zugkraft und trockene Bodenbedingungen in der gesamten Bearbeitungstiefe notwendig. Die Gefahr einer Wiederverdichtung ist jedoch bei einer folgenden intensiven Nutzung sehr hoch und kann schlimmere Verdichtungen als die ursprüngliche zur Folge haben.

Bitte um Geduld: Regenerationsprozesse dauern einige Jahre und wirken langsamer in zunehmender Bodentiefe. Sie brauchen auch umso mehr Zeit, je fortgeschrittener die Bodenschädigung ist.