

Bodenverdichtung

Bodenverdichtungen sind im Maisanbau unvermeidbar. Sie müssen durch geeignete Maßnahmen reduziert werden, da sie häufig die Erträge versteckt schmälern. Oft sind sie optisch nicht oder nur kurze Zeit an der gehemmten Entwicklung der Folgefrucht erkennbar. Regional sind auf bis zu 40% der Flächen Verdichtungen zu finden (DMK).

Alle Maßnahmen die zu einer Reduzierung der Bodenverdichtung führen, sorgen dafür, dass mehr Wasser, Nährstoffe und Bodenluft für Pflanzen zur Verfügung stehen.

Höchste Erträge werden nur mit einem optimalen Pflanzenwuchs erreicht.



Abb.1: Hellgelbe, verzögert wachsende Maispflanzen in den Spuren der Erntefahrzeuge vom Vorjahr.



Abb.2+3: Kümmernde, rote Maispflanzen nachdem im März wegen Arbeiten an Stromleitungen Schwerlastplatten auf dem Feld mit schweren Baufahrzeugen befahren wurden. Nach der Blüte war der Bestand zwar noch etwas wellenförmig, sah aber wieder relativ gut aus.

Bodenverdichtung

Hinweise auf Bodenverdichtungen:

- Im Frühjahr gelbe oder rote, in der Entwicklung gehemmte Pflanzen bei normaler Unterfußdüngung
- Verkrustungen, große und sehr feste Kluten, fester Boden bricht glatt und nicht ausgefranst
- Mindererträge bei guter Nährstoff- und Wasserversorgung
- Wasser steht lange auf dem Feld. Auf der Bodenoberfläche wachsen Algen. Verschlämmungen
- Erntereste im Boden verfaulen statt zu verrotten
- Ungleichmäßiges Wurzelwachstum (Abbildung 4)



Abb.4: Sehr flaches, schwaches Wurzelsystem: schlechte Drainage oder verdichteter Untergrund. Mais mit schwachen Wurzeln hält keine Trockenheit aus und geht schnell ins Lager.

Die Überprüfung bzw. das Finden von Schadverdichtungen ist hilfreich für die Gegenmaßnahmen:

- Bodensonden messen den mechanischen Widerstand in verschiedenen Bodenhorizonten.
- Mit dem Spaten wird die gefundene Verdichtung untersucht. Hierfür muss bis unter die Pflugsohle gegraben werden.
 - Finden sich sehr feste Bodenaggregate? Brechen diese scharfkantig und nur mit großer Kraft / Werkzeug (= Verdichtung)? Riecht die Erde faulig?
 - Oder gibt es viele Regenwurmgänge, gut verrotete Erntereste, relativ bröckelige Aggregate und der Boden riecht angenehm (guter Bodenzustand)?

Bodenporen

Ertragreiche, gut gepflegte landwirtschaftliche Böden bestehen zu ca. 40-50% aus Feststoffen und zu ca. 50% aus Porenräumen (50/50 = lehmiger Schluff, gut gedüngt, hier als Beispiel). In den Porenräumen ist die Verteilung von Makroporen und Mikroporen gleichmäßig (Brady, 1990). Dieses gleichmäßige Verhältnis sorgt dafür, dass gleichzeitig genügend Wasser für das Pflanzenwachstum und für die Wurzeln in der Bodenstruktur vorhanden ist. Die Mineralien aus dem Boden haben eine Dichte von 2,6g/ml. Der Boden besteht aus 50% porenlosem Volumen und hat eine allgemeine Dichte von 1,3g/ml.

Eine merkbare Reduzierung von Makroporen ist ersichtlich, wenn die Bodendichte von Schlufflehm 1,6g/ml erreicht. Bei einer Dichte von 2,0g/ml sind Makroporen nicht mehr existent. In der modernen Maisernte werden schwere Maschinen auf den Feldböden verwendet. Mit jeder Benutzung von Maschinen auf dem Boden wird dieser mehr verdichtet. Laut veröffentlichten Studien steigt die Bodendichte auf Maisfeldern um 19% bei gleichzeitig sinkendem Porenvolumen um 15% - im Vergleich zu nicht bearbeitetem Boden derselben Beschaffenheit. (Brady, 1990). Wenn der Boden verdichtet wird, sinkt die Anzahl, der Prozentanteil und die Verteilung von Makroporen.

Bodenverdichtung

Eine Verdichtung von Böden verringert ihre Fähigkeit Pflanzen mit Wasser zu versorgen:

1. Verdichtete Böden entwässern langsamer. Umgekehrt versickert bei Regenfällen oder Bewässerung weniger Wasser.
2. Die Reduzierung von Grob- und Mittelporen erschwert den Gasaustausch und die Wasserbewegung in Richtung Wurzel.
3. Verdichtete Böden behindern die Maiswurzeln beim Wachstum.

Eine Darstellung von schlechterer Wasseraufnahme des Bodens ist in Abbildung 4 zu sehen. Im Bereich des roten Kastens kann weniger Wasser eindringen. Unter der Verdichtung kann das Wasser wieder seitlich einfließen (blaue Pfeile).



Abb.5: Bodenverdichtung und Wasserfluss

Maispflanzen brauchen genügend Sauerstoff aus der Bodenluft für ihr Wachstum. Gibt es hauptsächlich Mikroporen statt Makroporen, so wird der Gasaustausch erschwert (Hillel, 1980). Sind alle Mikroporen mit Wasser gefüllt, ist die Sauerstoffversorgung nicht mehr gewährleistet. Es kommt zum kümmerlichen Wachstum bzw. zum Pflanzentod bei Staunässe.

Die Pflanzen beziehen ihr Wasser aus der Zone direkt um ihre Wurzeln herum und trocknen damit den Boden aus. Weiter entfernte Wassermoleküle werden in die Wurzelzone gezogen, wenn der Boden nicht mehr wassergesättigt ist. Die Kraft, die auf sie wirkt, ist schwach. Je kleiner die Poren sind, desto langsamer fließt das Wasser zur Wurzel (ungesättigte hydraulische Wasserleitfähigkeit des Bodens). Daher zeigen auf gleichem Boden die Pflanzen in verdichteten Bereichen mit weniger Mittel- und Feinporen schneller Wasserstress als ohne Verdichtung.

Verdichtete Böden verhindern, dass sich die Wurzeln der Maispflanzen im Boden ausbreiten und dort Wasser und Nährstoffe entziehen.

Diese negative Auswirkung durch Bodenverdichtung, wird mit der folgenden Gewächshaus-Studie dargestellt. In Boden mit unterschiedlicher Dichte von 1,17, 1,25, 1,38 g/ml m wurde Mais ausgesät. Die Pflanzen wurden im 6-Blattstadium geerntet, die Wurzeln wurden gewaschen, getrocknet und gewogen. Das Wurzelwachstum wurde deutlich eingeschränkt, je mehr der Boden verdichtet wurde. In einem verdichteten Boden können auch aufgrund der geringeren Wurzeloberfläche weniger Wasser und Nährstoffe aufgenommen werden.

Bodenverdichtung

Bodendichte (g/ml)	1,17	1,25	1,38
Wurzeltrockengewicht (g)	2,47	1,77	1,25

Abb.6: Wurzeltrockengewicht bei verschiedenen Bodendichten

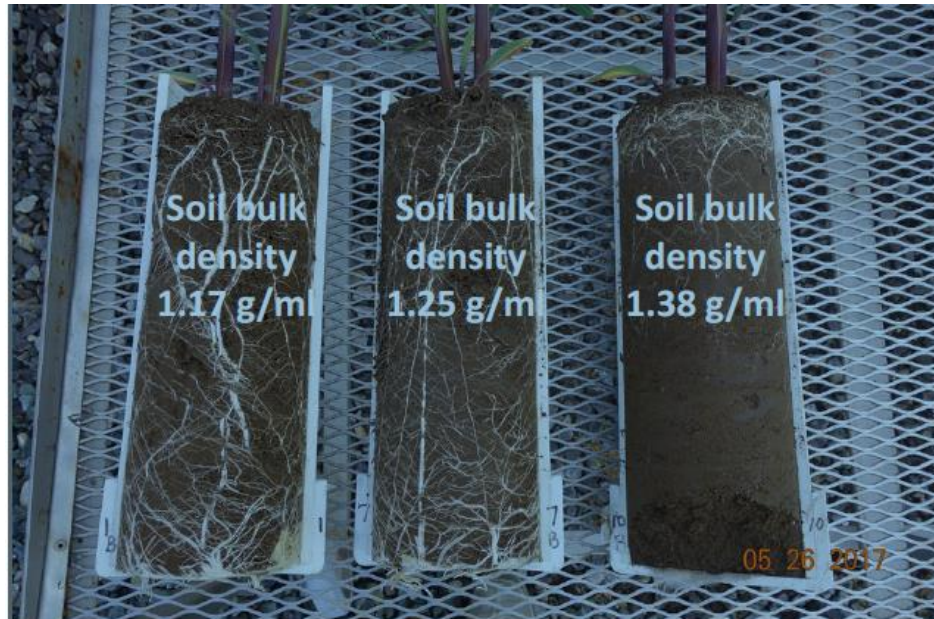


Abb.7: Wurzelwachstum von Maispflanzen in verschiedenen Bodendichten. Je dichter der Boden, desto weniger Wurzelwachstum findet statt.

Das Wurzelwachstum hängt ab von:	
Dichte des Bodens (mechanischer Eindringungswiderstand)	Bodenluft
	Temperatur
Porenraumverteilung	Nährstoffgehalt
Wassergehalt	pH-Wert

Abb.8: Faktoren für das Wurzelwachstum

Maßnahmen gegen Bodenverdichtungen:

Bodenverdichtung sind ein gängiges Problem im Ackerbau. Um Ertragsverluste auch bei weniger auffälligen Verdichtungen zu verringern, sind an den Standort angepasste Grundbodenbearbeitungsmaßnahmen zu wählen.

- Boden pflügen bei Verdichtungen, Bearbeitungstiefen variieren
- Tiefgrubbern bei Unterbodenverdichtungen
- Wenn möglich Maschinen mit gleicher Bearbeitungsbreite verwenden, sodass einheitliche Fahrspuren genutzt werden können.
- Nutzen von vorgegebenen Fahrspuren. Kein unnötiges Hin und Herfahren auf dem Feld.
- Bodenbearbeitungen zu den richtigen Zeitpunkten durchführen, nicht zu nass.
- Die Anzahl der Feldbearbeitungen in einem Jahr sollten möglichst geringgehalten werden.
- Organische Masse im Boden erhöhen, gleichmäßig verteilen, gut zerkleinern.
- Die Fruchtfolge sollte möglichst abwechslungsreich sein (z.B. Winterfrüchte nutzen). Verschiedene Zwischenfrüchte verbessern die Bodenstruktur und -gare. Tiefwurzelnd und Verdichtungen aufbrechend sind Senf und Ölrettich.

Bodenverdichtung

- Gewichte der Maschinen an Bodengegebenheiten anpassen, wenn möglich, Zwillingsreifen verwenden.
- Auf ein ausgewogenes Nährstoffverhältnis achten, Bodenproben für Mikronährstoffe nehmen.
- Ein standortangepasstes System mit Direktsaat oder Minimalbodenbearbeitung mit ständiger Begrünung durch Untersaaten und Zwischenfrüchte hilft mit Wurzelkanälen und Regenwurmgingen den Boden durchlässiger und tragfähiger zu machen.

Literatur:

Brady, N. C. 1990. The nature and properties of soils, 10th ed. pp. 91-152. MacMillan Publishing Co., New York.

Hillel, D. 1980. Fundamentals of soil physics. pp. 21-54 and 123-165. Academic Press, Inc., New York.

Beichler, 2022. Landwirtschaftskammer Steiermark, [Bodenverdichtung - lockern unbedingt notwendig! | Landwirtschaftskammer Steiermark \(lko.at\)](#)

Deutsches Maiskomitee e.V.
[Bodenbearbeitung - Deutsches Maiskomitee e. V. \(DMK\)](#)

Pioneer Hi-Bred Northern Europe Sales Division GmbH

Riedenburger Str. 7, 81677 München

Tel.: 089-455330, E-Mail: corteva-deutschland@corteva.com, Internet: www.pioneer.com/de