

Zeitschrift: Landtechnik Schweiz
Herausgeber: Landtechnik Schweiz
Band: 48 (1986)
Heft: 1

Artikel: Bodenschäden durch Befahren : Ursachen und Abhilfen
Autor: Kramer, E.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1081717>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 04.02.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Bodenschäden durch Befahren – Ursachen und Abhilfen

E. Kramer, Eidg. Forschungsanstalt für Betriebswirtschaft und Landtechnik, 8356 Tänikon (FAT)

Die heutige Landtechnik ist gekennzeichnet durch leistungsstarke Traktoren, Geräte und Vollernter mit grossen Kapazitäten sowie durch leistungsfähige Transportsysteme. PS-Zahl, Flächenleistung und Ladegewicht beanspruchen das Bodengefüge in zunehmendem Masse. Der Strukturzustand wird zum ertragsbegrenzenden Faktor.

Möglichkeiten zur Verminde rung von Bodenschäden werden in der Änderung von Arbeitsverfahren, in der Veränderung von Fahrzeugparametern und in der Erhöhung der Boden tragfähigkeit gesehen.

Bodenschäden

Der Boden besteht aus mineralischen und organischen Substanzen sowie aus Luft und Wasser. Unter Bodengefüge (Bodenstruktur) verstehen wir die räumliche Anordnung der Festsubstanz bzw. der Poren

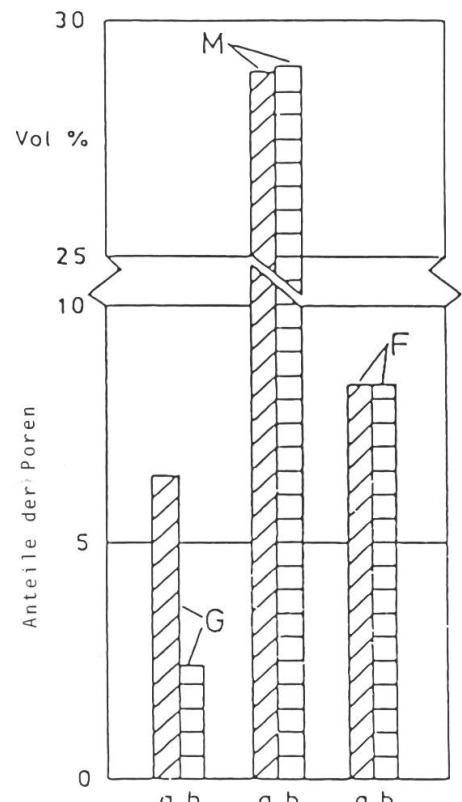
untereinander. Das Poresystem wird unterschiedlich mit Wasser, Luft, Wurzeln und Bodenorganismen gefüllt und beeinflusst somit den Pflanzenstandort und die biologische Aktivität.

Beim Befahren stützt sich das Gewicht des Fahrzeuges auf den Boden und wenn die Belastung die Bodenfestigkeit übersteigt, wird das Gerüst der festen Bodensubstanz zerstört und das Porenvolumen vermindert bzw. die Bodendichte erhöht. Wir sprechen von Verdichtung. Dabei werden in erster Linie Grobporen reduziert, während dem Mittel- und Feinporen weniger beeinflusst werden.

Die Grenze der schädlichen Bodenverdichtungen liegt nach deutschen Untersuchungen für Lehm bei 45% Gesamtporenanteil, für Sand bei 40% und für Ton bei 47%. (Nach dem Pflügen beträgt das Porenvolumen bis zu 60%).



Durch die Wahl grossvolumiger Reifen kann der Reifendruck reduziert und die Verdichtung in der Ackerkrume herabgesetzt werden.



1 Änderung der Porengrößenverteilung infolge eines Bodendruckes von 200kPa (nach Sommer)

a = 0 kPa

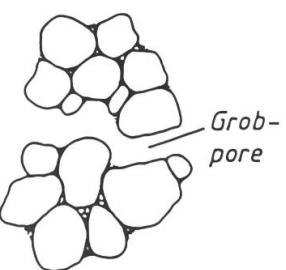
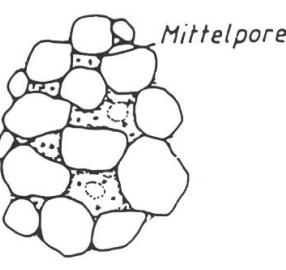
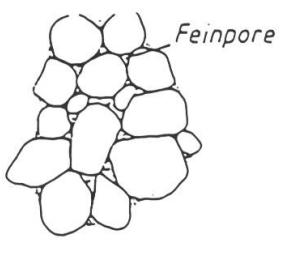
b = 200 kPa (100 kPa = 1 bar)

G: Grobporen

M: Mittelporen

F: Feinporen

Die **Verdichtungsempfindlichkeit** eines Bodens hängt in erster Linie von der Bodenart (Körnung) und vom Wassergehalt, aber auch vom biologischen Verbau, d.h. von den Kittsubstanzen der Bodenorganismen und von der Bepflanzung

			
Porengrößen- bereiche:	Grobporen	Mittelporen	Feinporen
Aequivalent- durchmesser:	weite Grobporen 50 μm enge Grobporen 50 - 10 μm	10 - 0,2 μm	0,2 μm (1 $\mu\text{m} = 0,001 \text{ mm}$)
Hauptaufgabe:	Durchlüftung (ständige Zu- fuhr von O_2 , Abfuhr von CO_2), Leitbahnen für Pflan- zenwurzeln, Speicherung von leicht pflanzenverfüg- barem Wasser Lebensraum für Bodentiere	Speicherung von pflanzen- verfügbarem Wasser Lebensraum für Bakterien und Pilze	Speicherung von Totwasser

2 Porengrößen und deren pflanzenphysiologische Aufgaben.

(Durchwurzelung) ab. Druckempfindlich sind humusarme, tonreiche Böden. Ein bewachsender und gut durchwurzelter Boden ist viel tragfähiger als ein offener Ackerboden. Am empfindlichsten reagiert ein frischbearbeitetes Feld.

Zur Beurteilung von Verdichtungen fehlen heute noch weitgehend einfache und praktische Methoden. Durch die Ermittlung der Porengrößenverteilung im Labor kann zwar der Wasser- und Lufthaushalt gut beurteilt werden. Aber auch der Landwirt sollte seine Böden einschätzen können. Es empfiehlt sich, vermehrt den Spaten einzusetzen und den Boden vor dem Befahren auf sein Gefüge (Bruch, Bearbeitbarkeit), seine Farbe (Durchlüftung, Humusgehalt), seinen Geruch (Sauerstoffversorgung, Aktivität der Bodenbakterien) und seine Feuchtigkeit zu beurteilen. Aber auch

nach einer strapaziösen Rüben- oder Maisernte kann eine Spatenstich sehr eindrucksvoll und lehrreich sein. – In Deutschland wird in der Beratung vermehrt das Penetrometer (Bodendruck-

sonde) zur Bestimmung des Stechwiderstandes der Böden eingesetzt.

Traktor und Anhänger sind nicht die einzigen bodenbelastenden Fahrzeuge. Schwere aufgesat-



Ausgeprägter Bearbeitungshorizont. Pflugsohle mit gestörtem Übergang für Luft, Wasser, Wurzeln und Bodenleben von der Ackerkrume zum Unterboden.

Normal- bereifung 18,4-R-38	Zwillingsbereifung 18,4-R-38	Trelleborg TWIN 650/60-38	Good Year Terra-Reifen 66x43,00-25
<i>Belastung</i> 2600 kg	$2 \times 1300 \text{ kg} = 2600 \text{ kg}$	2600 kg	2600 kg
<i>Luftdruck</i> 1,2 bar	0,8 bar	0,8 bar	0,4 bar
<i>Reifen- aufstandsfläche</i> 1490 cm ²	$2 \times 1350 \text{ cm}^2$ = 3100 cm ²	3002 cm ²	8323 cm ²
<i>Kontaktflächendruck</i> (Belastung geteilt durch Aufstandsfläche)	1,74 kg/cm ²	0,84 kg/cm ²	0,87 kg/cm ²
			0,31 kg/cm ²

3 Reifenaufstandsflächen und Kontaktflächendruck unterschiedlicher Bereifung bei gleicher Last und unterschiedlichem Reifendruck (nach Waydelin).

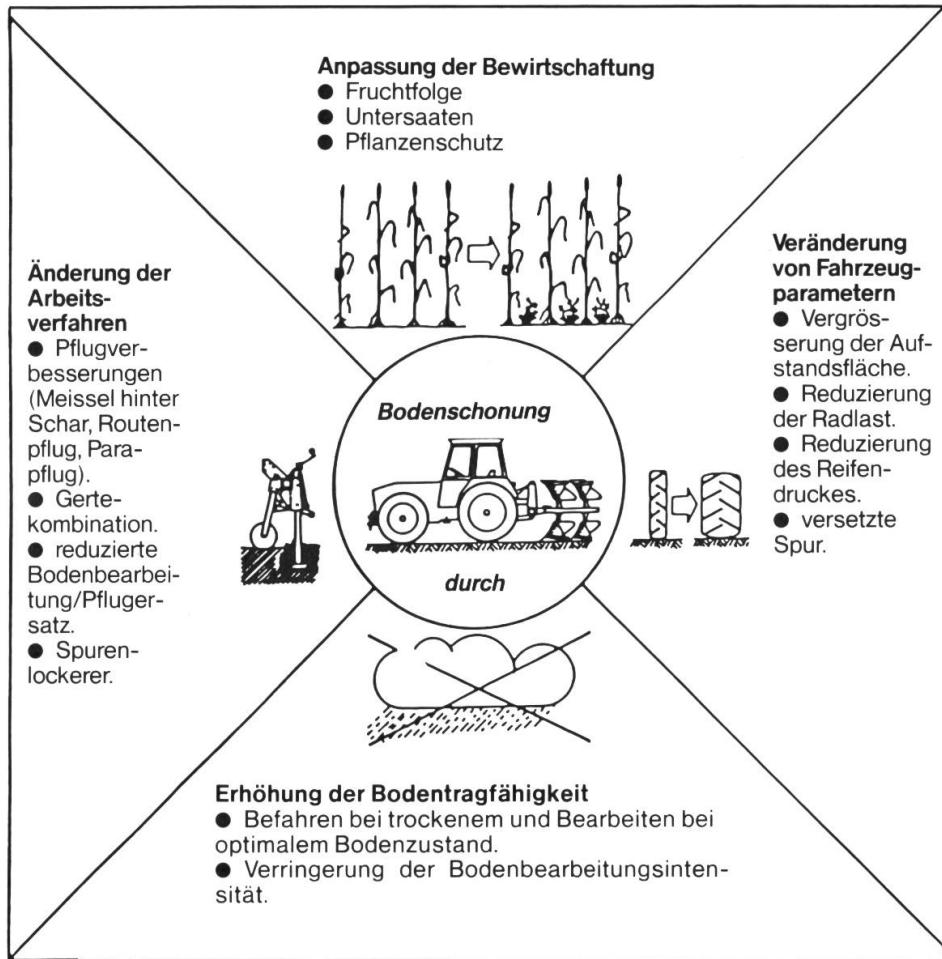
telte oder gezogene Landmaschinen und grosse selbstfahrende Erntemaschinen sind hinzugekommen. Und noch immer werden grössere und schwerere Transport- und Arbeitsanhänger sowie schlagkräftigere Maschinen angeboten, die zu einer verstärkten Bodenbelastung führen. Einzig die Traktorenentwicklung hat gemäss Statistik auf dem Schweizermarkt ihre Grenzen erreicht. Die durchschnittliche Leistung der neu in Verkehr gesetzten Traktoren stagniert bei knapp 40 kW (55 PS). Das Leistungsgewicht (Gewicht pro kW) hat allerdings in den vergangenen Jahren noch zugenommen und liegt heute – nicht zuletzt wegen zunehmender Komfort-Ausrüstungen (Kabinen etc.) – bei über 70 kg/kW (über 50 kg/PS). Obwohl namentlich bei den Traktoren versucht wurde, die

Bereifung stets dem Gewicht anzupassen, um den spezifischen Bodendruck nicht zu erhöhen, werden heute Bodenverdichtungen und Ertragsdepressionen festgestellt. Verschiedene Autoren berichten von 10–15% Ertragseinbussen durch Bodenschäden. Aus rumänischen Versuchen geht hervor, dass bei einer Zunahme der Bodendichte um 10 kg/m³ der Körner-Maisertrag um 130 kg/ha abnimmt.

Anzahl Überfahrten

Wenn früher ein Feld von der Bodenbearbeitung über die Saat bis zur Ernte zwei- oder dreimal überfahren wurde, so hat heute die flächenbedeckende Belastung durch das Befahren bei den meisten Kulturen 100% überschritten. Schädlich sind vor

allem mehrere Überfahrten am selben Ort bzw. in derselben Spur. Ertragsausfälle in den Spritzspuren beim Kartoffelbau sind uns bekannt, und im Getreidebau verzichten wir à priori auf einen Ertrag in den Fahrgassen. Aber auch bei andern Arbeiten (Bodenbearbeitung und Saat, Traktor mit Anhänger oder gezogener Landmaschine etc.) rollen oft mehrere Räder in derselben Spur. Der Boden wird mehrmals zusammengedrückt, bis schliesslich die minimalen Grenzwerte des Porenvolumens unterschritten sind. Dieser Vorgang kommt einem Kneten des Bodens gleich. Um dieser Gefahr vorzubeugen, empfiehlt sich bei Anhängern eine von der Traktorspur versetzte Spur, eine Doppelbereifung oder eine Doppelpendelachse. Weitere Möglichkeiten zur Reduktion des Mehrfach-Befahrens bilden Gerätekombinationen.



4 Vorschläge zum bodenschonenden Maschineneinsatz.

Gewicht

Nebst der Anzahl Überfahrten ist auch das Gesamtgewicht der Fahrzeuge und die Verteilung des Gewichtes auf Achsen und Räder massgebend für die Bodenverdichtungen. Durch die Radlast wird namentlich die Verdichtung im Unterboden (unterhalb der Ackerkrume) bestimmt. Je höher das Gewicht pro Achse oder Rad, um so tiefer wird der Boden verdichtet. Ein gegebenes Gewicht kann nun entweder durch breite Reifen mehr in die Breite oder durch schmale Reifen mehr in die Tiefe abgestützt werden.

Sicher sollte immer darauf geachtet werden, dass nicht unnötig

Gewicht (Zusatzgewichte, Frontlader etc.) mitgeführt wird. Auch bei der Traktorwahl sollte kein Gewicht auf Reserve gekauft werden; denn damit wird der Boden das ganze Jahr unnötig belastet. Natürlich weiß der Praktiker, dass er durch ein hohes Gewicht auf der Triebachse ein hohes Zugvermögen erreicht. Aber durch die hohen Gewichte wird der Boden zusehends in Tiefen verdichtet, in denen er mit normalen Bodenbearbeitungsgeräten nicht mehr gelockert werden kann. Es ist schliesslich zu überlegen, ob nicht sehr grosse Fahrzeuge und Maschinen durch mehrere kleine und leichte ersetzt werden könnten.

Bereifung und Reifendruck

Durch die Wahl der Reifengröße können wir direkt den Reifendruck und durch den Reifendruck den spezifischen Bodendruck beeinflussen. Je grösser der Reifen, um so geringer muss der Reifendruck sein für ein entsprechendes Tragvermögen. Das Tragvermögen ist abhängig vom Reifenvolumen. Und je geringer der Reifendruck, um so grösser wird die Reifenaufstandsfläche bzw. um so kleiner der spezifische Bodendruck. Annäherungsweise gilt folgende Formel:

$$0,4 \text{ bar} + \text{Reifendruck} = \text{spez. Bodendruck.}$$

Als Grenzwerte für den Reifendruck werden verschiedene Werte ≤ 1 bar angegeben, um schädigende Wirkungen, d.h. Ertragsausfälle zu vermeiden. In der Praxis kann dieser Grenzwert bei gutbereiften Traktor-Hinterrädern noch eingehalten werden. Kommen aber schwere Anbaugeräte hinzu, so muss bereits höher gepumpt werden. Hier empfiehlt sich aber, wenn immer möglich, eine Doppelbereifung mit einem für das Tragvermögen reduzierten Reifendruck. Traktor-Frontreifen sind in der Regel zu klein dimensioniert. Zur Bodenschonung sollte umbereift werden, zum Beispiel Doppelräder oder Anhängerreifen. Bodenbelastend wirken aber vor allem die hart gepumpten Reifen von Anhängern und (selbstfahrenden) Landmaschinen. Vor allem hier sollte vermehrt auf grössere Bereifung geachtet werden, die bei reduzierten Drücken ein ausreichendes Tragvermögen haben, um die z.T. enormen Radlasten auf grössere Kontaktflächen abzustützen.



Unkonventionelle Entwicklung zur Schonung des Bodens.

zen zu können. Durch die Reduktion des Reifendruckes nimmt auch der Rollwiderstand ab, denn es ist weniger aufwendig, den Reifen zu verformen als den Boden. (Abgesehen davon geht der Reifen nach der Verformung in seine ursprüngliche Form zurück, wogegen der Boden deformiert, d.h. verdichtet bleibt). Leider sind wir aber gerade bei Anhängerreifen noch weit von den gewünschten 1,0 bar entfernt. Es ist bereits eine Verbesserung, wenn Anhänger wie Ladewagen, Druckfässer, Miststreuer etc. so gross bereit sind, dass sie mit einem Reifendruck $\leq 2,0$ bar ein ausreichendes Tragvermögen haben. Sicher sollte auch zur Grundausrüstung jedes Landwirtschaftsbetriebes ein Manometer und ein Kompressor gehören, damit die Reifendrücke den Einsatzbedingungen und den Belastungen angepasst werden können.

(In einer englischen Entwicklung ist man so weit gegangen, dass der Reifendruck des Traktors während der Fahrt verändert wer-

den kann; nicht nur zur Reduktion des Bodendruckes, sondern auch zur Optimierung des Zugvermögens).

Durch den Einsatz von **Breitreifen** kann der Boden ebenfalls etwas geschont werden. Auf dem Schweizermarkt sind zwei Fabrikate in mehreren Grössen erhältlich, die Terra-Reifen von Good Year und die Twin-Reifen von Trelleborg. Bei beiden Fabrikaten handelt es sich um Niederquerschnittreifen in Diagonalbauweise. Sie haben, durch das grosse Luftvolumen bedingt, bei gerinem Reifendruck (< 1 bar) ein grosses Tragvermögen. Die Twin-Reifen sind im Karkasenaufbau relativ hart und steif und passen sich entsprechend schwach dem Boden an, die Terra-Reifen sind ausgesprochen weich und flexibel und haben eine damit verbundene gute Bodenanpassung, Stossdämpfung und Selbstreinigung. Für Strassenfahrten scheinen die Twin-Reifen wegen der Abnutzung geeigneter zu sein als die Terra-Reifen.

Die Liste der Einflüsse des Befahrens auf den Böden könnte weitergeführt werden. Auch die **Fahrgeschwindigkeit** hat einen gewissen Einfluss auf die Verdichtung. Nur kann hier in der Regel nicht stark variiert werden, weil die Geschwindigkeit durch die auszuführende Arbeit oder die Arbeitsqualität bestimmt wird.

Ein weiterer, die Bodenverdichtung beeinflussender Faktor kann auch der **überbetriebliche Maschineneinsatz** sein. Sicher können Maschinen überbetrieblich besser ausgelastet und somit wirtschaftlicher eingesetzt werden, aber das sollte nicht auf Kosten des Bodens geschehen. Grosse und teure Maschinen haben wohl eine grosse Schlagkraft, so dass sie bei gutem Wetter sehr viel leisten können, aber sie dürfen nicht so teuer sein, dass sie auch noch bei schlechtem Wetter eingesetzt werden müssen.

Schliesslich spielen natürlich auch der Standort eines Betriebes und die **Fruchtfolge** eine wichtige Rolle. Bei leicht verdichtbaren Böden und in niederschlagsreichen Gebieten sollte die Fruchtfolge so gewählt werden, dass einmal für die Bodenbearbeitung eine genügend grosse Zeitspanne zur Verfügung steht und dass auch die Erntearbeiten in einer günstigen Jahreszeit durchgeführt werden können. In dieser Hinsicht gelten Zuckerrüben, Mais und Zwischenfrüchte als ungünstige Kulturen.

● Zur Verhinderung von Paraffin-Ausflockungen

ist bei tiefen Temperaturen evtl. die Beimischung eines **Dieseltreibstoff-Zusatzes** erforderlich!
SVLT