

# Bodenverdichtung und Gewässerschutz

Erwin Murer<sup>1\*</sup> und Karin Zehner<sup>1</sup>

## Zusammenfassung

Ein Bodengefügeschaden im Unterboden für bindige Böden infolge landwirtschaftlicher Nutzung kann nach LEBERT et al. (2004) anhand bodenkundlicher Kriterien in Kombination mit bodenphysikalischen Parametern und deren Schwellenwerten ermittelt werden. Aus der bodenphysikalischen Datenbank des Institutes für Kulturtechnik und Bodenwasserhaushalt wurden von 34 landwirtschaftlich genutzten Standorten die gesättigte Wasserleitfähigkeit und Luftkapazität für die Beurteilung auf Verdichtung verwendet. Die Auswertung zeigt, dass 6 Standorte im Unterboden nach diesen Kriterien als schadverdichtet eingestuft werden können.

## Summary

Soil structure damage in the subsoil of cohesive soil materials due to agricultural use can be determined according to LEBERT et al. (2004), based on pedological criteria's in combination with soil physical parameters on the basis of threshold values. From the soil physical database of the Institute for Land and Water Management Research, saturated water conductivity and air capacity from 34 different agricultural fields were used to estimate compactness. The results show that 6 horizons can be classified as harmfully compacted subsoil.

## Einleitung

Unter Bodenverdichtung versteht man die vom Menschen verursachte Verschlechterung der Bodenqualität und der Bodenfunktionen durch erhöhte Bodendichte und verminderte Bodenporosität. Die durch Belastungen entstehende Verdichtung nennt man Sackungsverdichtung. Ursachen für die Entstehung von Sackungsverdichtungen sind das Befahren, Bearbeiten und Betreten der Böden. Sie wirkt sich besonders in einer Abnahme des Porenvolumens, insbesondere des Volumens der Grobporen aus. Zu unterscheiden sind im Ackerbau die Verdichtungen des Oberbodens und des Unterbodens. Verdichtungen in der Krume (Oberboden) werden durch die Bodenbearbeitung mechanisch rückgängig gemacht. Unterbodenverdichtungen stellen jedoch ein ernsthaftes Problem dar, eine Lockerung im Unterboden ist sehr aufwändig und kaum von Dauer. Aber auch durch die Verlagerung von Bodenteilchen in das Grobporensystem hervorgerufen durch innere Erosion bzw. Mikroerosion kommt es zu Bodenverdichtung. Im Vergleich zur Sackungsverdichtung nimmt hier das Volumen der Feinporen zu und das Volumengewicht steigt. Durch die Verengung bzw. Verstopfung der Hohlräume sinkt die Wasser- und Luftleitfähigkeit ebenso wie die Durchwurzelungsfähigkeit.

Ob ein Boden normal verdichtet oder schadverdichtet ist, lässt sich nur im Zusammenhang mit seiner Funktion beurteilen. Aus ökologischer Sicht ist ein Boden als schadverdichtet anzusehen, wenn ausgelöst durch technische Überlastung das Porensystem im Boden so weit reduziert ist, dass die Produktions-, Regelungs- und Lebensraumfunktionen zeitweilig oder dauerhaft beeinträchtigt werden. Das bedeutet für die Ertragsfähigkeit, sowie die Ertragsicherheit und die Entwicklung der landwirtschaftlichen Nutzpflanzen eine erhebliche Beeinträchtigung, da es zu einer Verschlechterung der Versorgung mit Luft und Wasser

führt. Die Infiltration von Niederschlagswasser und das Wasserspeichervermögen sind gestört. Außerdem kommt es zu einer drastischen Verschlechterung der Lebensbedingungen für Bodentiere und Mikroorganismen. Zum Problem wird Bodenverdichtung, wenn Pflanzenwurzeln mit eingeschränktem Tiefenwachstum reagieren oder wenn Schadorganismen von den veränderten Umweltbedingungen profitieren.

Nicht jede Verdichtung des Bodens wird als ökologisch negativ bewertet, da nicht jede Abnahme des Porenvolumens als schädlich bezeichnet werden kann. Böden neigen bereits wegen ihres Eigengewichts zur Verdichtung. In bestimmten Grenzen ist die Verdichtung tolerierbar und ist teilweise als Rückverfestigung erwünscht, wie z.B. zur Herstellung eines abgesetzten Saatbettes mit Bodenschluss.

Zur Bodenverdichtung tragen vorwiegend landwirtschaftliche Nutzfahrzeuge bei. Der vermehrte Einsatz von Großmaschinen, das Befahren von feuchten Böden sowie das mit steigender Leistung der Maschinen zunehmende Gewicht sind dabei wesentliche Faktoren. Darüber hinaus kann auch eine zu hohe Besatzdichte an Großvieh auf Weideflächen zu einer unerwünschten Komprimierung des Bodens führen. Bestimmende Faktoren der Bodenverdichtung sind einerseits technische Faktoren wie Kontaktflächendruck, Radlast, Schlupf und Überrollhäufigkeit, andererseits aber auch natürliche Faktoren wie Wassergehalt, Bodenart, Dichte und Bodengefügeform. Mit zunehmender Radlast reicht die Bodenverdichtung in immer größere Tiefe. Mit der Verwendung breiter Reifen wird der Boden nur dann geschont, wenn die Radlast nicht zunimmt. Bei schweren Maschinen bringt die breite Bereifung oft nicht den gewünschten Effekt.

Bodenverdichtungen sind immer wieder in der Landschaft durch deutliche Kennzeichen zu erkennen, z.B. mehrere Tage stehendes Oberflächenwasser auf Acker-, Weide- oder

<sup>1</sup> Institut für Kulturtechnik und Bodenwasserhaushalt, Bundesamt für Wasserwirtschaft, Pollnbergstraße 1, A-3252 PETZENKIRCHEN

\* Ansprechpartner: [erwin.murer@baw.at](mailto:erwin.murer@baw.at)



Abbildung 1: Deutliche Kennzeichen für Bodenverdichtungen (Foto: E. Murer)

Rekultivierungsflächen ohne Grundwassereinfluss nach der Schneeschmelze oder höheren Niederschlagsmengen. Dies zeigt an, dass die Wasserinfiltration in den Unterboden behindert wird. Die Verdichtung führt zu einer Steigerung des Erosionsrisikos, da der oberflächliche Abfluss überwiegt.

Der Einsatz der heutigen leistungsstarken Landtechnik beschert uns im Ackerbau deutlich ausgeprägte Unterschiede im Bodengefüge in der Krume und im Unterboden. In der Krume können optimale Bedingungen für den Pflanzenbau (Auflockerung, Wenden, Verdichten) geschaffen werden. Zeitlich können Probleme durch erhöhten Oberflächenabfluss nach der Ernte von z.B. Mais und Rübe durch die fast flächendeckende Befahrung und damit eine „Versiegelung“ der Oberfläche des Standortes auftreten (Abbildung 1).

Die tatsächliche Verdichtung hängt im Wesentlichen vom Wassergehalt zum Zeitpunkt der Bodenbearbeitung ab. Die Bodenverdichtung findet damit meist auf der Schlaggröße statt. Allerdings können auch noch auf einem Schlag unterschiedliche Wassergehalte vorliegen (z.B. am Ober- und Unterhang, lokale Nassstellen, Einfluss von Dränagen, lokal vorhandene Verdichtungen), sodass sich unterschiedliche Grade der Verdichtung ergeben können. Die Erfahrung aus Rekultivierungsgebieten lehrt, dass Nassstellen immer größer werden und dass ihr Ertrag abfällt und irgendwann „ist das Vorgewende überall“, d.h., dass der verdichtete Anteil laufend wächst.

Im Feld lässt sich eine schädliche Verdichtung an kompakten, porenarmen, scharfkantigen Aggregaten, an bläulicher Farbe, Bleich- und Oxidationszonen, fauligem Geruch und an eingeschränkter Durchwurzelung erkennen. Diese halbquantitativen Feststellungen sind für eine numerische Bewertung der Auswirkungen auf die Bodenfunktionen jedoch nicht ausreichend.

## Material und Methoden

Ein Bodengefügeschaden im Unterboden für bindige Böden infolge nutzungsbedingter Verdichtung kann in Kombination anhand bodenkundlicher Kriterien und auf der Basis von bodenphysikalischen Parametern und deren Schwellenwerten (LEBERT et al. 2004) ermittelt werden (Tabelle 1). Die Feldgefügeansprache ist notwendig um bodengenetisch bedingte Verdichtungen von anthropogenen Gefügeschäden zu unterscheiden.

Tabelle 1: Bewertungskriterien für den Einzelfall nach LEBERT et al. (2004)

Kennwert	Bewertung
Feldgefügeansprache (KA4, 1994; DIN V 19688; Harrach, 1984, Dietz und Weigelt, 1997)	Stufe 4 und 5
Groporen bzw. Luftkapazität	<5%
gesättigte Wasserdurchlässigkeit	<10 cm/d

## Ergebnisse

In der Datenbank des Institutes für Kulturtechnik und Bodenwasserhaushalt sind umfassende bodenphysikalische Untersuchungsergebnisse enthalten. Die Lage der Probenahmestellen und die untersuchten Parameter können im Internet unter [www.bodenkarte.at](http://www.bodenkarte.at) eingesehen werden. Aus diesem Datensatz wurden 34 verschiedene landwirtschaftlich genutzte Ackerstandorte ausgewählt. Es wurden die Daten der gesättigten Wasserleitfähigkeit und der Luftkapazität der einzelnen Horizonte gegenübergestellt (Abbildung 2). Eine Bewertung nur nach den bodenphysikalischen Schwellenwerten (Tabelle 1) ergibt 16 Standorte mit Schadverdichtung. Durch Einbeziehung bodenkundlicher Informationen (Bodentyp, Horizontbezeichnung) wurden 10 Standorte mit Verdichtungen natürlichen Ursprungs und 6 Standorte mit Verdichtungen im Unterboden mit anthropogenem Hintergrund identifiziert.

## Diskussion

Mit der Entstehung von Hochwässern stehen der Boden und die den Bodenwasserhaushalt steuernden Größen immer mehr im Mittelpunkt. Hochwässer entstehen dann, wenn bei starken Niederschlägen die Speicherfähigkeit des Bodens überschritten wird (KLAGHOFER 2003). Wird durch Fehler bei der Kulturführung der Boden verdichtet, so verändert sich das Infiltrationsvermögen. Der Oberflächenabfluss und die Hochwasserhäufigkeit nehmen zu. Durch die Klimaänderung wird dieses Problem infolge der Zunahme der Niederschlagsintensität zusätzlich verschärft (GRÜNEWALD 2008). Die Anwendung dieses Indikatorenmodells ermöglicht grundsätzlich die Identifikation einer Schadverdichtung im Einzelfall. Problematisch scheinen die Festsetzung der Schadschwelle auf 5 Vol.-% Luftkapazität für Sandböden und die Schwankungsbreiten der gesättigten Wasserleitfähigkeit zu sein. Des Weiteren ergeben sich offene Fragen, inwieweit im konkreten Fall von einer verdichteten Fläche ausgegangen werden kann. Der Gesamtteil der verdichteten Bodenschicht an der Fläche sowie deren Tiefenlage und Mächtigkeit müssen berücksichtigt werden (CRAMER 2006).

In Hinblick auf die Auswirkungen von Bodenverdichtungen auf den Wasserhaushalt (z.B. Oberflächen- und Lateralabfluss, Infiltration) sind noch viele offene Fragen zu klären. Vor allem fehlt es noch an ausreichend verifizierten Methoden für eine klare Abgrenzung von Bodengefügeschäden zur Beurteilung der Beeinträchtigung der Bodenfunktionen.

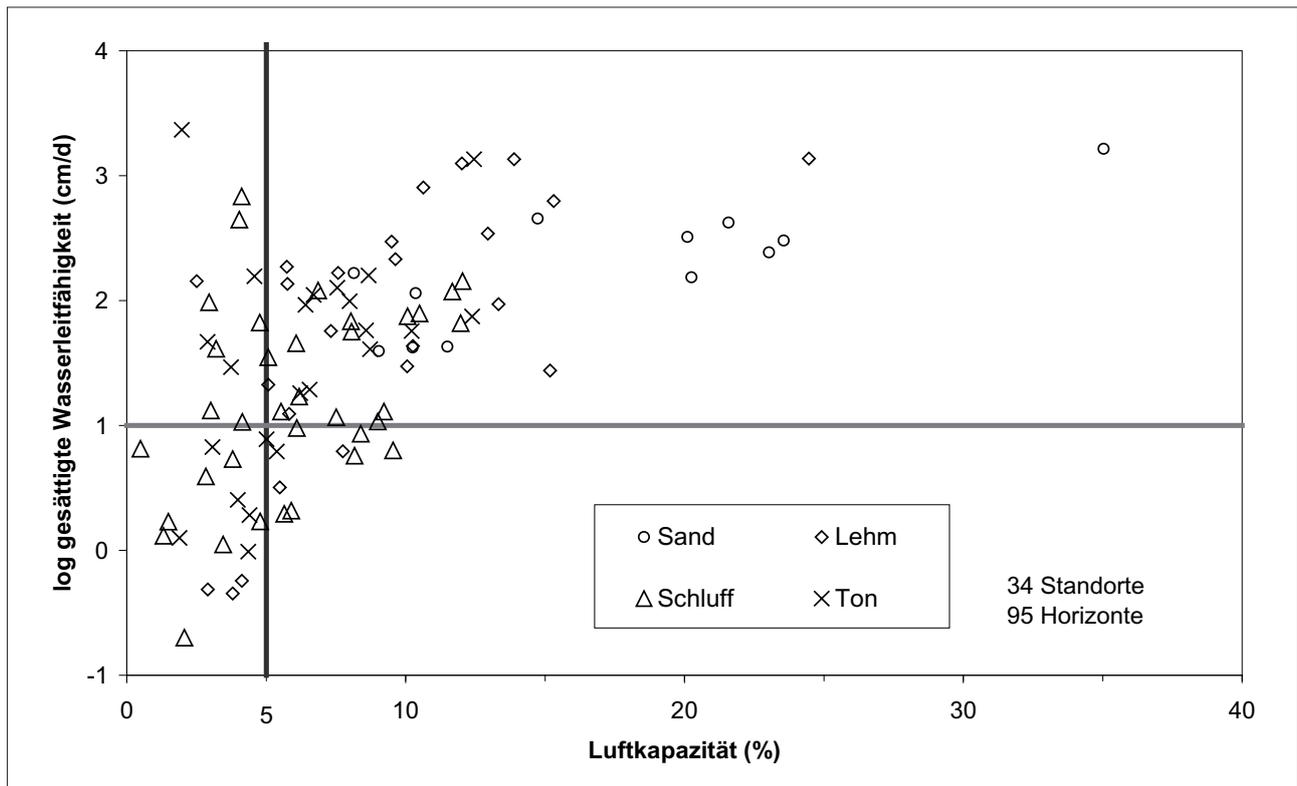


Abbildung 2: Bewertung auf schädliche Bodenverdichtung anhand bodenphysikalischer Schwellenwerte

## Literatur

- CRAMER, B., 2006: Überprüfung von Bewertungsmodellen zur Identifikation und Prognose von Schadverdichtungen auf Ackerböden in Nordrhein-Westfalen. Dissertation der Hohen Landwirtschaftlichen Fakultät der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität zu Bonn.
- DIETZ, T. und H. WEIGELT, 1997: Bodenstruktur erkennen und beurteilen. Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau. Sonderdruck dlz agrarmagazin, München, 2. geänderte Auflage.
- DIN V 19688, 2001: Bodenbeschaffenheit - Ermittlung der mechanischen Belastbarkeit von Böden aus der Vorbelastung.
- GRÜNEWALD, U., 2008: Klimawandel, Hochwasserrisikomanagement und Bewirtschaftung der Wasserressourcen in Flusseinzugsgebieten.

KW Korrespondenz Wasserwirtschaft, Vol. 1, 1, 23-28.

- HARRACH, T., 1984: Lockerungsbedürftige Böden einfach und sicher erkennen. In: Bodenfruchtbarkeit in Gefahr? Arbeiten der DLG 179, DLG-Verlag, Frankfurt.
- KA4, 1994: Ad-hoc-AG Boden, Bodenkundliche Kartieranleitung. 4. Aufl., Hannover.
- KLAGHOFER, E., 2003: Hochwasser und Landnutzung. Schriftenreihe BAW, 19, 60-69. Bundesamt für Wasserwirtschaft.
- LEBERT, M., J. BRUNOTTE und C. SOMMER, 2004: Ableitung von Kriterien zur Charakterisierung einer schädlichen Bodenveränderung, entstanden durch nutzungsbedingte Verdichtung von Böden/Regelungen zur Gefahrenabwehr. Forschungsbericht 200 71 245, UBA-FB 000706.