

Tagungsbeitrag zu: Jahrestagung der
DBG - Kommission VI

Titel der Tagung: Böden - Lebensgrund-
lage und Verantwortung

Veranstalter: DBG, 07.-12.09.2013,
Rostock

Berichte der DBG (nicht begutachtete
Online-Publikation)

<http://www.dbges.de>

Bodenstrukturzustand der unteren Ackerkrume auf langfristig konservie- rend und tiefenreduziert bewirtschafte- ten Ackerflächen in Mitteldeutschland

P. Götze¹, J. Rücknagel¹, O. Christen¹

Zusammenfassung

Bisher liegen nur wenige Untersuchungen vor, die den Einfluss langjähriger konservierender und tiefenreduzierter Bodenbearbeitung auf den Bodenstrukturzustand der unteren, nicht mehr bearbeiteten, Ackerkrume unter Praxisbedingungen erfasst haben. Daher wurden im Frühjahr 2011 auf 24 langfristig pfluglos bewirtschafteten Flächen in Mitteldeutschland Bodenproben entnommen, um daran den Bodenstrukturzustand (Parameter: Trockenrohdichte, effektive Lagerungsdichte, Spatendiagnose, gesättigte Wasserleitfähigkeit, Luftkapazität) im Bereich unterhalb des Bearbeitungshorizontes zu bestimmen. Es sollte überprüft werden, ob sich in der unteren Ackerkrume Bodenverdichtungen einstellen, welche die Funktionalität der Bodenstruktur einschränken. Die Ergebnisse zeigen, dass die in der Literatur getroffenen Aussagen zur besseren Tragfähigkeit und geringeren Verdichtungsgefährdung konservierend bearbeiteter Flächen auf die realen Bedingungen in der Praxis nur bedingt übertragbar sind. Vielmehr werden die funktionellen Anforderungen an den Bodenstrukturzustand in der beprobten Schicht auf einem Großteil der untersuchten Flächen nicht vollständig erfüllt.

Schlüsselworte: Bodenstrukturzustand, konservierende Bodenbearbeitung, Bodenschadverdichtung

Einleitung

Konservierende Bodenbearbeitungsverfahren sind in der landwirtschaftlichen Praxis weit verbreitet. Als Vorteile dieser Bewirtschaftungsform werden neben verringerten Arbeitserledigungskosten und geringerer Erosionsgefährdung oftmals auch eine günstigere Bodenstruktur sowie eine geringere Bodenschadverdichtungsgefährdung genannt. Bei langjähriger konservierender und zudem tiefenreduzierter Bodenbearbeitung bildet sich unterhalb des Bearbeitungshorizontes eine kompakte untere Ackerkrume heraus. Dieser Bereich weist oftmals hohe Eigenstabilitäten auf, was durchaus gewollt ist, da so die bei der Befahrung auftretenden Kräfte besser kompensiert werden können. Allerdings müssen auch die Anforderungen an eine funktionsfähige Bodenstruktur erfüllt werden, damit die untere Ackerkrume keine Barriere für das Pflanzenwurzelwachstum darstellt. Es liegen bisher jedoch nur wenige Untersuchungen vor, die die Bodenstruktur der unteren Ackerkrume von langfristig konservierend und tiefenreduziert bewirtschafteten Praxisflächen untersucht haben. In diesem Beitrag werden daher Ergebnisse aus Mitteldeutschland vorgestellt.

Material und Methoden

Im Frühjahr 2011 wurden auf 24 Ackerflächen in den Bundesländern Sachsen-Anhalt (n = 9), Sachsen (n = 6), Thüringen (n = 8) und Brandenburg (n = 1) Bodenstrukturuntersuchungen vorgenommen. Voraussetzung hierfür war, dass die jeweilige Fläche seit mindestens zehn Jahren nichtwendend und tiefenreduziert bewirtschaftet wird. Es wurde versucht ein möglichst breites Spektrum unterschiedlicher Standorte zu beproben. Abbildung 1 zeigt hierzu die Bodenartenverteilung der untersuchten Flächen. Diagonal zur Hauptbearbeitungsrichtung wurden im Abstand von jeweils zehn Metern insgesamt fünf Grablöcher ausgehoben.

¹ Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg
Professur Allgemeiner Pflanzenbau/ÖL
Betty-Heimann-Str. 5; 06120 Halle/Saale
philipp.goetze@landw.uni-halle.de

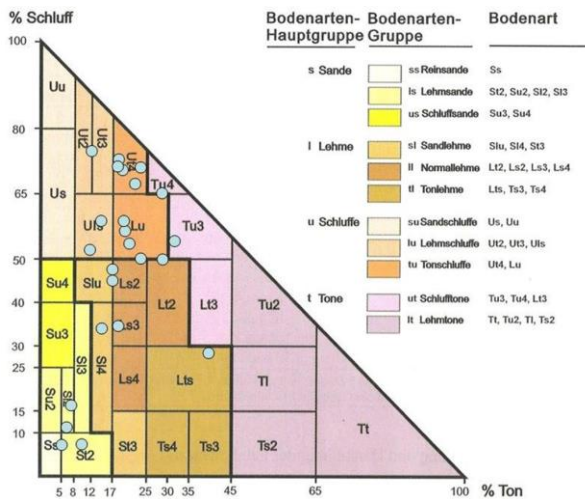


Abb. 1: Bodenartenverteilung der Flächen

Mit Hilfe der Spatendiagnose nach Diez und Weigelt (1997) wurde der Bearbeitungshorizont identifiziert und die darunter liegende, langjährig unbearbeitete Ackerkrume gezielt beprobt werden. Hierzu wurden je Grabloch zwei, insgesamt also 10 Stechzylinder (250 cm³, h = 6 cm) entnommen. An diesen wurden die bodenphysikalischen Parameter Luftkapazität, gesättigte Wasserleitfähigkeit sowie die Trockenrohdichte nach DIN-Vorschriften bestimmt. An Mischproben aus derselben Bodentiefe wurde die Korngrößenverteilung ermittelt. So konnte die effektive Lagerungsdichte (AG Boden 2005) sowie der Lagerungsdichterichtwert nach Petelkau et al. (2000) berechnet werden. Auf grobbodenhaltigen Flächen wurden an jedem Stechzylinder der Grobboden- und Feinbodengehalt erfasst. Die Ergebnisse beziehen sich auf den Feinboden.

Die Identifikation von Bodenstrukturschäden erfolgt in Anlehnung an das Indikatorsystem von Lebert et al. (2004). Zusätzlich werden die Parameter Trockenrohdichte und die effektive Lagerungsdichte verwendet (Tab. 1). Die untersuchten Flächen werden anhand der Ergebnisse der bodenphysikalischen Untersuchungen und auf Grundlage der Schwellenwerte (Tab. 1) in sogenannte Bodenstrukturkategorien eingeteilt (Tab. 2). Je höher die den jeweiligen Praxisflächen zugeordnete Bodenstrukturkategorie ist, desto wahrscheinlicher ist das Vorhandensein einer Bodenschadverdichtung mit negativen Auswirkungen auf bodenökologische Eigenschaften und das

Pflanzenwachstum in der beprobten Tiefe.

Tabelle 1: Verwendete Parameter und Schwellenwerte (LK: Luftkapazität, kf: gesättigte Wasserleitfähigkeit, SD: Spatendiagnose, TRD: Trockenrohdichte, LDeff: effektive Lagerungsdichte)

Parameter	Schwellenwert	Quelle
LK	< 8 Vol.%	Werner u. Paul (1999)
kf	< 10 cm d ⁻¹	Werner u. Paul (1999)
LDeff	≥ 1,7	BGS (2009)
TRD	> Richtwert + 0,05 g cm ⁻³	Petelkau et al. (2000)
SD	≥ Stufe 3,5	Diez u. Weigelt (1997)

Tabelle 2: Kriterien zur Einordnung der Flächen in Bodenstrukturkategorien

Bodenstrukturkategorie	Schwellenwert Über- bzw. Unterschreitung
0	kein Parameter
1	ein Parameter
2	zwei Parameter
3	drei Parameter
4	vier Parameter
5	fünf Parameter

Ergebnisse

Die Abbildung 2 zeigt die Häufigkeit der Einordnung von Flächen in Bodenstrukturkategorien (BSK). Sieben der 24 Flächen zeigen keine Schwellenwertüber- bzw. -unterschreitung (BSK 0). 17 der 24 Flächen über- bzw. unterschreiten einen oder mehrere Schwellenwerte. Eine Fläche ist in der beprobten Tiefe zweifelsfrei schadverdichtet, da die Schwellenwerte aller untersuchten Parameter über- bzw. unterschritten werden (BSK 5). In Abhängigkeit der Bodenart ergeben sich Tendenzen dahingehend, dass grobboden-

haltige Böden sowie Sande in niedrigere BSK eingeordnet werden.

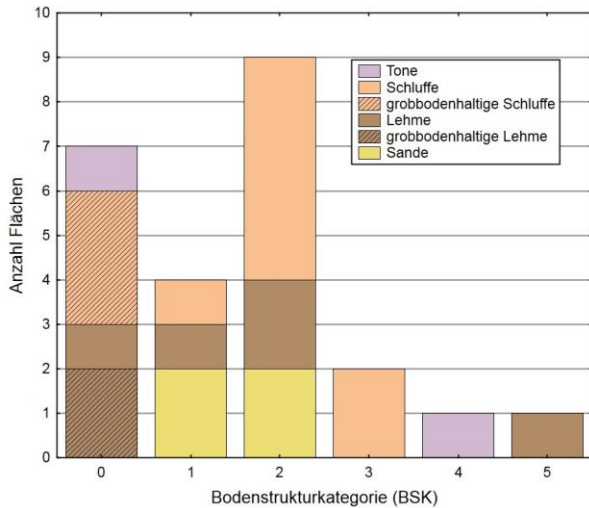


Abb. 2: Einordnung der Flächen in Bodenstrukturkategorien

In Abbildung 3 sind die Häufigkeiten der Über- bzw. unterschreitung von Schwellenwerten der untersuchten Einzelparameter dargestellt.

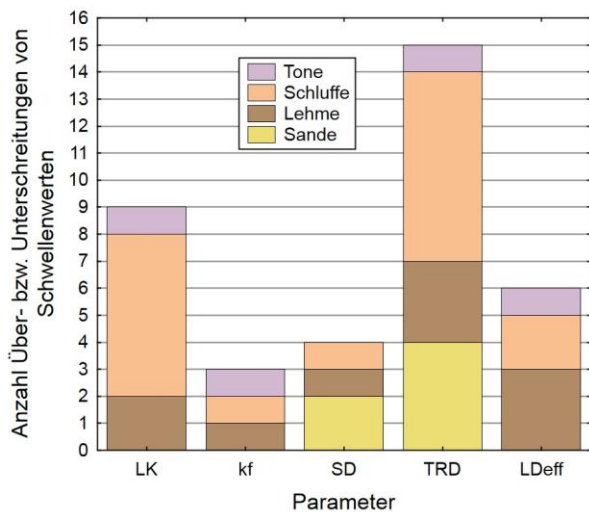


Abb. 3: Häufigkeit der Über- bzw. Unterschreitung von Schwellenwerten (LK: Luftkapazität, kf: gesättigte Wasserleitfähigkeit, SD: Spatendiagnose, TRD: Trockenrohdichte, LDeff: effektive Lagerungsdichte)

Am häufigsten werden hierbei die Schwellenwerte der Parameter Trockenrohdichte und Luftkapazität über- bzw. unterschritten. Dagegen weisen nur drei Flächen zu niedrige gesättigte Wasserleitfähigkeiten in der beprobten Tiefe auf. Vier Flächen überschreiten den Schwellenwert der Spatendiagnose und sechs Flächen den der effektiven Lagerungsdichte. Alle vier Sande überschreiten den Schwellenwert der Trockenrohdichte.

Zwei Sande zeigen zudem anhand der Schwellenwertüberschreitung der Spatendiagnose einen ungünstigen Bodenstrukturzustand in der beprobten Tiefe an. In Abb. 4 ist der Zusammenhang zwischen Luftkapazität und gesättigter Wasserleitfähigkeit der untersuchten Flächen dargestellt. Neben den Sanden sind ebenfalls die grobbodenhaltigen Böden durch hohe Luftkapazitäten des Feinbodens und hohe gesättigte Wasserleitfähigkeiten gekennzeichnet. Die ausreichenden gesättigten Wasserleitfähigkeiten der grobbodenfreien Tone, Schluffe und Lehme deuten bei den geringen Luftkapazitäten auf ein gut ausgebildetes vertikal - kontinuierliches Grobporensystem hin.

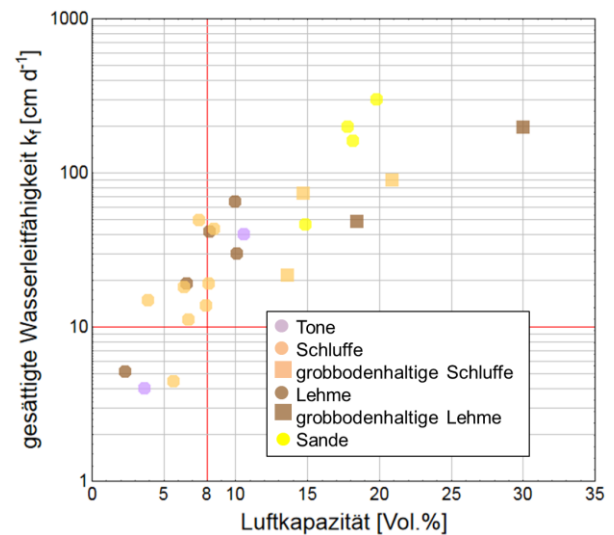


Abb. 4: Zusammenhang zwischen Luftkapazität und gesättigter Wasserleitfähigkeit der untersuchten Flächen.

Diskussion

Die Ergebnisse bestätigen Angaben der Literatur zu hohen Trockenrohdichten und geringen Luftkapazitäten bei dennoch gut ausgeprägten Wasserinfiltrationseigenschaften konservierend bearbeiteter Flächen (u.a. Heard et al. 1988, Hofmann et al. 1993). Dennoch können auf Flächen, die bei zumindest einem Parameter Schwellenwertüber- bzw. unterschreitungen aufweisen, Beeinträchtigungen der Bodenfunktionen in der beprobten Tiefe nicht ausgeschlossen werden.

Die Ergebnisse lassen weiter vermuten, dass die grobbodenhaltigen Böden sowie die Sande besonders für die konservierende Bodenbearbeitung geeignet sind,

da die entsprechenden Flächen in BSK 0 (grobbodenhaltige Böden), sowie BSK 1 und 2 (Sande) eingeordnet werden. Bei den Flächen der anderen Hauptbodenarten sind solche Tendenzen nicht vorhanden. Allerdings sind diese Tendenzen kritisch zu prüfen. Die grobbodenhaltigen Flächen über- bzw. unterschreiten keine Schwellenwerte, da der Feinboden eine äußerst geringe Trockenrohdichte und hohe Luftkapazität aufweist. Das kann mehrere Ursachen haben. Auf der einen Seite ist mit einer Beeinträchtigung der Bodenprobe bei der Probenahme zu rechnen. Das Einschlagen der Stechzylinder in den steinigen Boden hat zwangsläufig eine Auflockerung des Bodenverbandes zur Folge, die mit einer Zunahme der Luftkapazität und Abnahme der Trockenrohdichte verbunden ist. Somit können die Laborergebnisse von den realen Zuständen im Feld abweichen. Neben dieser methodischen Ursache hat der Grobbodenanteil durchaus einen Einfluss auf den Dichtezustand des Feinbodens. Saini und Grant (1980) sowie Rücknagel et al. (2013) konnten an Kompressionsversuchen nachweisen, dass mit zunehmendem Grobbodenanteil die Verdichtbarkeit des Feinbodens abnimmt. Dementsprechend nimmt auch dessen Trockenrohdichte ab (Stewart et al. 1970) und die Luftkapazität steigt an (Ravina und Magier 1984).

Die Sande erfüllen selbst bei hohen Lagerungsdichten die Anforderungen an den Gasaustausch und die Wasserinfiltration. Bodenschadverdichtungen mit negativen Auswirkungen auf bodenökologische Eigenschaften und das Pflanzenwachstum können mit den Parametern gesättigte Wasserleitfähigkeit und Luftkapazität demnach nicht identifiziert werden. Lebert et al. (2004) empfehlen daher die alleinige Anwendung der Spatendiagnose. Nach diesem Maßstab sind 2 Sande in der beprobten Tiefe als schadverdichtet anzusprechen. Eine Ergänzung des Indikatorsystems um den Parameter Trockenrohdichte mit den texturabhängigen Lagerungsdichterichtwert nach Petelkau et al. (2000) erweitert hierbei die Möglichkeiten zur Beurteilung der Bodenstruktur von Sanden.

Literatur

- AG Boden (2005): Bodenkundliche Kartieranleitung. 5. verbesserte und erweiterte Auflage, Hannover 2005.
- BGS - Bodenkundliche Gesellschaft der Schweiz (2009): Arbeitshilfe zur Erfassung und Beurteilung von Bodenschadverdichtungen. [http://www.soil.ch/doku/physikalisch_arbeitshilfe_ii.pdf].
- Diez, T., Weigelt, H. (1997): Bodenstruktur erkennen und beurteilen. Bayrische Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau (Hrsg.), Sonderdruck dlz-Agrarmagazin, München, 2. geänderte Auflage.
- Heard, J.R., Kladvik, E., Mannering, J.V. (1988): Soil Macroporosity, Hydraulic Conductivity and Air Permeability of Silty Soils under Long-Term Conservation Tillage in Indiana. *Soil Till. Res.* 11, S. 1-18.
- Hofmann, B., Rübiger, H., Dunkel, J. (1993): Der Einfluss gefügeschonender Bearbeitung auf ausgewählte Bodeneigenschaften und Erträge eines lehmigen Sandbodens in Mitteldeutschland. *Kühn-Arch.* 87 (2), S. 137-145.
- Lebert, M., Brunotte, J., Sommer, C. (2004): Ableitung von Kriterien zur Charakterisierung einer schädlichen Bodenveränderung, entstanden durch nutzungsbedingte Verdichtung von Böden / Regelungen zur Gefahrenabwehr. UBA Texte 46/04.
- Petelkau, H., Seidel, K., Frielinghaus, M. (2000): Ermittlung des Verdichtungswiderstandes von Böden des Landes Brandenburg und Bewertung von Landmaschinen und landwirtschaftlichen Anbauverfahren hinsichtlich der Beeinträchtigung von Bodenfunktionen durch Verursachung von schwer regenerierbaren Schadverdichtungen. Abschlussbericht zum Werkvertrag Nr. 350.214 des Ministeriums für Umwelt, Naturschutz und Raumordnung des Landes Brandenburg.
- Ravina, I., Magier, J. (1984): Hydraulic Conductivity and Water Retention of Clay Soils Containing Coarse Fragments. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 48, S. 736-740.
- Rücknagel, J., Götze, P., Hofmann, B., Christen, O., Marschall, K. (2013): The influence of soil gravel content on compaction behaviour and pre-compression stress. *Geoderma* 209-210, S. 226-232.
- Saini, G.R., Grant, W.J. (1980): Long-term effects of intensive cultivation on soil quality in the potato-growing areas of New Brunswick (Canada) and Maine (U.S.A.). *Can. J. Soil Sci.* 60, S. 421-428.
- Stewart, V. I., Adams, W. A., Abdulla, H. H. (1970): Quantitativ pedological studies on soil derived from silurian mudstones. II. The relationship between stone content and the apparent density of the fine earth. *J. Soil Science* 21 (2), S. 248 - 255.
- Werner, D., Paul, R. (1999): Kennzeichnung der Verdichtungsgefährdung landwirtschaftlich genutzter Böden. *Wasser & Boden*, 51/12, S. 10-14.