

## Effekte reduzierter Bodenbearbeitung auf Bodeneigenschaften in der Praxis des ökologischen Ackerbaus

Schmidt, H.<sup>1</sup>

*Keywords: tillage, soil, organic matter, nutrients, pore volume*

### Abstract

*On thirty fields of fifteen organic farms with reduced tillage practices several parameters were investigated from three soil layers in 2007 to 2008. Eight farms are working with a significantly reduced tillage depth and seven farms with non-turning tillage, but deep soil loosening. On average an accumulation of organic matter and several nutrients in the upper soil layer were found. The difference in organic matter content between the two upper soil layers were positive correlated with the duration of the tillage practice. Also the pore volume was much higher in the upper soil layer, strongly correlated with the organic matter content. The results confirm the observations of the farmers about the advancement of the soil's physical properties.*

### Einleitung und Zielsetzung

Das Thema reduzierte Bodenbearbeitung gewinnt auch im Ökolandbau wieder zunehmend an Bedeutung, besonders vor dem Hintergrund der Notwendigkeit die Energieeffizienz weiter zu steigern und aus Gründen des Bodenschutzes. Um die Praxiserfahrungen mit funktionierenden Bodenbearbeitungsverfahren ohne krummentiefes Pflügen für möglichst viele Interessierte verfügbar zu machen, wurden in den Jahren 2007 bis 2010 von der Stiftung Ökologie & Landbau auf 15 Betrieben Informationen gesammelt und Untersuchungen durchgeführt. Das Projekt wurde vom Bundesprogramm Ökologischer Landbau gefördert. Nachfolgend werden ausgewählte Ergebnisse zu Auswirkungen der Bodenbearbeitung auf Bodeneigenschaften und auf Zusammenhänge mit anderen Standort- und Bewirtschaftungsgrößen analysiert.

### Methoden

Im Zeitraum Herbst 2007 bis Frühsommer 2008 wurden auf 15 Betrieben, an je zwei Messpunkten auf insgesamt 30 Schlägen, Bodenproben entnommen. Die Betriebe verzichteten zu diesem Zeitpunkt seit mindestens vier Jahren auf ein krummentiefes Pflügen ( $\varnothing$  15 Jahre). Auf acht Betrieben liegt die maximale Bearbeitungstiefe bei durchschnittlich 10 cm, eingesetzt werden Ecomat, Stoppelhobel bzw. verschiedene Grubber. Die anderen sieben Betriebe lockern nicht wendend, aber krummentief mit verschiedenen Dammkultursystemen oder Grubbern auf im Mittel 27 cm. Auf allen Schlägen wurden drei Bodenschichten beprobt: 1) Oberkrume: bei allen Betrieben bearbeitet ( $\varnothing$  bis 13 cm), 2) Unterkrume: nur bei krummentiefer Bearbeitung gelockert ( $\varnothing$  bis 25 cm) und 3) Unterboden: nicht bearbeitet. Die Tiefen variierten je Bearbeitungsverfahren. Detaillierte Angaben zu den Betrieben, Bodenbearbeitungsverfahren und Einzelheiten der Methodik finden sich bei Schmidt (2010). Tabelle 1 enthält die hier geprüften Bodenparameter und Einflussgrößen. Bei der statistischen Auswertung wurden mit dem Programm SPSS t-Tests und Korrelationsanalysen berechnet.

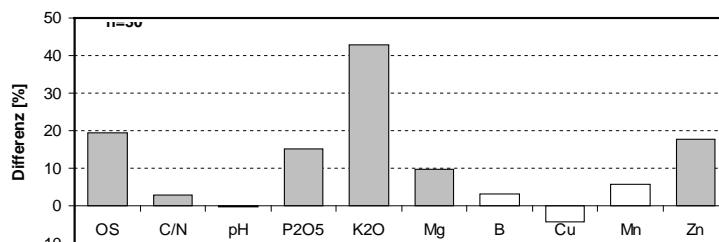
<sup>1</sup> Stiftung Ökologie & Landbau, Weinstr. Süd 51, D-67098 Bad Dürkheim, schmidt@soel.de

**Tabelle 1: Erfasste Bodenparameter und mögliche Einflussgrößen**

Parameter	Methode	Einflussgrößen
Porenvolumen [Vol. %]	aus Trockenrohdichte berechnet	Mittlere Jährstemperatur und Niederschlagssumme
Ton-, Schluff- & Sandanteil [%]	aus 2 mm-Faktion	max. Arbeitstiefe
OS: Organische Substanz [%]	Elementar-Autoanalyser (Corg & Nt)	Jahre seit Umstellung der Bodenbearbeitung
C/N-Verhältnis		
pH-Wert	nach VDLUFA	10 Jahre Bewirtschaftung:
Verfügbare Makronährstoffe ( $P_2O_5$ , $K_2O$ & Mg) [mg/100 g]	nach VDLUFA	- Anzahl Jahre Kleegras, Drusch-, & Hackfrüchte
Verfügbarer Mikronährstoffe (B, Cu, Mn, Zn) [mg/kg]	nach VDLUFA	- Mist- & Güllemenge
		- Jahre Strohdüngung

## Ergebnisse und Diskussion

Viele Effekte von Bodenbearbeitungsverfahren auf den Boden haben ihre Ursache in der unterschiedlichen Einmischung von organischem Material wie Pflanzenresten und Düngern. Während die krumentief wendende Bearbeitung mit dem Pflug mittelfristig eine vollständige Mischung der gesamten Krume bewirkt, bleibt bei Verfahren ohne eine tiefe Wendung meist ein größerer Anteil der organischen Materialien in oberflächennahen Schichten. Die dadurch verursachte Anreicherung von organischer Substanz (OS) und Nährstoffen im oberen Bereich der Krume konnte im Mittel aller geprüften Schläge für eine Reihe von Parametern bestätigt werden (Abb. 1). Die besonders ausgeprägte Anreicherung von Kali kann mit den relativ hohen K-Gehalten in Ernterückständen, wie z. B. in Stroh und Kartoffelkraut, zusammenhängen.

**Abbildung 1: Mittel der Differenzen von Ober- und Unterkrume der Parameter in Prozent des Oberkrumengehaltes (alle Schläge; grau: signifikant > 0, t-Test)**

Die OS-Gehalte landwirtschaftlicher Böden werden von einer Reihe von Standort- und Bewirtschaftungsgrößen beeinflusst. Dies zeigt auch die Korrelationsanalyse vom OS-Gehalt in der Krume mit einigen der erfassten Einflussgrößen (Tab. 2).

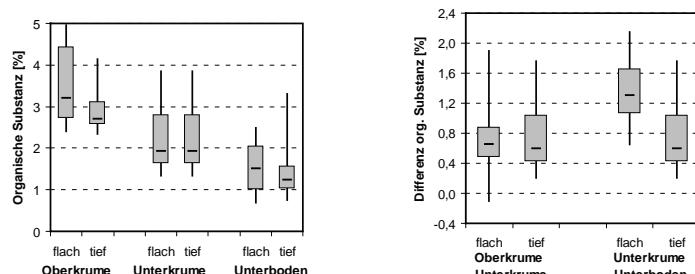
Bei flacher und bei tiefer Bearbeitung wiesen die OS-Gehalte ähnliche, abnehmende Gradienzen von der Oberkrume bis zum Unterboden auf (Abb. 2). Dieser Sachverhalt bestätigt Ergebnisse aus Feldversuchen über eine OS-Anreicherung in der Oberkrume, unabhängig davon, ob nicht wendende Bearbeitungsverfahren flach oder krumentief eingesetzt werden (Schmidt et al. 2010, Tebrügge & Düring 1999).

**Tabelle 2: Koeffizienten der Korrelationen von OS-Gehalt und Porenvolumen mit möglichen Einflussgrößen (nur signifikante Korrelationen dargestellt)**

Faktor	Oberkrume		Unterkrume		Differenz <sup>1</sup>	
	OS <sup>2</sup>	Poren	OS	Poren	OS	Poren
<b>Temperatur</b>	-	-	-0,45	-0,49	-	-
<b>Ton</b>	0,56	-	0,71	-	-	-
<b>Schluff</b>	-	-	-	0,66	-	-
<b>Sand</b>	-	-	-0,48	-0,63	-	-
<b>pH</b>	0,54	-	0,42	-	-	-
<b>OS</b>		0,56	-	0,56	-	-
<b>max. Tiefe</b>	-0,41	-	-0,57	-0,41	-	-
<b>Jahre</b>	-	-	-	-	0,57	-
<b>Mist</b>	-	-	-0,45	-	-	-
<b>Hackfrüchte</b>	-0,37	-	-	-	-	-
<b>Druschfr.</b>	0,45	-	0,51	-	-	-

<sup>1</sup> Oberkrume – Unterkrume; <sup>2</sup> organische Substanz

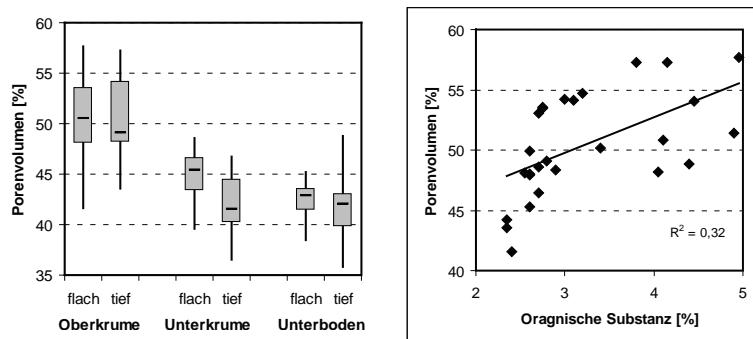
Während bei den absoluten OS-Gehalten die Größe maximale Bearbeitungstiefe den Einfluss der Bodenbearbeitung wider spiegelte, wurde die Differenz der OS-Gehalte von Ober- und Unterkrume besonders durch die Dauer des reduzierten Bodenbearbeitungsverfahrens beeinflusst (Tab. 2). Weitere signifikante Korrelationen wurden hier nicht gefunden. Unabhängig von Standort und Bewirtschaftung ist daher, nach Umstellung der Bodenbearbeitung auf nicht wendende Verfahren, mit einer zunehmenden vertikalen Differenzierung der OS-Gehalte innerhalb der Krume zu rechnen. Die Differenzen der OS-Gehalte von Unterkrume und Unterboden liegen bei flacher Bearbeitung meist deutlich höher als bei krummentiefer Lockerung des Bodens (signifikant nach t-Test). Eine signifikant negative Korrelation weist auf einen Einfluss der Bearbeitungstiefe hin (nicht dargestellt).



**Abbildung 2: Boxplots der Gehalte an organischer Substanz (links) und der Differenzen der Gehalte an organischer Substanz von Ober- und Unterkrume (rechts), jeweils gruppiert nach flacher und krummentiefer Bearbeitung**

Das in abgesetztem Boden bestimmte Porenvolumen lag in der Oberkrume meist deutlich über dem der Unterkrume (Abb. 3). Bei Böden mit krummentiefer Lockerung, lag das mittlere Porenvolumen der Unterkrume auf niedrigerem Niveau als bei Böden mit ausschließlich flacher Bearbeitung (signifikant nach t-Test). Die krummentiefe, nicht wendende Lockerung des Bodens scheint hier keine langfristigen positiven Auswirkungen auf das Porenvolumen zu haben. Als Faktoren des Porenvolumens war für die Oberkrume nur der OS-Gehalt signifikant (positiv), für die Unterkrume war u.a. auch die Bearbeitungstiefe bedeutend (negativ; Tab. 2). Höhere Porenvolumina in der Unterkrume bei flacher Bearbeitung können mit der ungestörteren Entwicklung von stabilen biologischen Makroporen zusammenhängen (Glab

& Kulig 2008). Bei krummentiefer Lockerung des Bodens werden die Bioporen hingegen gestört.



**Abbildung 3: Boxplots des Porenvolumens, gruppiert nach flacher und krummentiefer Bearbeitung (links) und Zusammenhang zwischen Gehalt an organischer Substanz und Porenvolumen in der Oberkrume (rechts)**

### Schlussfolgerungen

Die Untersuchung von Ökobetrieben, die auf eine tief wendende Bodenbearbeitung verzichten, bestätigt zahlreiche Effekte auf den Boden, die bisher vor allem in Feldversuchen ermittelt wurden. Die Anreicherung von organischer Substanz und die hohen Porenvolumina im Bereich der oberen Krume weisen nach derzeitigem Erkenntnisstand im Vergleich zu krummentief wendenden Verfahren auf eine höhere Stabilität der Oberflächenstruktur, eine höhere Wasserverdaulichkeit und -haltefähigkeit sowie eine geringere Erosionsneigung der Böden hin. Dies stimmt mit den Beobachtungen der beteiligten Landwirte zur Entwicklung der Bodeneigenschaften seit Umstellung der Bodenbearbeitung meist überein.

### Literatur

- Glab T., Kulig B. (2008): Effect of mulch and tillage system on soil porosity under wheat (*Triticum aestivum*). *Soil Tillage Res* 99:169-178.  
 Schmidt H. (Hrsg.) (2010): Öko-Ackerbau ohne tiefes Pflügen. Köster, Berlin, 285 S.  
 Schmidt H., Schulz F., Leitholf, G., Brock C. (2010): Ökologischer Ackerbauversuch Gladbacherhof – Effekte unterschiedlicher Bodenbearbeitung. In Schmidt H. (Hrsg.): Öko-Ackerbau ohne tiefes Pflügen, Köster, Berlin, S. 257-261.  
 Tebrügge F., Düring R.A. (1999): Reducing tillage intensity- a review of results from a long-term study in Germany. *Soil Tillage Res* 53:15-28.