

Humusmenge in der Ackerkrume nach langjährig differenzierter Intensität der Grundbodenbearbeitung

Krawutschke, M.^{1,2}, Brock, C.¹ und Leithold, G.¹

Keywords: soil tillage, soil fertility, humus, humus balance

Abstract

The aim of the present study was to investigate the impacts of different tillage intensity on the quantity of soil organic matter in topsoils of seven long-term trials. Tillage intensity was found to affect both bulk density and C_r-contents, whereas total C quantity did not differ significantly between tillage treatments in all trials even though a high C accumulation in the reduced tillage system was visible in one trial. As for humus balancing, a consideration of tillage intensity is not supported by these results.

Einleitung und Zielsetzung

Im ökologischen Ackerbau nimmt die Aufrechterhaltung optimaler Humusgehalte eine zentrale Stellung ein. Dies erfordert jedoch die Gewährleistung einer entsprechenden Humusreproduktion. Demzufolge stellt sich die Frage, inwieweit die Humusgehalte durch eine unterschiedliche Intensität der Grundbodenbearbeitung beeinflusst werden. Hierzu liegen allerdings keine einheitlichen Ergebnisse vor (vgl. Baker et al. 2006). Eine weitere Aufklärung dieser Thematik ist daher im Hinblick auf die Analyse und Bewertung des Humushaushaltes ackerbaulich genutzter Böden von großem Interesse. Darüber hinaus wird zunehmend diskutiert, welchen Beitrag eine reduzierte Bodenbearbeitungsintensität zur C-Sequestrierung im Boden leisten kann.

Der vorliegende Beitrag stellt die Ergebnisse der Auswertung mehrerer Dauerfeldversuche zu den Auswirkungen einer differenzierten Intensität der Grundbodenbearbeitung im Rahmen des BÖL-Projektes „Entwicklung einer praxisanwendbaren Methode der Humusbilanzierung im ökologischen Landbau“ vor. Eine ausführliche Darstellung der Ergebnisse befindet sich bei Krawutschke (2007).

Methoden

Grundlage der vorliegenden Untersuchung bilden sieben Dauerfeldversuche (Tab. 1). Im Frühjahr 2005 bzw. 2006 erfolgte in den Parzellen der ausgewählten Versuchsvarianten die Entnahme von tiefendifferenzierten Bodenproben aus dem A_p-Horizont zur analytischen Bestimmung der Trockenrohddichte sowie der Gesamtkohlenstoffgehalte (C_t). Die C_r-Gehalte wurden unter Berücksichtigung der Lagerungsdichte der jeweiligen Bodenschicht in C_r-Mengen pro Flächeneinheit [t ha⁻¹] umgerechnet.

¹ Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung II, Professur für Organischen Landbau, Justus-Liebig-Universität Gießen, Karl-Glöckner Str. 21C, 35394 Gießen, Deutschland, organ.landbau@agr.uni-giessen.de

² Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung - Grünland und Futterbau/Ökologischer Landbau, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Hermann-Rodewald-Str. 9, 24118 Kiel, Deutschland, mkrwutschke@email.uni-kiel.de

Tab. 1: Kennzeichen der ausgewählten Dauerfeldversuche

Versuch (VersuchsanstellerIn)	Anlage- jahr	Standortdaten		einbezogene Bodenbe- arbeitungsvarianten (wendend ; nicht- wendend)
		mm a ⁻¹ °C	Boden- artengru- ppe	
Systemversuch Bad Lauchstädt (MLU Halle- Wittenberg)	1998	484 8,7	tu	Pflug (20 cm) ; Schwer- grubber (15 cm)
Bodenbearbeitungsversuch Giessen (JLU Giessen)	1986	600 8,0	ut	Pflug +Sekundärboden- bearbeitung (25/10 cm) ; Flügelschargrubber mit Rotoregge (25/10 cm)
Bodenbearbeitungsversuch Hassenhausen (JLU Giessen)	1979	630 7,5	tu	
Bodenbearbeitungsversuch Ossenheim (JLU Giessen)	1979	575 9,0	tu	
Ökologischer Ackerbau- versuch Gladbacherhof (JLU Giessen)	1998	670 9,3	tu-ut	Pflug (30 cm) ; Flügelschar- grubber mit Zinkenrotor (30/15 cm)
Ökologische Fruchtfolge Güterfelde (LVLF Branden- burg)	1994	545 8,9	ss	Pflug (25 cm) ; Scheiben- egge/Schwergrubber (10 cm)
Systemversuch Scheyern (TU München)	1992	843 7,4	ll	Pflug (20 cm) ; Zinkenrotor/ Grubber/Kreiselegge (8 cm)

Ergebnisse

Die unterschiedliche Intensität der Grundbodenbearbeitung wirkte sich auf allen Versuchsstandorten auf die Lagerungsdichte der Krume aus (Tab. 2). Generell lag bei reduzierter Bodenbearbeitung die Lagerungsdichte in der Unterkrume höher als in der Oberkrume, während bei krumentiefem Pflügen keine ausgeprägte Tiefendifferenzierung zu erkennen war. Die Unterschiede ließen sich allerdings nur auf den Standorten Güterfelde und Scheyern statistisch absichern.

Bei nicht-wendender Bodenbearbeitung zeigte sich bei den C_r-Gehalten eine deutliche Tiefendifferenzierung. Mit Ausnahme der Standorte Güterfelde und Scheyern wurden in allen Versuchen bei reduzierter Grundbodenbearbeitung in der unteren Krumenschicht niedrigere Werte festgestellt, die nur in Bad Lauchstädt signifikant waren (Tab. 2). Im Gegensatz dazu führte die wendende Bodenbearbeitung mit dem Pflug zu relativ gleichhohen C_r-Gehalten in Ober- und Unterkrume.

Aus Lagerungsdichte und C_r-Gehalten wurden die C_r-Mengen der jeweiligen Bodenschicht berechnet. Am Standort Güterfelde und Scheyern bewirkte der Pflugverzicht eine deutlich höhere Kohlenstoffmenge in der unteren Krumenschicht, die in Güterfelde sogar signifikant ausfiel. Bei Betrachtung der jeweiligen C-Gesamtmenge in der Ackerkrume konnten hingegen in keinem Versuch signifikante Unterschiede zwischen Pflugbearbeitung und reduzierter Grundbodenbearbeitung festgestellt werden (nicht dargestellt). Zwar stieg in Güterfelde bei nicht-wendender Bearbeitung die absolute C_r-Menge um +34 % (8,3 t ha⁻¹) im Vergleich zur Pflugvariante an (Tab. 2). Dieses Resultat konnte jedoch nicht statistisch abgesichert werden.

Tab. 2: Lagerungsdichte (LD), C_r-Gehalte und relative C_r-Menge im A_p-Horizont bei wendender und nicht-wendender Grundbodenbearbeitung. W = wendende Grundbodenbearbeitung (Pflug), NW = nicht-wendende Grundbodenbearb. (Grubber).

Versuchssandort	Bodentiefe [cm]	LD [g cm ⁻³]		C _r -Gehalt [% TS]		Relative C _r -Menge [%]	
		W	NW	W	NW	W	NW
Bad Lauchstädt	0-10	1,42	1,33	2,16	2,22	100	97
	10-20	1,43	1,41	2,17	2,10*		
Giessen	0-10	1,48	1,53	1,65	1,78	100	102
	10-25	1,50	1,65	1,60	1,40		
Hassenhausen	0-10	1,34	1,26	1,05	1,49	100	98
	10-25	1,38	1,46	1,14	0,83		
Ossenheim	0-10	1,23	1,14	1,47	1,94	100	114
	10-25	1,25	1,32	1,51	1,56		
Gladbacherhof	0-12	1,24	1,11	1,46	1,75	100	101
	17-25	1,22	1,23	1,60	1,44		
Güterfelde	0-12,5	1,43	1,43	0,69	0,80	100	134
	12,5-25	1,47	1,57*	0,65	0,93		
Scheyern	0-10	1,41	1,41	1,40	1,25	100	108
	10-20	1,50	1,59*	1,36	1,61		

* signifikante Unterschiede zwischen Ober- und Unterkrume ($P < 0.05$)

Diskussion

In Übereinstimmung mit den vorgestellten Ergebnissen zeigen auch Untersuchungen von Stockfisch (1997), dass der Pflugeinsatz zu einer gleichmäßigeren Dichtlagerung des Bodens in der gesamten Ackerkrume führt, wobei der Boden im obersten Bodenebereich i.d.R. dichter und in der unteren Krumschicht lockerer gelagert ist als bei langjährig reduzierter Bodenbearbeitungsintensität.

Bei reduzierter Grundbodenbearbeitung wurde wiederholt eine Abnahme der C_r-Gehalte mit zunehmender Bodentiefe beobachtet (u.a. Emmerling 1998, Baker et al. 2006). Dieses Resultat trifft jedoch nicht auf Standorte mit trockenen und kalten Klimaverhältnissen zu, wie Versuche von Franzluebbers (2002) auf drei verschiedenen Standorten zeigen. So berichtet der Autor davon, dass im oberflächennahen Bodenebereich keine Signifikanzen zwischen Pflugbearbeitung und Direktsaat auftraten. Vermutlich ist dies ursächlich für die beobachtete Tiefendifferenzierung der C_r-Gehalte in Güterfelde und Scheyern. Der Standort Güterfelde ist gekennzeichnet durch trocken-kontinentales Klima und Sandböden, wohingegen in Scheyern eher kühl-feuchtes Klima und schwere Böden anzutreffen sind. Diese Einflussfaktoren wirken sich zumeist stärker auf die Humusgehalte aus als Bewirtschaftungsmaßnahmen.

Bezüglich der Veränderung der C-Mengen im Oberboden durch differenzierte Grundbodenbearbeitungssysteme herrscht keine Einigkeit. Während verschiedene Autoren über eine C-Anreicherung bei reduzierter Bodenbearbeitung berichten (z.B. Hofmann et al. 2003), wird diesem Sachverhalt durch Ergebnisse anderer Arbeiten widersprochen (u.a. Baker et al. 2006). Möglicherweise haben Wechselwirkungen mit veränderlichen natürlichen Standortfaktoren einen maßgeblichen Einfluss. Aus der Perspektive der Beeinflussung des Umsatzes der organischen Bodensubstanz ist bei Pflugverzicht sowohl eine Förderung, wie auch eine Hemmung entsprechender Prozesse möglich. Nach Tebrügge (1986) ist beim Grubbern das Gesamtporenvolumen und vor allem der Anteil an weiten Grobporen (> 50 µm) in der Oberkrume höher. Infolge einer besseren Durchlüftung des Bodens kann es daher bei nicht-wendender

Grundbodenbearbeitung zu einer Stimulierung der Mineralisierung und damit auch zu einem stärkeren Humusabbau als bei Pfluganwendung kommen (Tebrügge 1986). Umgekehrt kann auf schwereren Böden die Umsetzung der organischen Bodensubstanz durch eine reduzierte Bearbeitungsintensität als Folge einer verminderten Durchlüftung gehemmt werden. Dieser Sachverhalt könnte die Humusanreicherung im unteren Krumbereich bei reduzierter Grundbodenbearbeitung in Güterfelde und Scheyern erklären. Hinzu kommt noch, dass in der Unterkrume jeweils eine signifikant höhere Lagerungsdichte vorlag, was wiederum die Bodenmasse erhöhte.

Schlussfolgerungen

Durch die Intensität der Grundbodenbearbeitung werden die Lagerungsdichte und die C_T -Gehalte im A_p -Horizont beeinflusst. Demzufolge sollte eine Beurteilung des Einflusses differenzierter Grundbodenbearbeitungssysteme auf den Humushaushalt des Bodens nur auf der Basis der absoluten C-Mengen erfolgen. Eine C-Anreicherung im Oberboden bei reduzierter Grundbodenbearbeitung darf daher gegenüber Pflugbearbeitung nicht vorausgesetzt werden. Darüber hinaus müssen in diesem Zusammenhang die Wechselwirkungen zwischen den natürlichen Standortbedingungen sowie der Bewirtschaftungsweise unbedingt tiefergehend untersucht werden. Insgesamt führen die vorliegenden Ergebnisse zu dem Schluss, dass eine Modifizierung der Humusbilanz-Koeffizienten unter Berücksichtigung der Intensität der Grundbodenbearbeitung bei dem aktuellen Kenntnisstand nicht gerechtfertigt ist.

Danksagung

Die Autoren danken allen VersuchsanstellerInnen für die Ermöglichung der vorgestellten Arbeit sowie der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung für die Finanzierung des Projektes „Entwicklung einer praxisanwendbaren Methode der Humusbilanzierung im ökologischen Landbau“ im Rahmen des Bundesprogramms Ökologischer Landbau.

Literatur

- Baker J. M., Ochsner T. E., Venterea R. T., Griffis T. J. (2006): Tillage and soil carbon sequestration – What do we really know? *Agriculture, Ecosystems and Environment* 118:1-5.
- Emmerling, C. (1998): Bodenbiologische und -ökologische Aspekte nachhaltiger landwirtschaftlicher Bodennutzung. Habilitationsschrift. Univ. Trier.
- Franzluebbers, A. J. (2002): Soil organic matter stratification ratio as an indicator of soil quality. *Soil and Tillage Research* 66:95-106.
- Hofmann B., Tischer S., Christen O. (2003): Einfluss langjährig unterschiedlicher Bodenbearbeitung auf Humusgehalt und biologische Bodeneigenschaften. *Mitt. Ges. Pflanzenbauwiss.* 15:288-289.
- Krawutschke, M. (2007): Einfluss differenzierter Bodenbearbeitung auf Gehalt und Dynamik der organischen Bodensubstanz in Ackerböden sowie deren Bedeutung für die Humusbilanzierung. Masterarbeit, Justus-Liebig-Universität Gießen. <http://geb.uni-giessen.de/geb/volltexte/2007/4516>.
- Stockfisch, N. (1997): Strohabbau durch Mikroorganismen und Regenwürmer in zwei Bodenbearbeitungssystemen. Schriftenreihe agrarwissenschaftliche Forschungsergebnisse Bd. 5. Verlag Dr. Kovac, Hamburg, 188 S.
- Tebrügge, F. (1986): Neuere Bodenbearbeitungsverfahren in ihrer Wechselwirkung auf Bodenstruktur und Pflanzenertrag. Schriftenreihe des dt. Rates für Landespflege, Bodenschutz 51:56-64.