

Reduzierte Bodenbearbeitung im Dauerfeldversuch Gladbacherhof Einfluss auf Erträge und Bodenparameter in der 3. Rotation

Schulz, F.¹, Knebl, L.¹ & Gattinger A.¹

Keywords: Red. Bodenbearbeitung, Erträge, Eindringwiderstand, Bodentemperatur

Abstract: An organic long-term field experiment with two factors has been carried out since 1998 at the experimental station Gladbacherhof, University of Giessen. Effects of different crop rotations combined with tillage treatments (mouldboard plough, two-layer-plough, shallow plough and tillage without plough) on plants, soil and environment have been investigated. This article presents results on yields and several soil parameters according to soil tillage. It can be concluded that reduced tillage systems did not yield less than the regularly ploughed reference system if at least a shallow soil inversion was carried out. The reason for lower yields in the soil tillage system without ploughing seems to be the soil structure and the soil temperature and as a consequence of this a lower nutrient availability in special periods of vegetation.

Einleitung und Zielsetzung

Die Vorteile reduzierter oder pflugloser Grundbodenbearbeitung hinsichtlich Primärenergieverbrauch und zahlreicher pedoökologischer Parameter sind hinreichend bekannt. Im Ökologischen Landbau, der als besonders umweltschonende Wirtschaftsweise gilt, ist weiterhin der tief wendende Pflug das Standardgerät der Bodenbearbeitung. Bei reduzierten Verfahren werden geringere Erträge und eine erhöhte Konkurrenz durch die Segetalflora befürchtet. Um Lösungen zu diesen Problemen der reduzierten Bodenbearbeitung zu finden, wurde 1998 ein zweifaktorieller Dauerfeldversuch (4 Wiederholungen) mit 3 verschiedenen Fruchtfolgen und 4 unterschiedlichen Systemen der Grundbodenbearbeitung auf dem Lehr- und Versuchsbetrieb Gladbacherhof der Universität Gießen angelegt. Dass die Ursachen von geringeren Erträgen in der pfluglosen Variante nicht im erhöhten Beikrautdruck liegen, konnte nachgewiesen werden (Schulz et al. 2009). In diesem Beitrag sollen nun nach Abschluss der 3. Rotation die Effekte der unterschiedlichen Bodenbearbeitungssysteme auf die Fruchtfolgeleistungen und verschiedene physikalische Bodenparameter aufgezeigt werden.

Methoden

Der Versuchsstandort befindet sich in Villmar an der Lahn zwischen Limburg und Weilburg an den nordwestlichen Ausläufern des Taunus auf 170 m ü. NN (mittlere Lufttemperatur: 9,3 °C, durchschnittlicher Niederschlag p. a.: 654 mm, Bodentyp:

¹ Professur für Ökologischen Landbau mit dem Schwerpunkt nachhaltige Bodennutzung, Karl-Glückner-Str. 21C, 65606 Gießen, Deutschland, Franz.Schulz@agrар.uni-giessen.de, <http://www.uni-giessen.de/fbz/fb09/institute/pflbz2/oekolandbau>

Pararendzina bis erodierte Parabraunerde, Bodenart: schluffiger Lehm bis lehmiger Schluff, Ackerzahl: 66). Auf die 3 sechsfeldrigen Fruchtfolgen, die verschiedenen Betriebstypen mit und ohne Viehhaltung zugeordnet werden können, soll in diesem Beitrag nicht eingegangen werden. Einzelheiten zur Methodik sind in Schulz et al. 2014 aufgeführt. In Tab. 1 sind die verschiedenen Systeme der Grundbodenbearbeitung näher erläutert:

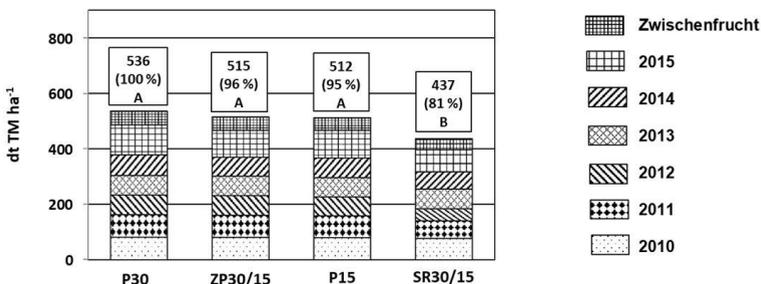
Tabelle 1: Beschreibung der Bodenbearbeitungssysteme

	P30	ZP30/15	P15	SR30/15
	Krumentiefe Bearbeitung mit dem Pflug	Regelmäßig Zweischichtenpflug	Max. Bearbeitungstiefe 15 cm mit dem Pflug	Regelmäßig Schichtengrubber + Rotoregge
Stoppelbearbeitung	Grubber 15 cm	Zweischichtenpflug 30/15 cm	Grubber oder Pflug 15 cm	Schichtengrubber + Rotoregge 30/15 cm
Herbstbearbeitung	Pflug 30 cm	Pflug 15 cm	Pflug 15 cm	Rotoregge 15 cm

Jährlich werden die folgenden Parameter erfasst: N_{min} -Gehalte in verschiedenen Bodentiefen im Herbst und im Frühjahr, Gehalte an verfügbaren Nährstoffen, C_t - und N_t -Gehalte. In diesem Beitrag sollen außerdem Ergebnisse von Penetrollogger-Erhebungen und Messungen der Bodentemperatur vorgestellt werden. Die zweifaktorielle statistische Auswertung erfolgte auf Basis eines gemischten Modells mit der Prozedur General Linear Model (GLM).

Ergebnisse

Zu Abb. 1: Die verschiedenen Systeme der Grundbodenbearbeitung wirkten sich auf die Erträge von Luzernekleegras nicht deutlich differenzierend aus. Dagegen



Mittelwerte mit ungleichen Buchstaben unterscheiden sich signifikant ($\alpha=0,05$, Tukey-Test).

P30 = tief wendender Pflug ZP30/15 = Zweischichtenpflug TM = Trockenmasse
 P15 = Pflug bis 15 cm Tiefe SR30/15 = Schichtengrubber + Rotoregge

Abbildung 1: Kumulierte Sprossmassen (dt TM ha⁻¹) der 3. Rotation in Abhängigkeit von den Systemen der Bodenbearbeitung

wies die pfluglose Variante SR30/15 sowohl bei den kumulierten Sprossmassen (Abb. 1) als auch bei den geernteten Hauptprodukten (nicht dargestellt) der 3. Rotation 2010–2015 signifikant niedrigere Werte auf als alle anderen Bearbeitungssysteme, wobei besonders Mindererträge von *Triticum aestivum* (2012), *Pisum sativum* (2014) und *Secale cereale* (2015) zu verzeichnen waren.

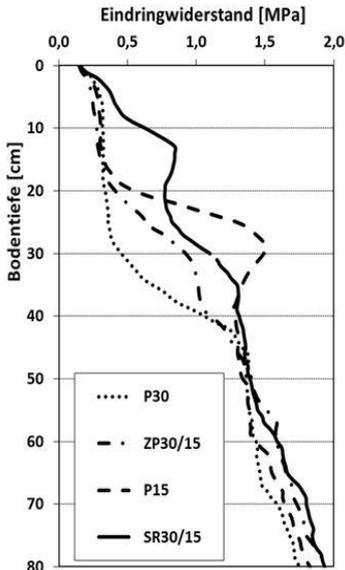


Abbildung 2: Eindringwiderstand (MPa) in der Bodentiefe 0-80 cm in Abhängigkeit von der Bodenbearbeitung

In Abb. 2 sind die Widerstände dargestellt, die Böden der verschiedenen Bearbeitungssysteme der Sondierstange eines Penetrologgers beim Eindringen entgegenzusetzen. Während der Gegendruck beim konventionellen Pflug (P30) in der Bodentiefe 4-28 cm kaum ansteigt, nehmen die Widerstände beim Zweischichtenpflug (ZP 30/15) und mehr noch bei flachem Pflug (P15) ab 20 cm deutlich zu. Ein noch gravierenderer Anstieg ist in der pfluglosen Variante (SR30/15) bereits ab 5 cm Bodentiefe zu verzeichnen. Um die Ergebnisse der Penetrologgermessungen in der Bodenschicht 0-40 cm in ihrer Gesamtheit zu erfassen, wurde die aufgewendete Kraft über den Weg in Richtung der Kraft integriert. Als Resultat erhält man Angaben über die physikalisch geleistete Arbeit in Joule. In der Reihenfolge P30<ZP30/15<P15=SR30/15 steigt diese Arbeit signifikant an.

Um weitere Effekte der unterschiedlichen Bodenbearbeitungssysteme zu evaluieren, wurden im April 2013 die Bodentemperaturen in verschiedenen Tiefenstufen gemessen. Dabei stellte sich heraus, dass in den beiden Tiefen 8 cm und 15 cm unter GOF das pfluglose System SR30/15 signifikant niedrigere Werte als das Referenzsystem P30 aufwies. Für die Systeme ZP30/15 und P15 wurden Werte zwischen jenen Varianten gemessen.

Diskussion

Aufgrund von ökologischen Vorteilen ist eine Ausdehnung reduzierter Bodenbearbeitungssysteme im Organischen Landbau anzustreben. Im Dauerfeldversuch Gladbacherhof (OAFEG) wurden in der 3. Rotation in jenen reduzierten Varianten, die nicht gänzlich auf den Pflug verzichten (ZP30/15 und P15), der konventionellen Pflugvariante (P30) vergleichbare Sprossmassen und Erträge an geernteten Hauptprodukten erzielt. In der pfluglosen Variante (SR30/15) wurden für diese beiden Parameter bis zu 19 % geringere Werte ermittelt.

Mindererträgen in ähnlicher Größenordnung beschreiben auch Cooper et al. 2016 und Zikeli & Gruber 2017 hinsichtlich reduzierter Bodenbearbeitung im Ökologischen Landbau. Im Zuge der Ursachenforschung traten am Gladbacherhof höhere Eindringwiderstände und niedrigere Bodentemperaturen bei der pfluglosen Variante auf. Zahlreiche Autoren stellen die Bedeutung der Kompaktheit des Bodens und der Bodentemperatur für die N-Mineralisierung und damit auch für die Ertragsbildung hervor (z. B. De Neve et al. 2003).

Schlussfolgerungen

Unter den Umweltbedingungen des Gladbacherhofes können mit Systemen der reduzierten Bodenbearbeitung, die den Pflug mit einschließen, vergleichbare Fruchtfolgeleistungen wie mit dem konventionellen tief wendenden Pflug erzielt werden. Bei völligem Verzicht auf die wendende Bodenbearbeitung ist mit bis zu 19 % geringeren Erträgen zu rechnen bei gleichzeitig weitläufig bekannten pedoökologischen Vorteilen. Aus betriebswirtschaftlicher Sicht gilt: Je niedriger das Preisniveau der angebauten Marktfrüchte ist, umso leichter wird es sein, das geringere Ertragsniveau bei pflugloser Bodenbearbeitung durch Einsparungen an Maschinen- und Arbeitszeitkosten zu kompensieren. Angesichts zu erwartender Auswirkungen des Klimawandels ist aber damit zu rechnen, dass Verfahren der reduzierten Bodenbearbeitung in Zukunft eine größere Bedeutung beigemessen werden muss. Einige mögliche Vorteile in dieser Hinsicht wären: C-Sequestrierung, höhere Infiltrationsraten, verminderte Erosionsanfälligkeit.

Literatur

- Cooper J, Baranski M, Stewart G et al. (2016) Shallow non-inversion tillage in organic farming maintains crop yields and increases soil C stocks: a meta-analysis. *Agron. Sustain. Dev.* 36: 22. <https://doi.org/10.1007/s13593-016-0354-1>
- De Neve S, Hartmann R, Hofman G (2003) Temperature effects on N mineralization: changes in soil solution composition and determination of temperature coefficients by TDR. *European Journal of Soil Science*, 54 (1), 49 – 62.
- Schulz F, Brock C, Leithold G (2009) Pflanzenerträge und Beikrautaufkommen unter dem Einfluss unterschiedlicher Systeme der Grundbodenbearbeitung im ökologischen Dauerfeldversuch Gladbacherhof. 121. VDLUFA-Kongress am 16./17.09.2009 in Karlsruhe.
- Schulz F, Brock C, Schmidt H, Franz K-P, Leithold G (2014) Development of soil organic matter stocks under different farm types and tillage systems in the organic arable farming experiment Gladbacherhof. *Arch. Agron. Soil Sci.* 60 (3): 313-326.
- Zikeli S & Gruber S (2017) Reduced Tillage and No-Till in Organic Farming Systems, Germany—Status Quo, Potentials and Challenges. *Agriculture* 7(4), 35; <https://doi.org/10.3390/agriculture7040035>.