

Gemischtbetrieb mit Viehhaltung vs. viehloser Ökolandbau – 3. Rotation im Dauerfeldversuch Gladbacherhof

Schulz F¹, Brock C², Knebl L² & Leithold G²

Keywords: farm type, stockless farming, soil fertility, humus, rotational set-aside.

Abstract

An organic long-term field experiment with two factors has been carried out since 1998 at the experimental station Gladbacherhof, University of Gießen. The effects of different farm types (with and without livestock raising) combined with tillage treatments on plants, soil and environment have been investigated. This article presents results on soil fertility and cash crop yields according to the farm system especially in the 2nd and 3rd rotation. All in all, the superiority of a management system with cattle over stockless organic farming is demonstrated. The mixed farm type led to higher amounts of humus in the soil and to higher yields. Long term reduction of humus in stockless farming is not acceptable. Therefore it is advisable that every crop rotation in organic farming should include a legume fodder crop element as a main crop.

Einleitung und Zielsetzung

Das klassische Idealbild eines ökologisch wirtschaftenden Betriebes ist ein System mit Rinderhaltung, mehrjährigem legumem Feldfutterbau und Anwendung von organischem Dünger. Im Zuge von Konzentration und Spezialisierung der Produktion wirtschaften aber mittlerweile ca. 30 % der Biobetriebe in Deutschland viehlos. Um die Langzeitwirkungen einer viehlosen ökologischen Wirtschaftsweise im Vergleich zu einer Produktion mit Rinderhaltung und Stallmistanwendung zu untersuchen, wurde bereits im Jahr 1998 ein 2-faktorieller Feldversuch mit 3 Betriebs- und 4 Bodenbearbeitungssystemen auf dem Lehr- und Versuchsbetrieb Gladbacherhof der Universität Gießen angelegt. In diesem Beitrag sollen besonders die Effekte der 3 Betriebssysteme auf den Humushaushalt und die Fruchtfolgeleistungen, wie sie sich in den ersten drei Rotationen von 1998 bis 2015 zeigten, dargestellt werden.

Methoden

Der Versuchsstandort befindet sich in Villmar an der Lahn an den nordwestlichen Ausläufern des Taunus auf 170 m ü. NN (mittlere Lufttemperatur: 9,3 °C, durchschnittlicher Niederschlag p. a.: 654 mm, Bodentyp: Pararendzina bis erodierte Parabraunerde, Bodenart: schluffiger Lehm bis lehmiger Schluff, Ackerzahl: 66). In Tab. 1 sind die jeweils sechsfeldrigen Fruchtfolgen der 3 Betriebssysteme dargestellt. Somit beträgt der Getreideanteil in allen 3 Betriebssystemen 50 %, der Hackfruchtanteil 16,7 %. Die Leguminosen umfassen jeweils einen Anteil von 33,3 %, aber in Form unterschiedlicher Arten und Bewirtschaftungsweisen. Im System Gemischtbetrieb

¹ Lehr- und Versuchsbetrieb Gladbacherhof, 65606 Villmar, Deutschland, Franz.Schulz@agr.uni-giessen.de, <https://www.uni-giessen.de/fbz/fb09/forschung/lehreinrichtungen/standorte/gbh>

² Professur für Organischen Landbau, Karl-Glöckner-Str. 21 C, 35394 Gießen, Deutschland, Organ.Landbau@agr.uni-giessen.de, <http://www.uni-giessen.de/fbz/fb09/institute/pflbz2/olb>

wurden im Durchschnitt 100 dt ha⁻¹ Rottemist pro Jahr gedüngt. Dies entspricht einem Viehbesatz von 1,0 GV ha⁻¹. In beiden viehlosen Systemen verblieben sämtliche Koppelprodukte auf den Flächen.

Tabelle 1: Fruchtfolgegestaltung in der 2. und 3. Rotation 2004 bis 2015

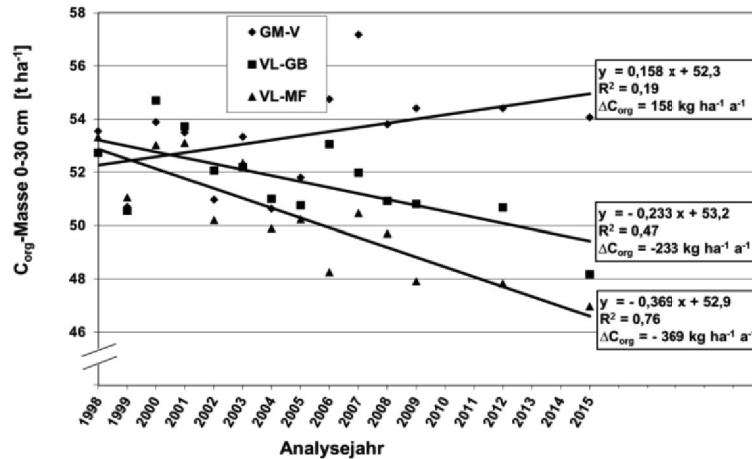
Fruchtfolgefeld	Jahr	GM-V (Gemischtbetrieb mit Viehhaltung)	VL-GB (Viehloser Betrieb mit Grünbrache)	VL-MF (Viehloser Betrieb nur Marktfrüchte)
1	2004, 2010	Luzerne-Kleegras	Hafer	Hafer
2	2005, 2011	Luzerne-Kleegras	Grünbrache (Luz.-Kleegras)	Ackerbohnen
3	2006, 2012	Winterweizen I	Winterweizen	Winterweizen
4	2007, 2013	Kartoffeln	Kartoffeln	Kartoffeln
5	2008, 2014	Winterweizen II	Körnererbsen	Körnererbsen
6	2009, 2015	Winterroggen	Winterroggen	Winterroggen

Einzelheiten zur Methodik und zur Fruchtfolgegestaltung in der 1. Rotation sind an anderer Stelle ausführlich beschrieben (Schulz 2012, Knebl et al. 2016). Für die hier dargestellten Auswertungen wurden nach DIN ISO 13694 ermittelte C_{org}-Gehalte in der Bodenschicht 0-30 cm verwendet. Die Umrechnung in C-Massen erfolgte unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Trockenrohdichten. Die Beschreibung der zeitlichen Trends erfolgte mittels linearer Regressionsanalyse, weil nicht-lineare Verfahren keine bessere Kurvenanpassung ergaben. Da nicht alle Trends signifikant waren, erfolgte die varianzanalytische Auswertung der Varianteneffekte anhand der C_{org}-Massen in 2015.

Ergebnisse

Die Regressionslinien in Abb. 1 veranschaulichen die Veränderungen im Humushaushalt, ausgedrückt in C_{org}-Massen, der 3 Betriebstypen in der Bodenschicht 0-30 cm. Während im System Gemischtbetrieb eine Akkumulation an organisch gebundenem Kohlenstoff (+158 kg ha⁻¹ a⁻¹) stattfand, wurde in beiden viehlosen Systemen ein deutlicher (-233 kg ha⁻¹ a⁻¹) bzw. dramatischer (-369 kg ha⁻¹ a⁻¹) Abbau festgestellt. Der Trend im System GM-V ist zwar aufgrund der großen jährlichen Variation der Werte nicht signifikant. Die in den Zeitreihen erkennbare Ausdifferenzierung der Systeme über die Versuchsdauer wird jedoch durch die Statusanalysen vom Ende der 3. Rotation in 2015 bestätigt (Knebl et al. 2016).

Da bei den Auswertungen der Fruchtfolgeleistungen in der 3. Rotation signifikante Wechselwirkungen Betriebssystem x Bodenbearbeitungssystem auftraten, wurden die Betriebstypen auf der Ebene der einzelnen Bodenbearbeitungsvarianten verglichen. Beispielhaft sind in Tab. 2 die Ergebnisse der beiden Systeme P30 (tief wendender Pflug) und SR30/15 (Schichtengrubber + Rotoregge = pfluglos) wiedergegeben. Die Mindererträge der viehlosen Systeme (VL-GB und VL-MF) gegenüber dem System Gemischtbetrieb (GM-V) waren deutlich und auch signifikant mit einer Ausnahme bei dem Parameter „Mittlerer nichtlegumer Marktfruchtertrag“ im Bodenbearbeitungssystem P30. Hinsichtlich der oberirdischen Phytomasse lag die Differenz bei -23% bis -37 %, bei dem mittleren nichtlegumigen Marktfruchtertrag bei -13 % bis -24 % und bei der Summe der geernteten Hauptprodukte sogar bei -42 % bis -49 %. Verglichen mit den entsprechenden Ergebnissen aus der 2. Rotation 2004 bis 2009 ist das viehlose System mit Rotationsbrache (VL-GB) in Bezug auf die Fruchtfolgeerträge deutlich abgefallen und bewegt sich auf dem Niveau des viehlosen Marktfrucht-systems (VL-MF).



GM-V = Gemischtbetrieb mit Viehhaltung (obere Linie)
 VL-GB = Viehloser Betrieb mit Grünbrache (mittlere Linie)
 VL-MF = Viehloser Betrieb nur Marktfrüchte (untere Linie)

Abbildung 1: Masse an organisch gebundenem Kohlenstoff (C_{org}) in 0-30 cm Bodentiefe im Verlauf von 17 Jahren in Abhängigkeit von den Betriebssystemen

Hinsichtlich der Bodenbearbeitungssysteme zeigt sich, dass alle Varianten mit Bodenwendung (hier nur das System P30 dargestellt) vergleichbare Erträge aufweisen, während beim pfluglosen System mit geringeren Erträgen gerechnet werden muss.

Tabelle 2: Fruchtfolgeleistungen in der 3. Rotation 2010 – 2015 (dt TM ha⁻¹ bzw. dt GE ha⁻¹) in Abhängigkeit von den Betriebssystemen für die beiden Bodenbearbeitungssysteme P30 und SR15/30

Parameter	Bodenbearbeitungssystem	GM-V (Gemischtbetrieb mit Viehhaltung)	VL-GB (Viehloser Betrieb mit Grünbrache)	VL-MF (Viehloser Betrieb nur Marktfrüchte)
Oberirdische Phytomasse (dt ha ⁻¹)	P30	670 (100 %) a	514 (77 %) b	424 (63 %) c
	SR30/15	568 (100 %) a	377 (66 %) b	365 (64 %) b
Mittlerer nichtlegumer Marktfruchtertrag (dt TM ha ⁻¹ a ⁻¹)	P30	56,0 (100 %) a	48,7 (87 %) ab	42,7 (76 %) b
	SR30/15	47,4 (100 %) a	39,4 (83 %) b	37,8 (80 %) b
Summe der geernteten Hauptprodukte (dt GE ha ⁻¹)	P30	373 (100 %) a	217 (58 %) b	212 (57 %) b
	SR30/15	316 (100 %) a	183 (58 %) b	161 (51 %) b

Mittelwerte mit ungleichen Buchstaben unterscheiden sich signifikant ($\alpha = 0,05$, Tukey-Test)
 TM = Trockenmasse P30 = tief wendender Pflug
 GE = Getreideeinheiten SR30/15 = Schichtengrubber + Rotoregge

Diskussion

Die große Bedeutung des Humus besonders im Ökologischen Landbau wurde mehrfach beschrieben. Speziell Nicht-Leguminosen profitieren von einem hohen Humusgehalt (Brock et al. 2011). Somit gehen Verluste der organischen Bodensubstanz mit einer Verschlechterung der Bodenfruchtbarkeit einher. Die Humusakkumulierende Wirkung von mehrjährigen legumen Futterpflanzen und von organischen Düngergaben wird im Verlauf des Dauerfeldversuchs Gladbacherhof immer deutlicher. Nach der 1. Rotation war ein Humusabbau in den beiden viehlosen Systemen noch nicht eindeutig zu belegen (Schmidt et al. 2006). Dies zeigte sich erst nach der 2. Rotation deutlich (vgl. auch Schulz et al. 2014). Nach Durchlaufen der 3. Rotation konnten die Trends in der Humusentwicklung aus der 2. Rotation bestätigt werden. Auch Urbatzka et al. (2015) ermittelten eine geringere Humusreproduktionsleistung von Körnerleguminosen gegenüber Klee gras. Die diskutierten Fruchtfolgeleistungen der beiden Rotationen 2004 bis 2015 belegen, dass sich die Nährstoffmobilisierung aus dem Humusfonds im System Gemischtbetrieb (GM-V) erhöht und in den beiden viehlosen Systemen (VL-GB und VL-MF) reduziert hat.

Schlussfolgerungen

Das unterschiedliche Leistungsvermögen von Futter- und Körnerleguminosen hinsichtlich Luftstickstoffbindung und Humusreproduktion führen zu der Schlussfolgerung, dass Körnerleguminosen alleine vermutlich nicht in der Lage sind, ausreichend Stickstoff für ein Ackerbausystem bereitzustellen. Auch eine verstärkte Einordnung legumer Zwischenfrüchte sowie eine maximal mögliche Stroh- und Gründüngung löst diesen Engpass nicht. Die These lautet daher: „Futterleguminosen in Hauptfruchtstellung gehören in jede Fruchtfolge.“ Eine Auflistung von Verwertungsmöglichkeiten von Futterleguminosen in viehlosen Betrieben und von Optimierungsansätzen für den Leguminosenanbau wird an anderer Stelle präsentiert (Leithold et al. 2015).

Literatur

- Brock C, Fließbach A, Oberholzer H-R, Schulz F, Wiesinger K, Reinicke F, Koch W, Pallutt B, Dittmann B, Zimmer J, Hülsbergen K-J & Leithold G (2011) Relation between soil organic matter and yield levels of nonlegume crops in organic and conventional farming systems. *J. Plant Nutr. Soil Sci.* 174: 568-575.
- Knebl L, Leithold G, Schulz F & Brock C (2016) The role of soil depth in the evaluation of management induced effects on soil organic matter. *European Journal of Soil Science*, eingereicht
- Leithold G, Becker K, Riffel A, Schulz F, Schmid-Eisert A, Brock C (Hrsg.) (2015) Stickstoff und Schwefel im ökologischen Landbau. Köster, Berlin.
- Schmidt H, Schulz F & Leithold G (2006) Organic Farming Trial Gladbacherhof. Effects of different crop rotations and tillage systems. Raupp J (Hrsg.) Long-term field experiments in organic farming. Köster (Scientific series/ISOFAR), Berlin, 165-182.
- Schulz F (2012) Vergleich ökologischer Betriebssysteme mit und ohne Viehhaltung bei unterschiedlicher Intensität der Grundbodenbearbeitung. Dissertation. Justus-Liebig-Universität, Gießen.
- 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.
- Urbatzka P & Beck R (2015) Entwicklung der Humusgehalte und der Humusqualität in verschiedenen Fruchtfolgen des ökologischen Landbaus. In: Häring A M, Hörning B, Hoffmann-Bahnse R, Luley H, Luthardt V, Pape J, Trei G (Hrsg.) (2015): Beiträge zur 13. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Köster, Berlin.