

## Viehhaltung im Ökologischen Landbau - ja oder nein? Effekte auf Bodenfruchtbarkeit, N-Bilanzen und Erträge

Schulz, F.<sup>1</sup>, Brock, C.<sup>2</sup> und Leithold, G.<sup>2</sup>

*Keywords: Betriebssysteme, viehlos, Bodenfruchtbarkeit, Humus, Rotationsbrache*

### 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 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, N-balances and cash crop yields according to the farm system. 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, lower N-losses and higher yields. Unless stockless farming cannot be avoided a mulched grass-legume ley, in combination with grain- and fodder legumes as main or intermediate crop, should, as far as possible, be included in the crop rotation.*

### Einleitung und Zielsetzung

Das klassische Idealbild eines ökologisch wirtschaftenden Betriebes ist ein System mit Rinderhaltung, mehrjährigem legumen Feldfutterbau und organischem Dünger. Im Zuge von Konzentration und Spezialisierung der Produktion wirtschaften aber mittlerweile ca. 25 % 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, die N-Bilanzen und die Fruchtfolgeleistungen, wie sie sich in den beiden ersten Rotationen von 1998 bis 2009 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: 9,5 °C, durchschnittlicher Niederschlag p. a.: 649 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 unterschiedliche Arten und Bewirtschaftungsformen. Nach den Winterungen Weizen und Roggen wurden Zwischenfrüchte angebaut, bzw. im System mit Viehhaltung eine Un-

---

<sup>1</sup> Lehr- und Versuchsbetrieb Gladbacherhof, 65606 Villmar, Deutschland, Franz.Schulz@agr.uni-giessen.de, <http://www.uni-giessen.de/cms/fbz/tbe/llvb/GH>

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

tersaat im Roggen zur Etablierung des anschließenden legumen Futterbaugemenges. Im System Gemischtbetrieb wurden im Durchschnitt  $100 \text{ dt ha}^{-1}$  Rottemist pro Jahr gedüngt. Dies entspricht einem Viehbesatz von  $1,0 \text{ GV ha}^{-1}$ . In beiden viehlosen Systemen verblieben sämtliche Koppelprodukte auf den Flächen. Die Gestaltung der 1. Rotation unterschied sich nur unwesentlich von der 2. Rotation.

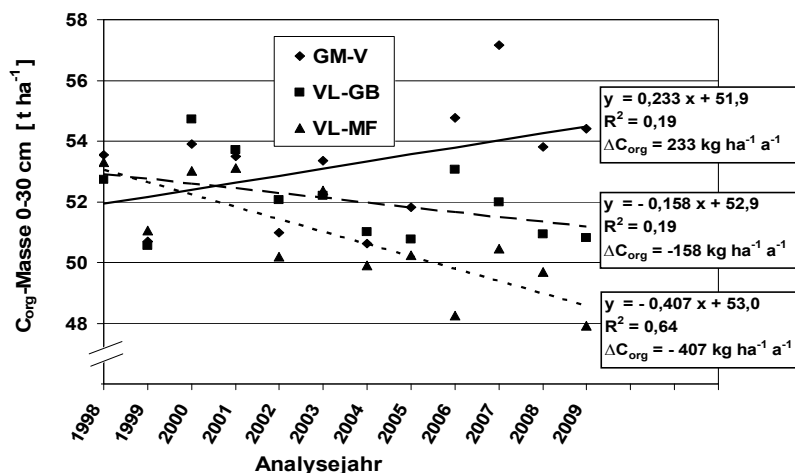
**Tabelle 1: Fruchtfolgegestaltung in der 2. Rotation 2004 - 2009**

Fruchtfolgefeld	Jahr	GM-V (Gemischtbetrieb mit Viehhaltung)	VL-GB (Viehloser Betrieb mit Grünbrache)	VL-MF (Viehloser Betrieb nur Marktfrüchte)
1	2004	Luzerne-Kleegrass	Hafer	Hafer
2	2005	Luzerne-Kleegrass	Grünbrache (Luzerne-Kleegrass)	Ackerbohnen
3	2006	Winterweizen I	Winterweizen	Winterweizen
4	2007	Kartoffeln	Kartoffeln	Kartoffeln
5	2008	Winterweizen II	Körnererbsen	Körnererbsen
6	2009	Winterroggen	Winterroggen	Winterroggen

Jährlich wurden die folgenden Parameter erfasst:  $N_{\min}$ -Gehalte in verschiedenen Bodenschichten im Herbst und im Frühjahr, Gehalte an verfügbaren Nährstoffen,  $C_T$ - und  $N_T$ -Gehalte, Pflanzenerträge und -inhaltsstoffe. Einzelheiten zur Methodik und zur Fruchtfolgegestaltung in der 1. Rotation sind an anderer Stelle ausführlich beschrieben (Schulz 2012).

## Ergebnisse

Die Regressionslinien in Abb. 1 veranschaulichen die Veränderungen im Humushaushalt, ausgedrückt in  $C_{\text{org}}$ -Massen, der 3 Betriebstypen in der Bodenschicht 0-30 cm.



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 ( $C_{\text{org}}$ ) in 0-30 cm Bodentiefe im Verlauf von 11 Jahren in Abhängigkeit von den Betriebssystemen**

Während im System Gemischtbetrieb eine Akkumulation an organischem Kohlenstoff ( $+233 \text{ kg ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ ) stattfand, wurde in beiden viehlosen Systemen ein deutlicher ( $-158 \text{ kg ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ ) bzw. dramatischer ( $-407 \text{ kg ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ ) Abbau festgestellt. Ähnliche Ergebnisse lieferten die Untersuchungen zum Gesamt-Stickstoff ( $\text{N}_t$ ) im Boden (nicht dargestellt). Signifikant von Null verschiedene Regressionskoeffizienten wurden zwar nur für das System VL-MF festgestellt, aber die Trends waren auch sehr gut mit einem Modellansatz nachvollziehbar (Brock et al. 2012). Die beschriebenen Resultate anhand der Zeitreihen wurden zudem durch die Statusanalysen im Jahr 2009 bestätigt. Im viehlosen System nur Marktfrüchte (VL-MF) kam es somit gegenüber dem Ausgangswert 1998 zu einem Verlust an  $\text{C}_{\text{org}}$  von 8 % oder zu einem jährlichen Humuschwund von  $0,7 \text{ t ha}^{-1}$ .

Berechnungen der durchschnittlichen jährlichen N-Salden führten, unter Einbezug der Änderungen im N-Pool des Bodens, zu steigenden Werten in der Reihenfolge GM-V ( $41 \text{ kg N ha}^{-1}$ ) < VL-GB ( $66 \text{ kg N ha}^{-1}$ ) < VL-MF ( $79 \text{ kg N ha}^{-1}$ ). Das N-Verlustpotenzial steigt also in der erwähnten Reihenfolge. Gleichzeitig sinkt die N-Systemverwertungsrate von 82 % (Gemischtbetrieb mit Viehhaltung) über 72 % (viehloser Betrieb mit Grünbrache) zu 64 % (viehloser Betrieb nur Marktfrüchte). Derjenige Anteil des eingesetzten Stickstoffs, der ertragswirksam umgesetzt werden konnte, wurde also immer geringer. Dies spiegelte sich auch in den Fruchtfolgeleistungen über die gesamte 2. Rotation 2004 bis 2009 wider (Tab. 2). Die Mindererträge des reinen Marktfruchtsystems (VL-MF) gegenüber dem System Gemischtbetrieb (GM-V) waren signifikant und deutlich. So betragen sie hinsichtlich der oberirdischen Phytomasse – 26 %, in Bezug auf den mittleren nichtlegumigen Marktfruchtertrag – 18 % und bei der Summe der geernteten Hauptprodukte sogar – 36 %. Das viehlose System mit Rotationsbrache (VL-GB) wies lediglich bei dem Parameter „Summe der geernteten Hauptprodukte“ einen signifikant niedrigeren Ertrag auf als das Referenzsystem GM-V.

**Tabelle 2: Fruchtfolgeleistungen in der 2. Rotation 2004 – 2009 (dt TM  $\text{ha}^{-1}$  bzw. dt GE  $\text{ha}^{-1}$ ) in Abhängigkeit von den Betriebssystemen**

	GM-V (Gemischtbetrieb mit Viehhaltung)	VL-GB (Viehloser Betrieb mit Grünbrache)	VL-MF (Viehloser Betrieb nur Marktfrüchte)
Oberirdische Phytomasse (dt TM $\text{ha}^{-1}$ )	591 (100 %) a	536 (91 %) a	440 (74 %) b
Mittlerer nichtlegumiger Marktfruchtertrag (dt TM $\text{ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ )	39,9 (100 %) a	38,3 (96 %) ab	32,9 (82 %) b
Summe der geernteten Hauptprodukte (dt GE $\text{ha}^{-1}$ )	326 (100 %) a	200 (61 %) b	208 (64 %) b

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

TM = Trockenmasse      GE = Getreideeinheiten

## Diskussion

Der hohe Stellenwert des Humus besonders im Ökologischen Landbau wurde mehrfach beschrieben (z. B. Brock et al. 2011). Speziell Nicht-Leguminosen profitieren von einem hohen Humusgehalt. Somit bedeuten Verluste an organischer Substanz eine Verschlechterung der Bodeneigenschaften, was in dem beschriebenen Feldversuch auch anhand von bodenphysikalischen und –biologischen Merkmalen gezeigt werden konnte. Dies wirkte sich obendrein negativ auf die Ertragsbildung aus. Die Humus ak-

kumulierende Wirkung von mehrjährigen legumen Futterpflanzen und von organischen Düngergaben wurde häufig nachgewiesen (z. B. Lipavský et al. 2008). Nach der 1. Rotation des Feldversuchs Gladbacherhof war ein Humusabbau in den beiden viehlosen Systemen noch nicht eindeutig zu belegen (Schmidt et al. 2006). Dies zeigte sich erst nach Durchlaufen der 2. Rotation deutlich. Die dargestellten Ergebnisse belegen, dass die in den viehlosen Systemen erzielten Erträge zurzeit in hohem Maße zu Lasten der nachhaltigen Bodenfruchtbarkeit gehen. Auf lange Sicht werden sich in den beschriebenen Versuchsvarianten neue Fließgleichgewichte einstellen. In diesem Zuge ist zu erwarten, dass sich die Nährstoffmobilisierung aus dem Humusfonds im System Gemischtbetrieb mit Viehhaltung erhöhen, in den beiden viehlosen Systemen reduzieren wird.

### Schlussfolgerungen

Für viehlose Betriebe ist die Einordnung einer gemulchten Rotationsbrache in die Fruchtfolge in Verbindung mit einem maximal möglichen Umfang an Körner- und Futterleguminosen in Haupt- und Zwischenfruchtstellung sowie einer maximal möglichen Stroh- und Gründüngung erforderlich. In Systemen ohne Viehhaltung bieten sich zur Verwertung von legumen Futterbaugemengen auch Futter – Dünger – Kooperationen oder eine Vergärung in Biogasanlagen an. Für marktfruchtorientierte Betriebe, die sich keine Aufwuchsverwertung des Feldfutters erschließen können, stehen folgende Möglichkeiten zur Ausweitung des Leguminosenanbaus offen: das Weitreihenverfahren mit Untersaaten und die Kompostierung von legumen Aufwüchsen. Für viehlose Betriebe ist eine kontinuierliche Überprüfung der Nachhaltigkeit der Bodennutzung durch Humus- und Nährstoffbilanzen, vornehmlich N-Bilanzen, besonders wichtig.

### Literatur

- Brock C., Hoyer U., Leithold G., Hülsbergen K.-J. (2012): The humus balance model (HU-MOD): a simple tool for the assessment of management change impact on soil organic matter levels in arable soils. *Nutr. Cycl. Agroecosyst.* 92: 239-254.
- 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.
- Lipavský J., Kubát J., Zobac J. (2008): Long-term effects of straw and farmyard manure on crop yields and soil properties. In: *Archives of Agronomy and Soil Science*, 54/4: 369-379.
- Schmidt H., Schulz F., Leithold G. (2006): Organic Farming Trial Gladbacherhof. Effects of different crop rotations and tillage systems. In: Raupp J. (Hrsg.). *Long-term field experiments in organic farming*. Berlin: Köster (Scientific series/ISO FAR), p. 165-182.
- Schulz F. (2012): Vergleich ökologischer Betriebssysteme mit und ohne Viehhaltung bei unterschiedlicher Intensität der Grundbodenbearbeitung. Dissertation, Justus-Liebig-Universität Gießen.