

Langzeitversuch Burgrain: Bodenmikrobiologische Parameter in biologischen und integrierten Anbausystemen im Vergleich

Oberholzer, H.-R. und Zihlmann, U.¹

Keywords: farming system, soil microbial parameters, microbial biomass.

Abstract

In a large scale field experiment near Lucerne (Switzerland) the effect of integrated and organic farming systems on soil microbial parameters was investigated. Three farming systems, IP intensive, IP extensive and organic farming ("Bio") were compared on six plots during 18 years. The six year crop rotation with two years of ley (grass-clover mixture) was identical for all treatments, as was soil tillage, except that tillage in IP extensive was switched to non-inversion tillage starting in 2003. Soil samples from 0 to 20 cm depth were taken in spring, between 1993 to 1996 every year and after 1998 every second year. The samples were analysed for soil microbial biomass (substrate induced respiration SIR and since 2002 chloroform fumigation extraction CFE), soil respiration and nitrogen mineralisation. All parameters showed clear and stable differences between plots, depending on soil characteristics. Although significant differences between farming systems in single plots or for single parameters occurred, there could not be found any overall significant differences between the three farming systems. Although this result is contradictory to findings in the literature, it is confirmed by other investigations in Switzerland. It may be explained by the fact that both IP as well as the organic farming system had the same crop rotations and both got organic manure, as it is common agricultural practice in Switzerland.

Einleitung und Zielsetzung

Alle landwirtschaftlichen Anbaumaßnahmen wirken sich auf den Boden aus und können seine Eigenschaften verändern. Für die Nährstoffmineralisierung sollten angepasste und leistungsfähige Bodenorganismen in genügender Menge vorhanden sein. Dabei ist die Aktivität dieser Organismen direkt von den chemischen und physikalischen Bodeneigenschaften sowie dem aktuellen Bodenzustand abhängig. Aus diesem Grund sind insbesondere Bodenmikroorganismen gut geeignet, um Veränderungen der Bodenqualität integral anzuzeigen. Auf dem Betrieb Burgrain im Kanton Luzern wurden in den Jahren 1991 bis 2008 auf sechs Praxis schlägen die Anbausysteme „IP intensiv“, „IP extensiv“ und „Bio“ verglichen und deren Auswirkungen auf biologische Bodenqualitätsparameter untersucht.

Methoden

Der Versuch wurde 1991 auf dem Landwirtschaftsbetrieb "Burgrain" (mit Milchviehhaltung, Schweinezucht und Ackerbau) 25 km nordwestlich von Luzern angelegt. Die Jahresniederschläge liegen um 1.100 mm, die mittlere Jahrestemperatur beträgt 8,5°C. Die aus Schwemmlern entstandenen tiefgründigen und grundfeuchten Böden der Parzellen 1, 2, 3, 5 und 7 sind kalkhaltig, mittelschwer und haben einen Humusgehalt von 4 %. Dagegen ist der mittelschwere und leicht saure Braunerdeboden auf Moräne in Parzelle 6 nicht grundwasserbeeinflusst, nur mittelgründig und weist einen Humusgehalt von knapp 3% auf.

Sechs etwa 2 ha große Parzellen wurden in drei Bewirtschaftungsstreifen zu je etwa 65 a in die Verfahren integriert intensiv „IPintensiv“, integriert extensiv „IPextensiv“ und organisch-biologisch „Bio“ unterteilt. Die drei Anbausysteme waren folgendermaßen definiert: IPintensiv: Ökologischer Leistungsnachweis (ÖLN) erfüllt, hoher Pflanzenschutz- und Düngereinsatz; IPextensiv: ÖLN erfüllt, starke Gewichtung ökologischer Anliegen, reduzierter Pflanzenschutz- und Düngereinsatz; Bio: Verzicht auf Mineraldünger und chemisch-synthetische Pflanzenschutzmittel gemäß den Richtlinien für biologischen Landbau. Alle Verfahren wurden in der Regel ca. 25 cm tief gepflügt, außer das Verfahren IP extensiv, das ab 2003 nur noch nichtwendend bis 25 gelockert wurde. In der für alle Anbausysteme gleichen 6-jährigen Fruchtfolge folgten nach 4 Jahren Ackernutzung 2 Jahre Kleegras, jeweils mit denselben Sorten. Eine ausführliche Beschreibung des Versuches mit Ergebnissen aller gemessenen Parameter findet sich in Zihlmann et al. (2010).

Proben für bodenmikrobiologische Bestimmungen wurden von 1993 bis 1996 jährlich und ab 1998 alle 2 Jahre jeweils im Frühjahr entnommen. Dazu wurden bis 1996 pro Bewirtschaftungsstreifen aus jeweils einer Referenzfläche von 10x10 m und ab 1998 aus je vier solchen Referenzflächen Mischproben aus 0-20 cm Tiefe entnommen. Bis 2002 und in 2008 wurden alle sechs Parzellen, in den Jahren 2004 und 2006 nur die drei Parzellen 3, 5 und 6 beprobt. Die Proben wurden gekühlt transportiert, auf 2 mm gesiebt und bei 3°C gelagert. Bestimmt wurden die Bodenatmung und die N-Mineralisation im aeroben Brutversuch sowie die mikrobielle Biomasse mit substratinduzierter Respiration (SIR), ab 2002 zusätzlich mit der Chloroform-Fumigations-Extraktions-Methode (CFE).

Ergebnisse und Diskussion

Diese Publikation zeigt die Ergebnisse der 2. (1997-2002) und 3. (2003-2008) Fruchtfolgeperiode, wobei nur vergleichbare Datensätze dargestellt werden, d.h. nur die Ergebnisse jener drei Parzellen, die an allen Terminen beprobt worden sind. Für die statistische Auswertung und auch die Darstellung in den Abbildungen wurden die Ergebnisse der Parzellen 3 und 5 mit Schwemmlandböden zusammengefasst. Die Parzelle 6 mit Moräneboden wies bei allen mikrobiologischen Parametern die geringsten Werte auf; diese waren vergleichbar mit den Werten von Ackerstandorten auf Moräne und Schotter im Schweizer Mittelland. Die Parzellen 3 und 5 unterschieden sich meistens nicht signifikant voneinander und wiesen sehr hohe mikrobiologische Kennwerte auf. Bei der mikrobiellen Biomasse SIR waren in der 2. Fruchtfolgeperiode (FF2) diesen Parzellen die höchsten Werte im biologischen Anbausystem zu finden; dieses unterschied sich von den beiden anderen Anbausystemen statistisch signifikant. In der 3. Fruchtfolgeperiode (FF3) waren die Unterschiede zu IPintensiv dagegen etwas geringer, dafür waren die Biomassewerte nun in IPextensiv am höchsten. Auf der Parzelle 6 waren die Biomassewerte in IPintensiv generell am höchsten und unterschieden sich in FF2 signifikant von denen in den beiden anderen Anbausystemen. In FF3 verringerten sich die Unterschiede zwischen den drei Anbausystemen etwas, blieben aber (im Gegensatz zu Parzellen 3 und 5) prinzipiell gleich. Die Bodenatmung zeigte auf den Parzellen 3 und 5 weder in FF2 noch in FF3 Unterschiede zwischen den Anbausystemen, während IPintensiv auf der Parzelle 6 konstant höhere Ergebnisse aufwies. (Abbildung 1). Abbildung 2 zeigt die Ergebnisse der mikrobiellen Biomasse, die in Abbildung 1 zusammengefasst dargestellt sind, im Zeitverlauf. Daraus ist ersichtlich, dass der Unterschied zwischen IPintensiv und Bio auf den Parzellen mit Schwemmlandböden über den gesamten Zeitraum ähnlich war, aber in FF3 ab 2004 etwas abnahm. Die mikrobiellen Biomassewerte im Anbausystem IPextensiv lagen

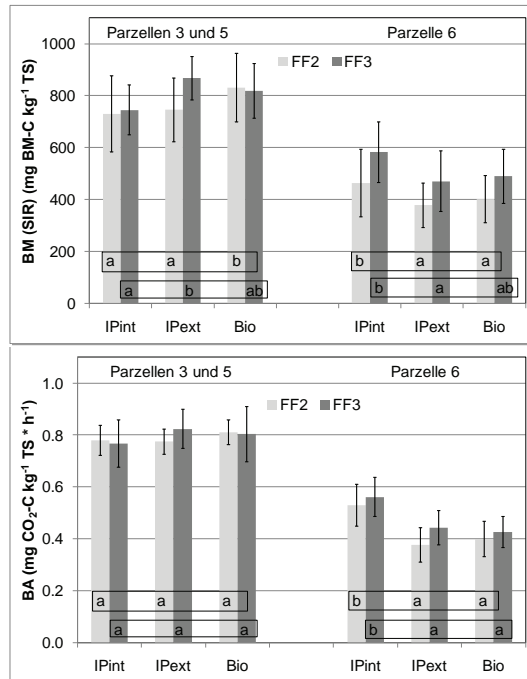


Abbildung 1: Ergebnisse der mikrobiellen Biomasse (SIR) und der Bodenatmung in den drei Anbausystemen auf den Parzellen mit Schwemmlandböden (3 und 5) und der Parzelle mit Moräneböden (6). Mittelwerte und Standardabweichung der 2. (1997-2002) und 3. (2003-2008) Fruchtfolgeperiode. Unterschiedliche Buchstaben entsprechen statistisch signifikanten Verfahrensunterschieden.

während FF2 noch zwischen jenen von IP intensiv und Bio, erhöhten sich dann aber in FF3. relativ zu den anderen beiden Anbausystemen deutlich.

Bezogen auf die Wirkung der Anbausysteme auf bodenbiologische Parameter fällt primär die positive Entwicklung der mikrobiellen Biomasse im extensiven IP-System FF3 auf. Dieser Effekt steht zweifellos im Zusammenhang mit der Einführung der nichtwendenden Bodenbearbeitung; die genauen Ursachen können aufgrund der vorhandenen Daten allerdings nicht eindeutig identifiziert werden. Beim Vergleich Bio zu IPintensiv steht der deutlich höheren Biomasse im biologischen System mit Schwemmlandböden das umgekehrte Ergebnis mit Moräneböden entgegen. Die Bodenatmungswerte zeigten dagegen einzig bei der Parzelle mit Moräneböden höhere Werte in IPintensiv als bei den anderen beiden Anbausystemen.

Insgesamt kann daraus gefolgert werden, dass bei den mikrobiellen Parametern keine klaren und eindeutigen Unterschiede zwischen den geprüften Anbausystemen festzustellen sind. Dieses Ergebnis erscheint im Vergleich mit internationalen Studien, die mehrheitlich positive Auswirkungen biologischer Bewirtschaftung auf Bodenorganismen und bodenbiologische Aktivitäten nachweisen (Stolze *et al* 2000, Alföldi *et al.* 2002), zwar erstaunlich, vergleichbare Arbeiten aus der Schweiz kamen aber zu ähnlichen Ergebnissen. So ergab ein Paarvergleich von biologisch bzw. konventionell bewirtschafteten Praxisflächen nur in 30% der Vergleiche höhere Werte für biologisch bewirtschaftete Flächen (Oberholzer und Mäder 2002). Zudem zeigen die Anbausysteme im DOK-Versuch bei den neuesten Erhebungen in keinem der untersuchten mikrobiologischen Parameter signifikante Unterschiede zwischen dem biologischen und dem entsprechenden konventionellen Verfahren auf (Oberholzer *et al.* 2009), nachdem in früheren Jahren noch deutliche Unterschiede festgestellt worden waren.

Wie im DOK-Versuch dürfte auch im hier beschriebenen Versuch eine wichtige Ursache für nur geringe oder gar fehlende Unterschiede zwischen biologisch und „konventionell“, d.h. integriert nach ÖLN bewirtschafteten Anbausystemen in der identischen Fruchtfolge und dem Einsatz von Hofdüngern in beiden Systemen liegen.

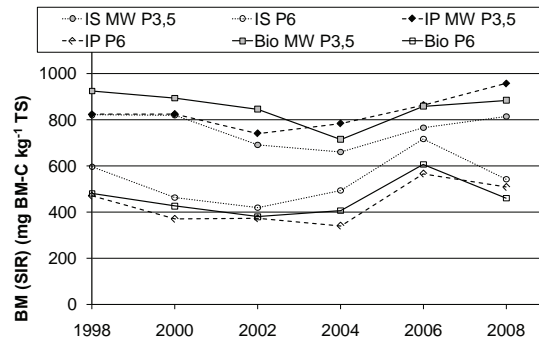


Abbildung 2: Verlauf der mikrobiellen Biomasse (SIR) in den drei Anbausystemen auf den Parzellen mit Schwemmlandböden (3 und 5) bzw. mit Moräneböden (6).

Schlussfolgerungen

Die mikrobiologischen Parameter zur Beurteilung der Bodenqualität zeigten in den verschiedenen Jahren deutliche und stabile Unterschiede zwischen den Parzellen mit unterschiedlichen Böden auf. Obwohl zwischen den geprüften Anbausystemen „IP intensiv“, „IPextensiv“ und „Bio“ bei einzelnen Parametern bzw. Parzellen signifikante Unterschiede auftraten, konnten über die gesamte Versuchsdauer betrachtet keine systematisch unterschiedlichen Auswirkungen der drei Anbausysteme auf die untersuchten mikrobiellen Parameter nachgewiesen werden. Hingegen lässt sich ein Einfluss des Bodenbearbeitungssystems auf die bodenmikrobiologischen Parameter erkennen. Dieses Ergebnis steht zwar im Widerspruch zu ausländischen Ergebnissen, wird aber weitgehend durch Paarvergleiche auf Schweizer Praxisparzellen und aktuelle Ergebnisse aus dem DOK-Versuch bestätigt. Das Ergebnis lässt sich dadurch erklären, dass in den integrierten Anbausystemen dieselbe Fruchtfolge angebaut und ebenfalls Hofdünger eingesetzt werden wie im biologischen Verfahren, was auch der Anbaurealität in der Schweizer Landwirtschaft entspricht.

Literatur

- Alföldi, Th.; Fließbach, A.; Geier, U.; Kilcher, L.; Niggli, U.; Pfiffner, L.; Stolze, M. and Willer, H. (2002) Organic Agriculture and the Environment. In: El-Hage Scialabba, Nadia and Caroline, Hattam (Eds.) Organic agriculture, environment and food security, Food and Agriculture Organisation of the United Nation (FAO), Rome, chapter 2.
- Oberholzer H.-R., Fließbach A., Mäder P. and Mayer J. (2009) Einfluss von biologischer und konventioneller Bewirtschaftung auf biologische Bodenqualitätsparameter: Entwicklungen im DOK Langzeitversuch nach pH-Regulierung. Wissenschaftstagung für ökologischen Landbau, Zürich, archiviert unter: <http://orgprints.org/view/projects/int-conf-2009-wita.html>
- Oberholzer H.-R. und Mäder P. 2002. Paarvergleiche bodenmikrobiologischer Parameter auf biologisch bzw. integriert bewirtschafteten Praxisparzellen. VDLUFA-Schriftenreihe 58, 188-192.
- Stolze, M., Pierr, A., Häring, A., and Dabbert, S. 2000. The environmental impacts of organic farming in Europe, Organic Farming in Europe: Economics and Policy, Volume 6. Universität Hohenheim, Stuttgart-Hohenheim.
- Zihlmann U., Jossi, E., Scherrer C. et al. (2010): Integrierter und biologischer Anbau im Vergleich. Resultate aus dem Anbausystemversuch Burgrain 1991 bis 2008. ART-Bericht 722, 1-16.