

Vergleich bodenbiologischer Eigenschaften ökologischer und konventioneller Praxisflächen: Integration der Forschung in reguläre Lehrveranstaltungen

Wichern, F., Arnim, S.-M., Herm-Stapelberg, A., Höing, M., Joppen, B., Lehnert, D., Müller, V., Neuhaus-Gea Navarro, T., Schwalb, S., Zilberman, O. und Watson, C.

Keywords: Bachelorstudenten, metabolischer Quotient, metabolische Aktivität, mikrobielle Aktivität, mikrobielle Biomasse, organische Substanz.

Abstract

Organic agriculture (OA) soils have often been shown to have a higher soil microbial biomass (SMB), microbial activity (MA) and a higher soil organic matter (SOM) content than conventional soils. The objectives of this study were to assess the soil fertility of an organically and a conventionally managed field and to ascertain whether BSc students of the study program "Sustainable Agriculture" could assist in regular soil biological field measurements to monitor the effect of farming systems on soil health. Soil samples from both sites were analysed for SOM, pH, water holding capacity, SMB and MA. The results confirmed previous findings of a higher MA, a larger SMB and a higher SOM content under OA. In contrast to other results, the microbial quotient was low whereas the metabolic quotient was high in both soils, indicating low substrate availability and stress. The variability of the data produced by the students was within the range typical of soil biological measurements, showing that BSc students can already be involved in soil biological research.

Einleitung und Zielsetzung

Eine nachhaltige Landwirtschaft muss die begrenzte Ressource Boden schonend einsetzen und die Bodengesundheit fördern. Zahlreiche Studien zeigen, dass langjährig ökologisch bewirtschaftete Flächen eine höhere biologische Aktivität, eine größere mikrobielle Biomasse und eine höhere Diversität an Mikroorganismen aufweisen (z.B. Fließbach *et al.* 2007, Heinze *et al.* 2010, Mäder *et al.* 2002). Ursächlich ist der erhöhte Kohlenstoffeintrag durch organische Düngung und mehrjähriges Klee gras. Es wurde zudem häufig beobachtet, dass der metabolische Quotient (qCO_2) der mikrobiellen Gemeinschaft ökologisch bewirtschafteter Flächen geringer ist als in konventionell bewirtschafteten Flächen (Fließbach *et al.* 2007, Heinze *et al.* 2010, Mäder *et al.* 2002), welches mit einer Zunahme der Diversität einhergehend, einen Hinweis auf eine ältere oder wachsende mikrobielle Gemeinschaft geben kann und eine höhere Substratnutzungseffizienz aufzeigt. Zudem wurde der metabolische Quotient als Stressindikator verwendet (Anderson und Domsch, 2010).

An vielen Hochschulen in Deutschland kann aufgrund einer geringen Anzahl technischer und wissenschaftlicher Mitarbeiter häufig nur im Rahmen von Drittmittelprojekten geforscht werden. Die Integration Studierender in die Forschung muss unter diesen Bedingungen viel stärker erfolgen. Es bedarf jedoch der kritischen Analyse, ob aufgrund fehlender methodischer Erfahrung bei Studierenden in Bachelorstudiengängen reproduzierbare Ergebnisse erreicht werden können.

Im Rahmen eines bodenökologischen Praktikums im Bachelorstudiengang „Sustainable Agriculture“ an der Hochschule Rhein-Waal, wurde der Boden einer

langjährig ökologisch bewirtschafteten Fläche bodenbiologisch untersucht und mit einer angrenzenden konventionell bewirtschafteten Fläche verglichen. Zielstellung war es zu ermitteln, ob die in der Literatur beschriebenen bodenbiologischen Unterschiede auch auf Praxisflächen nachgewiesen werden können, und ob Laien (Studierende) in der Lage sind bodenbiologische Labormethoden so einzusetzen, dass Unterschiede der Bewirtschaftung messbar sind.

Methoden

Im März 2014 wurden in Kleve am Niederrhein auf einer langjährig (> 20 Jahre) ökologisch und einer benachbarten konventionell bewirtschafteten Fläche Bodenproben in 0-10 cm Tiefe genommen, homogenisiert und für weitergehende Untersuchungen auf 2 mm gesiebt. Anschließend analysierte jede/r der neun Studierenden Unterproben von beiden Flächen. Einzelne Untersuchungen wurden nur von acht Studierenden, andere Analysen hingegen von jeder Person in mehreren Wiederholungen durchgeführt. Neben der Wasserhaltekapazität (WHK) wurden der pH (H₂O) und der Gehalt an organischem Kohlenstoff (Verbrennung bei 550°C) bestimmt. Als mikrobielle Aktivitätsparameter wurden die Basalatmung als durchschnittliche CO₂-Entwicklung in der zweiten Woche eines zweiwöchigen Inkubationsexperiments (50 % WHK, 22°C) und die Phosphataseaktivität der Böden gemessen. Zudem wurde der mikrobiell gebundene Kohlenstoff (C_{mik}) mittels Fumigation-Extraktion ermittelt. Aus diesen Daten wurde der mikrobielle Quotient (C_{mik}/C_{org}) (%) und der metabolische Quotient (qCO₂) in mg CO₂-C C_{mik}⁻¹ h⁻¹ ermittelt. Zur Ermittlung der Remediationsfähigkeit des Bodens, wurde Boden beider Flächen mit Diesel kontaminiert und nach einer Woche die Lipase-Esterase- und Dehydrogenaseaktivität gemessen. Mittelwertvergleiche wurden mit Student's T-Test und dem Tukey-HSD-Test in JMP 8.0 durchgeführt.

Ergebnisse und Diskussion

Tab. 1: Mittelwerte der C_{org}-Konzentration, des pH, der Wasserhaltekapazität (WHK), der Basalatmung (BA), der Phosphataseaktivität (Phtse), des mikrobiell gebundenen C (C_{mik}), des mikrobiellen Quotienten (C_{mik}/C_{org}), des metabolischen Quotienten (qCO₂) einer ökologisch und einer konventionell bewirtschafteten Fläche (Mittelwertvergleiche mittels Student's t-Test).

	Konventionell	n	Ökologisch	n	p
C _{org} (mg C g ⁻¹)	13,4	8	16,6	9	<0.001
pH (H ₂ O)	5,7	9	6,9	8	<0.001
WHK (%)	47	8	56	8	<0.001
BA (µg CO ₂ -C g ⁻¹ d ⁻¹)	4,3	20	14,6	23	<0.001
Phtse (µg pNP g ⁻¹ h ⁻¹)	1625	8	4499	7	<0.001
C _{mik} (µg g ⁻¹)	83	15	204	17	<0.001
C _{mik} /C _{org} (%)	0,6	14	1,2	17	<0.001
qCO ₂	2,27	13	3,11	15	<0.05

Die ökologisch bewirtschaftete Fläche wies einen höheren Humusgehalt und damit eine größere WHK, einen höheren pH (trotz lange zurückliegender Kalkung), eine

höhere mikrobielle Aktivität (Basalatmung und Phosphataseaktivität), eine größere mikrobielle Biomasse und einen höheren mikrobiellen Quotienten auf (Tabelle 1). Dieses spiegelt den höheren Eintrag organischer Substanz (Rottemist, Kompost, Klee gras) wieder. Die Ergebnisse der Analysen bestätigen weitestgehend die Beobachtungen anderer Untersuchungen (z.B. Fließbach *et al.* 2007, Heinze *et al.* 2010, Santos *et al.* 2012). Der mikrobielle Quotient war allerdings auf der ökologischen Fläche niedrig und auf der konventionellen Fläche sehr niedrig. Dieses weist auf eine geringe Substratverfügbarkeit hin. Der metabolische Quotient war im Gegensatz zu den Beobachtungen aus anderen Untersuchungen (z.B. Heinze *et al.* 2010, Mäder *et al.* 2002) im Boden der ökologischen Fläche höher als im Boden der konventionellen Fläche. Insgesamt waren die Werte beider Flächen allerdings auf einem hohen Niveau, was darauf hinweist, dass die mikrobielle Gemeinschaft ein hohes Maß an Erhaltungsenergie aufwendet oder Stressoren ausgesetzt ist.

Die Dehydrogenaseaktivität stieg nach Zugabe von Diesel im Boden der ökologischen Fläche stark an, wohingegen im Boden der konventionell bewirtschafteten Fläche kein Anstieg zu verzeichnen war (Abb. 1a). Die Lipase-Esteraseaktivität wies diesen Unterschied allerdings nicht auf (Abb. 1b). Diese Ergebnisse zeigen, dass der Boden der ökologisch bewirtschafteten Fläche offensichtlich eine stärkere Fähigkeit besitzt auf organische Verunreinigungen zu reagieren, welches einen schnelleren Abbau der Verunreinigung nach sich ziehen könnte.

Die Ergebnisse des bodenökologischen Laborkurses weisen eine Streuung auf, die auch bei den biologischen Messgrößen im akzeptablen Bereich liegt und die bekannten Unterschiede zwischen ökologisch und konventionell bewirtschafteten Flächen aufzeigt. Insbesondere ist es interessant, dass signifikante Unterschiede beim metabolischen Quotienten messbar waren, die häufig eine große Streuung aufweisen. Unsere Studie zeigt, dass auch Bachelorstudierende in regulären Kursen bereits in bodenbiologische Forschung einbezogen werden können. Die Ergebnisse der nächsten Jahre wird zeigen, inwieweit das Lernkonzept des Laborkurses diese Beobachtung bestätigt und die Produktion ähnlicher Ergebnisse langfristig ermöglicht.

Literatur

- Anderson T.-H., Domsch K.H. (2010): Soil microbial biomass: The eco-physiological approach. *Soil Biol Biochem* 42: 2039-2043.
- Fließbach A., Oberholzer H.-R., Gunst L., Mäder P. (2007): Soil organic matter and biological soil quality indicators after 21 years of organic and conventional farming. *Agric Ecosys Env* 118: 273-284.
- Heinze S., Raupp J., Joergensen R.G. (2010): Effects of fertilizer and spatial heterogeneity in soil pH on microbial biomass indices in a long-term field trial of organic agriculture. *Plant Soil* 328: 203-215.
- Mäder P., Fließbach A., Dubois D., Gunst L., Fried P., Niggli U. (2002): Soil fertility and biodiversity in organic farming. *Science* 296: 1694-1697.
- Santos V.B., Araújo A.S.F., Leite L.F.C., Nunes L.A.P.L., Melo W.J. (2012): Soil microbial biomass and organic matter fractions during transition from conventional to organic farming systems. *Geoderma* 170: 227-231.

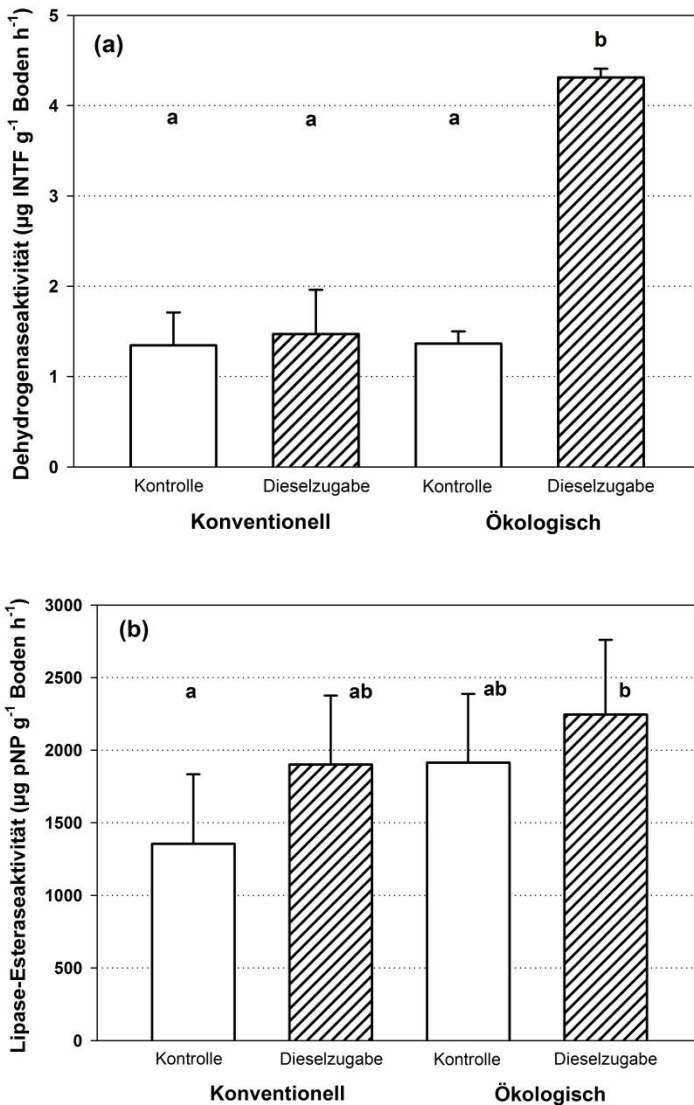


Abb. 1: Aktivität der Enzyme Dehydrogenase (Abb 1a) und Lipase-Esterase (Abb. 1b) ohne und mit Dieselzugabe in einem konventionell und einem ökologisch bewirtschaftetem Boden. Unterschiedliche Buchstaben zeigen statistisch signifikante Unterschiede (Tukey-HSD, $p < 0,05$).