

Auswirkungen langjähriger biologischer Landwirtschaft

Adrian Honegger, Raphaël Wittwer, Django Hegglin, Hans-Rudolf Oberholzer, Anne de Ferron, Philippe Jeanneret und Marcel van der Heijden

Agroscope, Institut für Nachhaltigkeitswissenschaften INH, 8046 Zürich, Schweiz

Auskünfte: Marcel van der Heijden, E-Mail: marcel.vanderheijden@agroscope.admin.ch



Abb. 1 | Eine der untersuchten Winterweizen-Parzellen. (Foto: Raphaël Wittwer, Agroscope)

Einleitung

Die biologische Landwirtschaft wird in der Schweiz wirtschaftlich immer bedeutender (Bio Suisse 2013). Unter heutigen Marktbedingungen sind die Deckungsbeiträge pro Hektare auf biologisch bewirtschafteten Äckern höher (Zihlmann *et al.* 2010), was ein Grund zum Umstellen sein kann. Allerdings bleibt die Frage offen, wie sich die Erträge und die ertragsrelevanten Faktoren im biologischen Anbau über längere Zeit entwickeln. Sinken die

Erträge mit der Dauer der biologischen Bewirtschaftung, zum Beispiel weil die Nährstoffversorgung geringer ist? Nehmen die Unkräuter auf Bio-Betrieben mit der Zeit zu? So geht aus einer jüngeren Umfrage lediglich hervor, dass sich viele konventionelle Ackerbaubetriebe aus Angst vor Unkrautproblemen gegen eine Umstellung auf Bio entscheiden (Ferjani *et al.* 2010). Weiterhin ist noch ungenügend erforscht, ob die biologische Diversität mit der Dauer der biologischen Bewirtschaftung grösser wird, zum Beispiel weil keine Pestizide mehr eingesetzt werden.

Um diese Fragestellungen zu beantworten, wurde während zwei Jahren (2011 und 2012) auf insgesamt 34 Praxis-Betrieben untersucht, wie sich die Erträge von Silomais und Winterweizen und ertragsrelevante Faktoren mit der Dauer der Biobewirtschaftung verändern, und wie sich die Bodennährstoffverfügbarkeit, die Bodenmikroflora, der Unkrautdruck, die Vielfalt der Unkräuter und die Spinnen-Populationen im Silomais entwickeln (Abb. 2).

Material und Methoden

Während zwei Jahren hat Agroscope auf 34 Betrieben in den Kantonen Aargau, Zürich und Thurgau Untersuchungen auf Ackerparzellen durchgeführt (Abb. 3). Die beteiligten Betriebe wurden anhand der Dauer der Biobewirtschaftung in vier Gruppen unterteilt (Tab. 1). Alle an der Untersuchung beteiligten Betriebe werden gemischtwirtschaftlich geführt, und Ackerkulturen sind für alle Betriebe ein wesentliches Betriebsstandbein.

Probenahme im Feld und Fragebögen

Pro Betrieb wurden in beiden Versuchsjahren ein und dieselbe Parzelle und derselbe Standort innerhalb der Parzelle untersucht. Die untersuchten Parzellen liegen hauptsächlich auf mittelschweren tiefgründigen Böden vom Typ Braunerde, dem häufigsten Bodentyp im Schweizer Mittelland. Die meisten Parzellen wiesen Kunstwiese als Vorkultur im Jahr 2010, Silomais im Jahr 2011 und Winterweizen im Jahr 2012 auf (Abb. 2). Die Proben und Beobachtungen wurden alle innerhalb eines Kreises mit einem Radius von 10 Metern um einen mittels GPS markierten Punkt im Feld durchgeführt. Zudem wurden mit einem Fragebogen Informationen zum Betrieb, zur Fruchtfolge und zur Bewirtschaftung der untersuchten Parzellen erhoben. Die Berechnungen zu den ausgebrachten Nährstoffen basieren auf den Angaben der Betriebsleitenden zu Art und Menge der Düngergaben. Für die Berechnung der mittels organischen Düngern ausgebrachten Nährstoffe wurden die Richtwerte aus den Grundlagen für die Düngung im Acker- und Futterbau 2009 (GRUDAF, Flisch *et al.* 2009) verwendet. >

Zusammenfassung

Immer mehr landwirtschaftliche Betriebe prüfen, ob es sich lohnt, von konventioneller auf biologische Produktion umzustellen. Dabei ist es wichtig zu wissen, ob sich die Ertrags- und Umwelt-Leistungen verändern. Ungenügend erforscht ist insbesondere die Frage, wie sich die Dauer der biologischen Bewirtschaftung auf die Erträge, die Unkrautpopulationen, die Biodiversität und die Bodenfruchtbarkeit auswirkt. Um dies zu untersuchen wurden 34 Parzellen verteilt über vier Betriebsgruppen (konventionelle Betriebe (ÖLN), kürzlich umgestellte sowie «junge» und «alte» Biobetriebe) verglichen. Die Studie zeigt zwar, dass auf Bio-Parzellen kleinere Winterweizen-Erträge erzielt werden als auf ÖLN-Parzellen; die Erträge sinken aber mit der Dauer der biologischen Bewirtschaftung nicht. Auch der Unkrautdruck hat mit der Dauer der biologischen Bewirtschaftung nicht zugenommen. Allerdings variierte die Unkrautsituation je nach Parzelle stark, und auf einzelnen Parzellen stellten Problemunkräuter ein beachtliches Problem dar. Die Studie zeigt, dass sich die Dauer der biologischen Bewirtschaftung auf gemischtwirtschaftlich geführten Betrieben unter Schweizer Bedingungen nicht negativ auf Erträge oder Bodenfruchtbarkeit auswirkt.

Tab. 1 | Gruppeneinteilung und Beschreibung der Untersuchungsgruppen

Gruppe	Anzahl Betriebe 2011	Anzahl Betriebe 2012	Beschreibung der Gruppen	Jahr der Umstellung auf Bio	Dauer Biobewirtschaftung per 12.2012
ÖLN	9	7	Kontrollgruppe	–	–
U	9	8	kürzlich umgestellte Betriebe	2009 – 2011	2 – 4 Jahre
BI01	7	6	«junge» Biobetriebe	1999 – 2003	10 – 14 Jahre
BI02	9	8	«alte» Biobetriebe	1980 – 1997	16 – 33 Jahre

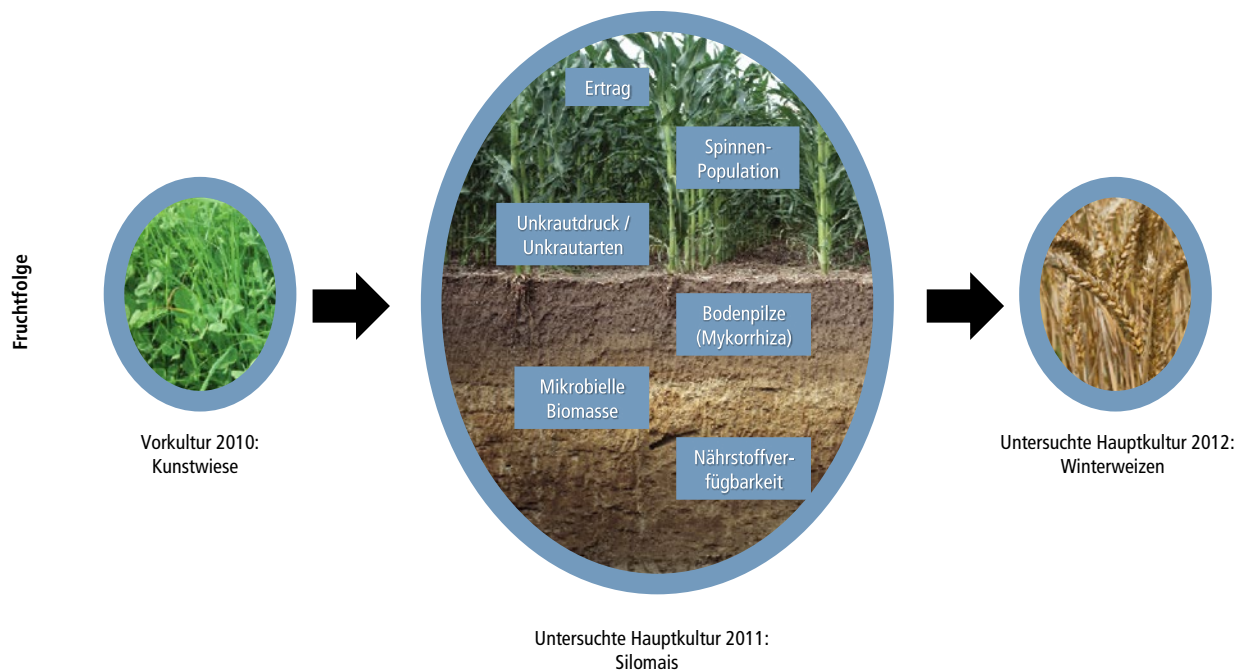


Abb. 2 | Übersicht über die Fruchtfolge und die untersuchten Faktoren auf den untersuchten Parzellen am Beispiel der Silomaiskultur.

Resultate und Diskussion

Keine Abnahme der Erträge

Der Ertrag ist einer der Schlüsselfaktoren für die landwirtschaftliche Produktion und ist meistens die wichtigste Entscheidungsgröße für Betriebsleitende. Diverse Studien zeigen, dass im biologischen Landbau geringere Erträge erzielt werden (Seufert *et al.* 2012). Es ist aber noch unklar, ob sich die Erträge mit langjähriger Biobewirtschaftung ändern. Der Maisertrag der untersuchten Betriebe war konstant, und es gab keinen Unterschied zwischen biologisch und konventionell angebautem Mais (Tab. 2). Die Winterweizenerträge waren auf den ÖLN-Parzellen durchschnittlich 15 dt/ha höher als auf

den Bio-Parzellen, was einem Minderertrag von zirka 20% auf den Bio-Parzellen im Vergleich zu den ÖLN-Parzellen entspricht. Diese Resultate stimmen überein mit den Erfahrungen aus dem Schweizer DOK-Systemversuch (Jossi *et al.* 2009) und dem Anbausystemversuch Burgrain im Kanton Luzern (Zihlmann *et al.* 2010).

Neben hohen Erträgen ist auch die Ertragsstabilität über die Zeit sehr entscheidend. In dieser Studie konnte keine Abnahme der Mais- und Winterweizenerträge mit zunehmender Dauer der biologischen Bewirtschaftung festgestellt werden. Dies zeigt, dass auch bei einer tieferen Düngung die Bodenfruchtbarkeit erhalten bleibt, und somit gute Erträge über längere Zeit erzielt werden können (Tab. 2).

Tab. 2 | Ertragsmittelwerte* von Silomais in Trockensubstanz (TS) und Winterweizen und Vergleich mit konventionellem Anbau (ÖLN = 100%)

Gruppe	Silomais 2011		Winterweizen 2012	
	TS (dt/ha)	(%)	(dt/ha)	(%)
ÖLN	209	100	74,9	100
U	207	99	58,5	78,1
BIO1	201	96,2	58,7	78,4
BIO2	208	99,5	61,5	82,1

*Die Silomais- und Winterweizen-Proben wurden von Hand auf kleinen Parzellen (60 cm x 40 cm) gewonnen und die TS-Erträge pro Hektare hochgerechnet. Die tatsächlichen Erträge pro Hektare sind in der Praxis schätzungsweise 10–25% tiefer (durch Verluste bei Erntearbeiten, Fahrspuren und Feldränder).

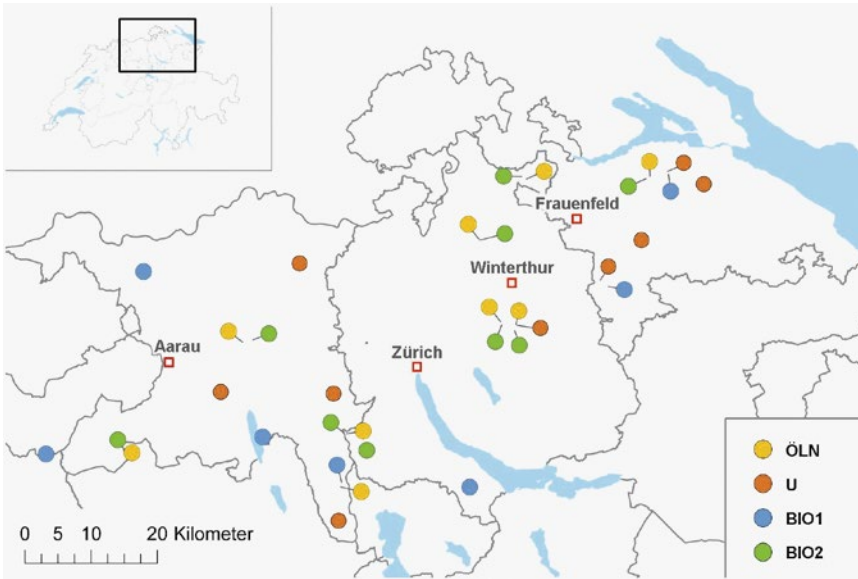


Abb. 3 | Standorte der untersuchten Parzellen (ÖLN, U, BIO1 und BIO2 siehe Tab. 1).

Unkrautdruck über längere Zeit stabil

Auch wenn laufend neue und geeignete Unkrautregulierungsmassnahmen im Bioackerbau entwickelt werden, bleiben Unkräuter immer noch eines der grössten Probleme. Während auf den ÖLN-Parzellen das Unkraut mit synthetischen Nachauflauferherbiziden kontrolliert wurde, sind diese Hilfsmittel für den Biolandbau verboten; Unkräuter werden mechanisch und von Hand reguliert. Wie erwartet nimmt die Bodenbedeckung durch Unkräuter nach der Umstellung auf Bio und dem Verzicht auf Herbizide rasch zu (Abb. 4). Ältere Bio-Betriebe leiden

aber nicht stärker unter Unkräutern als jüngere. Im Jahr 2011 konnte noch eine schwache, nicht signifikante Tendenz zu mehr Unkrautbodenbedeckung mit zunehmender Dauer der biologischen Bewirtschaftung festgestellt werden (Abb. 4). Dieser Trend bestätigte sich allerdings im Jahr 2012 nicht. Zudem zeigen die grossen Standardfehlern in den Bio-Gruppen, dass auf den Bio-Parzellen die Unkrautbodenbedeckung innerhalb der Gruppen sehr unterschiedlich war. So bedeckte Unkraut auf BIO2-Parzellen im Silomais zwischen 9 und 73 Prozent beziehungsweise im Winterweizen zwischen 4 und 60 Prozent

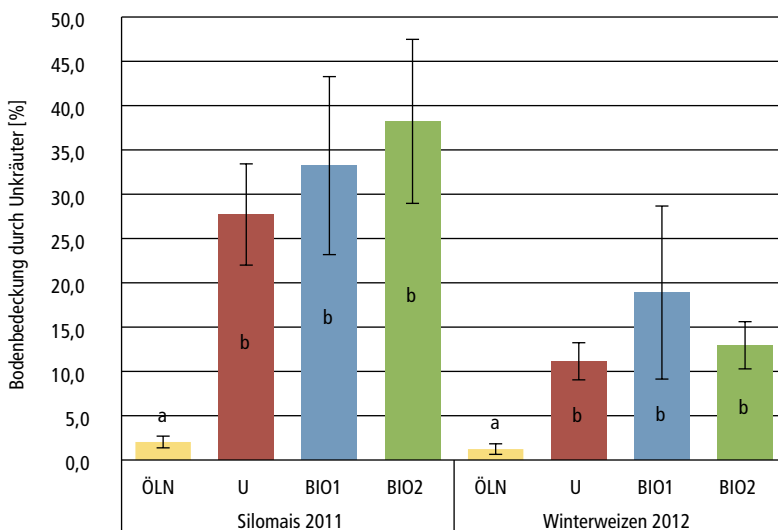


Abb. 4 | Durchschnittliche prozentuale Unkrautbodenbedeckung (mit Standardfehler) beim Anbau von Silomais und Winterweizen in den Betriebsgruppen (ÖLN, U, BIO1 und BIO2 siehe Tab. 1). Verschiedene Buchstaben zeigen signifikante Mittelwertunterschiede ($p < 0,05$) gemäss Tukey-Test.

Tab. 3 | Gedüngte Nährstoffmenge (Mittelwerte) zu Silomais und Winterweizen. Verschiedene Buchstaben in derselben Spalte zeigen signifikante Mittelwertunterschiede ($p < 0,05$) gemäss Tukey-Test

	Silomais 2011			Winterweizen 2012		
	Dünger-N _{lös} (kg/ha)	Dünger-P ₂ O ₅ (kg/ha)	Dünger-K ₂ O (kg/ha)	Dünger-N _{lös} (kg/ha)	Dünger-P ₂ O ₅ (kg/ha)	Dünger-K ₂ O (kg/ha)
Düngungsnorm nach GRUDAF	110	80	220	140	60	100
ÖLN	152 ^a	102	226	118 ^a	27 ^a	58 ^a
U	115 ^{ab}	124	286	87 ^{ab}	75 ^b	157 ^b
BIO1	91 ^{ab}	107	289	62 ^b	61 ^{ab}	187 ^b
BIO2	85 ^b	103	216	60 ^b	67 ^{ab}	210 ^b

des Bodens. Einerseits gibt es einige Bioparzellen, auf denen vor allem Problemunkräuter oder Ungräser ein beachtliches Problem darstellen. Andererseits gibt es aber auch einige Biobetriebe, die seit über 15 Jahren biologisch bewirtschaftet werden, und die den Unkrautdruck auch langfristig gut unter Kontrolle halten.

Die Problemunkrautregulierung von Hand im Winterweizen nimmt im Durchschnitt knapp zwei Stunden pro Hektare in Anspruch, vor allem wegen der Blacke und der Ackerkratzdistel, kann aber bei starker Verunkrautung auch bis zu 5½ Stunden pro Hektare betragen. Es ist anzunehmen, dass die Unkrautsituation auf den Parzellen stark durch Standortfaktoren geprägt ist und auch die Unkrautmanagementstrategie und die Unkrauttoleranz der Betriebsleitenden einen wesentlichen Einfluss haben. So zeigt die Umfrage, dass die Unkrauttoleranz der Betriebsleitenden mit Dauer der biologischen Bewirtschaftung ansteigt.

Düngung hoch, Nährstoffverfügbarkeit gesichert

Die Erhaltung fruchtbarer Böden ist für die Pflanzenproduktion zentral. Besonders im Biolandbau ist es umstritten, ob die Nährstoffreserven langfristig erhalten werden können, vor allem für Betriebe, die nicht oder zu wenig über Hofdünger verfügen. Es gibt einige Studien,

die zeigen, dass wegen reduzierter Düngung und mehrheitlichem Verzicht auf mineralische Dünger auf biologischen Parzellen eine Reduzierung der Nährstoffverfügbarkeit von Phosphor und Kalium auftreten kann (Gosling und Shepherd 2005).

Auf konventionellen ÖLN-Betrieben war die Düngung mit löslichem Stickstoff (N_{lös}), der hauptsächlich aus Ammonium und teilweise aus Nitrat besteht, bei Silomais und Weizen im Vergleich zu biologisch bewirtschafteten Parzellen generell höher (Tab. 3). Im Gegensatz dazu wurde in biologisch bewirtschafteten Weizenparzellen generell mehr Phosphor und Kalium gedüngt. So war zum Beispiel die Phosphordüngung vor allem auf Parzellen sehr hoch, auf denen Gärgut aus Recyclingdünger einer Vergärungsanlage, Hühnermist, Stalmist oder Schweinegülle ausgebracht wurde. Auf den meisten Bio-Betrieben wurde die Düngungsnorm für Phosphor und Kalium in beiden Jahren klar überschritten (Flich et al. 2009).

Auffällig war, wie stark sich die ausgebrachten Nährstoffmengen zwischen den einzelnen Betrieben auch innerhalb derselben Gruppen unterschieden. Im Jahr 2011 betrug die Düngung im Silomais für Stickstoff (N_{lös}), Phosphor (P) und Kalium (K) auf den einzelnen Parzellen zwischen 32 und 239 kg N_{lös}/ha, 36 und 228 kg P₂O₅/ha,

Tab. 4 | pH-Werte, Bodennährstoffgehalte und Anzahl Betriebe pro Versorgungsklasse nach GRUDAF (Flich et al. 2009)

	pH-Wert	Boden-P (mg P ₂ O ₅ /kg)	Versorgung					Boden-K (mg K ₂ O/kg)	Versorgung					Boden-Mg (mg Mg/kg)	Versorgung				
			(Anzahl)	(Anzahl)	(Anzahl)	(Anzahl)	(Anzahl)		(Anzahl)	(Anzahl)	(Anzahl)	(Anzahl)	(Anzahl)		(Anzahl)				
			A	B	C	D	E		A	B	C	D	E		A	B	C	D	E
ÖLN	6,7	3,9	0	0	4	2	1	27 ^{ab}	0	0	6	1	0	139	0	2	2	1	2
U	6,5	2,7	0	1	5	1	1	20 ^a	0	4	3	0	1	152	0	0	3	3	2
BIO1	6,5	3,5	0	0	4	2	0	18 ^a	0	2	2	2	0	186	0	1	3	0	2
BIO2	6,8	4,3	0	0	5	0	3	52 ^b	0	0	1	5	2	175	0	1	2	3	2
Minimum	5,6	0,9						8						57					
Maximum	7,9	8,8						103						469					

Die Nährstoffversorgung des Bodens wurde an Hand der Versorgungsklassen dargestellt: A=arm, B=mässig, C=genügend, D=Vorrat, E=angereichert. Verschiedene Buchstaben in derselben Spalte zeigen signifikante ($p < 0,05$) Mittelwertsunterschiede gemäss Tukey-Test.

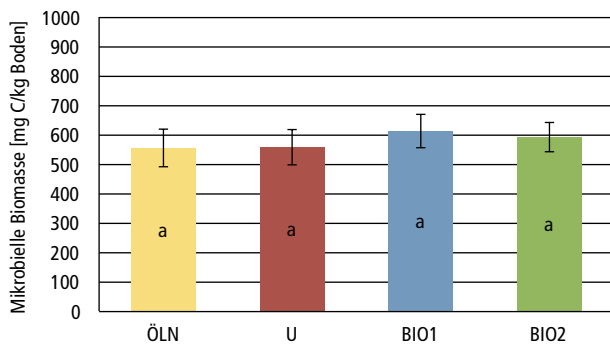


Abb. 5a | Durchschnittliche mikrobielle Biomasse (mit Standardfehler) der Betriebsgruppen (ÖLN, U, BIO1 und BIO2 siehe Tab. 1). Verschiedene Buchstaben zeigen signifikante Mittelwertunterschiede ($p < 0,05$) gemäss Tukey-Test.

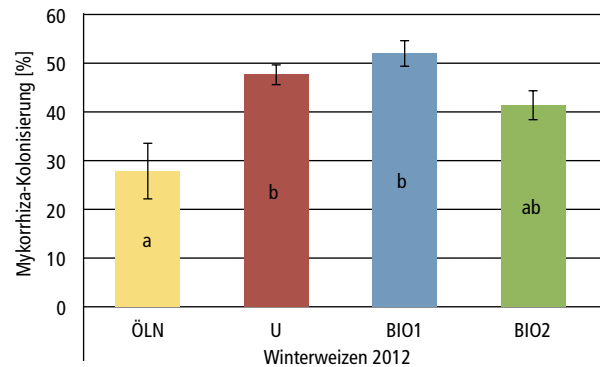


Abb. 5b | Durchschnittliche prozentuale Mykorrhiza-Kolonisierung (mit Standardfehler) beim Anbau von Winterweizen in den Betriebsgruppen (ÖLN, U, BIO1 und BIO2 siehe Tab. 1). Verschiedene Buchstaben zeigen signifikante Mittelwertunterschiede ($p < 0,05$) gemäss Tukey-Test.

respektive 69 und 445 kg K_2O/ha . Dies liegt daran, dass der Tierbesatz in Grossvieheinheiten zwischen den Betrieben stark variiert.

Die Gehalte der pflanzenverfügbaren Bodennährstoffe (Phosphor, Kalium und Magnesium [Mg]) unterscheiden sich zwischen den Gruppen nur für Kalium signifikant (Tab. 4). Die BIO2-Gruppe hat im Mittel deutlich höhere Werte als die anderen Gruppen. Dieser Unterschied zeigt sich auch bei Betrachtung der Versorgungsklassen gemäss GRUDAF (Flisch *et al.* 2009; Tab. 4). Unabhängig von der Dauer der biologischen Bewirtschaftung liegt keine der Parzellen für einen der Nährstoffe in der Versorgungsklasse A (nährstoffarm). Die gute Nährstoffversorgung aller Böden unabhängig von der Dauer der biologischen Bewirtschaftung funktioniert dank nährstoffreichen organischen Düngern (Rindermist, Rinder- und Schweinegülle, Hühnermist und flüssiges Gärgut). Somit konnten keine limitierenden Gehalte der Bodennährstoffe P, K und Mg auch nach über 25 Jahren biologischer Bewirtschaftung festgestellt werden.

Reiche Bodenmikroflora

Bodenorganismen spielen im Boden eine wesentliche Rolle in der Freisetzung von Nährstoffen und leisten einen wichtigen Beitrag für die Bodenfruchtbarkeit. Aus diesem Grund sind deren Menge und Leistung gute Indikatoren, um Veränderungen in der Bodenfruchtbarkeit anzuzeigen (Oehl *et al.* 2011).

Die auf den untersuchten Parzellen gefundenen Mengen an mikrobieller Biomasse (gemessen mit der SIR-Methode) schneiden im schweizerischen Vergleich gut ab. Die meisten Parzellen wiesen höhere normale, einige sogar hohe Werte aus. Zwischen den Betriebsgruppen konnten keine bedeutenden Unterschiede

festgestellt werden (Abb. 5a), und ein Trend zur Veränderung der mikrobiellen Biomasse mit zunehmender Dauer der biologischen Bewirtschaftung war nicht erkennbar.

Diese Ergebnisse widerlegen teilweise Erfahrungen aus ausländischen Studien. Sie bestätigen aber die Resultate aus Paarvergleichen auf Schweizer Praxisparzellen (Oberholzer und Mäder 2003) und aus den Schweizer Langzeitversuchen DOK und Burgrain (Oberholzer und Zihlmann 2011), wo ebenfalls keine Unterschiede für die mikrobiologischen Kennwerte zwischen den verschiedenen Anbausystemen gefunden werden konnten. Die Unterschiede zum Ausland sind zum Teil darauf zurück zu führen, dass konventionell bewirtschaftete ÖLN-Betriebe in der Schweiz im Gegensatz zum Ausland eine vielseitige Fruchtfolge haben und Hofdünger einsetzen.

Arbuskuläre Mykorrhizapilze (AM-Pilze) sind Bodenpilze, die eine Symbiose mit den Wurzeln der meisten Kulturpflanzen eingehen können, wobei Pilzfäden teilweise die Funktion von Wurzelhaaren übernehmen. AM-Pilze helfen der Pflanze vor allem bei der Nährstoffaufnahme (hauptsächlich P, aber auch N, K, Zink). Eine holländische Studie konnte zeigen, dass die biologische Bewirtschaftung diese nützlichen Bodenpilze und ihre Diversität mit zunehmender Dauer fördert (Verbruggen *et al.* 2010). Dies hängt vermutlich mit den längeren und vielseitigeren Fruchtfolgen, einer geringeren und mehrheitlich organischen Düngung, dem Verzicht auf chemisch-synthetische Pflanzenschutzmittel und einem höheren Unkrautbesatz im Biolandbau zusammen.

Die Untersuchungen der Pflanzenwurzeln zeigten, dass alle Parzellen mit nützlichen AM-Pilzen besiedelt waren (Abb. 6). Im Jahr 2012 machte sich der positive

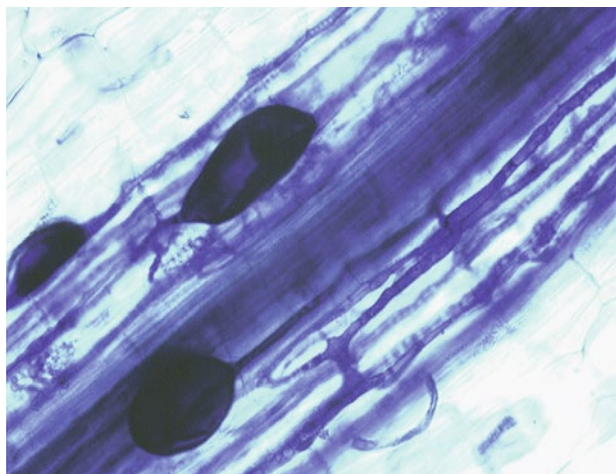


Abb. 6 | Wurzel unter dem Mikroskop (150-fach vergrössert) mit Mykorrhizapilz (blau eingefärbt).

Einfluss der biologischen Bewirtschaftung bemerkbar. Auf den ÖLN-Parzellen waren die Getreidewurzeln 2012 signifikant weniger stark von Mykorrhiza-Pilzen besiedelt als auf den U- und den BIO1-Parzellen (Abb. 5b).

Höhere Unkrautartenzahl und mehr Spinnen

Literaturübersichten zeigen, dass die biologische Bewirtschaftung generell einen positiven Einfluss auf die Biodiversität hat (Bengtsson *et al.* 2005). Dies bestätigte sich in dieser Studie für die Anzahl Unkrautarten. Auf den Bio-Parzellen kamen über beide Untersuchungsjahre (aufsummierte Anzahl Arten beider Jahre) im Durchschnitt dreimal so viel Unkrautarten vor wie auf den ÖLN-Parzellen (Abb. 7). Dies ist wie bei der Unkrautbodenbedeckung auf die Verwendung von Herbiziden auf den ÖLN-Parzellen zurückzuführen. Die mittlere Anzahl Arten auf den Parzellen über beide Untersuchungsjahre zeigt keinen Trend zu einer höheren Unkrautartenzahl mit zunehmender Dauer der biologischen Bewirtschaftung (Abb. 7).

Spinnen sind bekannte Räuber von Schädlingen der Kulturen. Ihre Anzahl und Vielfalt hängt vor allem von der Habitatstruktur ab (Samu und Szinetar 2002). Im Jahr 2011 wurden insgesamt 72 Arten und 981 Individuen mithilfe eines Saugapparates in 31 Silomaisfeldern der vier Betriebsgruppen gefangen. Die Unkrautbodenbedeckung und Unkrautartenzahl hatte insgesamt eine signifikante und positive Wirkung auf die Spinnenindividuenzahl über alle Betriebsgruppen (GLM: $p < 0,05$). Dagegen wurde kein signifikanter Unterschied der Arten- oder Individuenzahl zwischen biologisch und konventionell bewirtschafteten Parzellen gefunden.

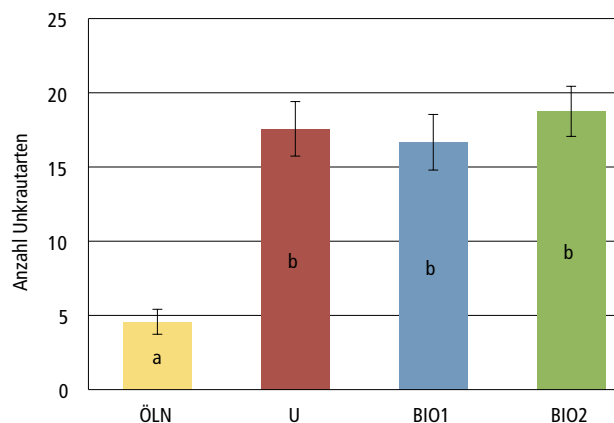


Abb. 7 | Durchschnittliche Anzahl Unkrautarten (mit Standardfehler) über beide Untersuchungsjahre unterteilt nach Gruppen. Verschiedene Buchstaben zeigen signifikante Mittelwertunterschiede ($p < 0,05$) gemäss Tukey-Test.

Schlussfolgerungen

Die biologische Bewirtschaftung unterscheidet sich von der ÖLN-Bewirtschaftung am markantesten durch ein höheres Unkrautauftreten und eine höhere Unkrautartenzahl sowie durch die Förderung von nützlichen Bodenpilzen und führt somit zu einer höheren Biodiversität. Diese Studie zeigt, dass mit guten Unkrautmanagementstrategien auch nach vielen Jahren biologischer Bewirtschaftung das Unkraut auf den Ackerparzellen unter Kontrolle gehalten werden kann. Bei der Nährstoffversorgung der Böden und der Bodenmikrobiologie sind die Unterschiede zwischen biologischem Landbau und ÖLN meist nicht signifikant. Zudem ergab diese Studie, dass eine ressourcenschonende, langjährige biologische Bewirtschaftung in der Praxis möglich ist. Zwar wurden auf Bio-Parzellen kleinere Erträge erzielt als auf ÖLN-Parzellen, die Erträge nahmen aber mit Dauer der biologischen Bewirtschaftung nicht ab, und auch die Bodennährstoffgehalte von Phosphor und Kalium haben sich nicht verringert. ■

Dank

Ein grosser Dank geht an alle beteiligten Betriebsleitenden, an Philipp Weber für die Unterstützung bei Feldarbeiten und Fredi Strasser sowie Franz Bender für Diskussionen und Bemerkungen. Die hier vorgestellte Arbeit über die Bedeutung von nützlichen Bodenorganismen wird im Nationalen Forschungsprogramm «Nachhaltige Nutzung der Ressource Boden» (NFP 68) weiterverfolgt.

Riassunto

Effetti dell'agricoltura biologica praticata a lungo termine

Un numero sempre maggiore di aziende agricole decide di passare dalla produzione convenzionale a quella biologica. Quali cambiamenti subiscono le prestazioni dal profilo della resa e dell'ambiente? Ancora poco studiato, in particolare, è l'effetto della gestione biologica a lungo termine sulle rese, sulle popolazioni di malerbe, sulla biodiversità e sulla fertilità del suolo. Per approfondire questo aspetto sono state messe a confronto 34 particelle ripartite tra quattro gruppi di aziende (aziende convenzionali, aziende appena riconvertite e aziende biologiche «giovani» e «vecchie»). Lo studio mostra che le rese e la fertilità del suolo sono rimaste costanti con il protrarsi della gestione biologica. Nemmeno l'invasione di malerbe è aumentata. Tuttavia la situazione relativa alle malerbe variava sensibilmente da particella a particella e in alcune l'invasione raggiungeva livelli problematici. Dallo studio emerge che la durata della gestione biologica non incide negativamente sulle rese e sulla fertilità del suolo nelle aziende miste a condizioni svizzere.

Summary

Effects of many years of organic agriculture

More and more farmers consider to switch from conventional to organic production. What effect, then, does this have on yield and environmental performance? In particular, the question of how the duration of organic management affects plant yield, weed populations, biodiversity and soil fertility has rarely been investigated. To investigate this question, we compared 34 plots distributed over four farm categories – conventional, recently converted, and «new» and «old» organic farms. Our study shows that crop yield and soil fertility remain constant as length of time under organic management increases. Similarly, weed pressure has not increased along with duration of organic management. Weed abundance did, however, vary strongly among fields, with problematic weeds being highly abundant at specific field sites. This study demonstrates that duration of organic management does not have a negative impact on either plant yield or soil fertility on mixed-economy farms under Swiss conditions.

Key words: Organic agriculture, time since conversion, yield, soil quality, weed cover.

Literatur

- Bengtsson J., Ahnstrom J., & Weibull A.C., 2005. The effects of organic agriculture on biodiversity and abundance: a meta-analysis. *Journal of Applied Ecology* **42**, 261–269.
- Bio Suisse, 2013. Landwirtschafts- und Marktzahlen. Bio Suisse Jahresmedienkonferenz, 10. April 2013, 7–17.
- Ferjani A., Zimmermann A. & Reissig L., 2010. Biolandbau: Warum nur wenige Ackerbaubetriebe umstellen. *Agrarforschung Schweiz* **1** (6), 238–243.
- Flisch R., Sinaj S., Charles R. & Richner W., 2009. Grundlagen für die Düngung im Acker- und Futterbau (GRUDAF). *Agrarforschung* **16** (2), 20–28.
- Gosling P., & Shepherd M., 2005. Long-term changes in soil fertility in organic arable farming systems in England, with particular reference to phosphorus and potassium. *Agriculture, Ecosystems & Environment* **105**, 425–432.
- Jossi W., Gunst L., Zihlmann U., Mäder P. & Dubois D., 2009. DOK-Versuch: Erträge bei halber und praxisüblicher Düngung. *Agrarforschung* **16** (8), 296–301.
- Oberholzer H.-R. & Mäder P., 2003. Bodenqualität bei biologischer und integrierter Bewirtschaftung. *Schriftenreihe der FAL* **45**, 60–65.
- Oberholzer H.-R. & Zihlmann U., 2011. Langzeitversuch Burgrain: Bodenmikrobiologische Parameter in biologischen und integrierten Anbausystemen im Vergleich. In: Es geht ums Ganze: Forschen im Dialog von Wissenschaft und Praxis. Beiträge zur 11. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Giessen, 15.–18. März 2011, Band 1 (Hrsg. G. Leithold et al.). Verlag Dr. Köster, Berlin. 46–49.
- Oehl F., Jansa J., Ineichen K., Mäder P., van der Heijden M.G.A., 2011. Arbuskuläre Mykorrhizapilze als Bioindikatoren in Schweizer Landwirtschaftsböden. *Agrarforschung Schweiz* **2**, 304–311.
- Samu F. & Szinetar C., 2002. On the nature of agrobiont spiders. *The Journal of Arachnology* **30**, 389–390.
- Seufert V., Ramankutty N. & Foley J.A., 2012. Comparing the yields of organic and conventional agriculture. *Nature* **485**, 229–232.
- Verbruggen E., Rölting W.F.M., Gamper H., Kowalchuk G.A., Verhoef H.A., van der Heijden M.G.A., 2010. Positive effects of organic farming on belowground mutualists – large scale comparison of mycorrhizal communities in agricultural soils. *New Phytologist* **186**, 968–979.
- Zihlmann U., Jossi W., Scherrer C., Krebs H., Oberholzer H., Albisser Vögeli G., Nemecek T., Richner W., Brack E., Gunst L., Hiltbrunner J., van der Heijden M., Weisskopf P., Dubois D., Oehl F., Tschachtli R., Nussbaumer A., 2010. Integrierter und biologischer Anbau im Vergleich. Resultate aus dem Anbausystemversuch Burgrain 1991 bis 2008. *ART-Bericht* **722**, 1–16.