

Reduzierte Bodenbearbeitung Deutliche Vorteile für Boden- fruchtbarkeit

Eine reduzierte Bodenbearbeitung im Biolandbau bringt deutliche Vorteile in Bezug auf die Bodenfruchtbarkeit sowie teils höhere Erträge als beim Einsatz des Pflugs. Das zeigen erste Ergebnisse des FiBL-Forschungsprojekts „Klimaneutraler Acker- und Gemüsebau“.

Von Paul Mäder, Alfred Berner,
Monika Messmer, Andreas Fliessbach,
Maike Krauss, Hansueli Dierauer,
Maurice Clerc, Martin Koller,
Matthias Meier und Christian Schader

Dr. Paul Mäder
Fachgruppenleiter Bodenwissenschaften
Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL)
Ackerstrasse, CH-5070 Frick
Tel. + 41 / 62 / 8 65 72 32
paul.maeder@fibl.org



Zahlreiche wissenschaftliche Untersuchungen zeigen, dass der Biolandbau die Bodenfruchtbarkeit erhöht. Auch sogenannte No-till-Systeme, bei denen ganz auf die Bodenbearbeitung verzichtet wird und die Unkrautregulierung mit Totalherbiziden wie Roundup erfolgt, haben für den Boden unbestreitbare Vorteile. Die Verbindung von reduzierter Bearbeitung und Ökolandbau ist eine Methode mit großem Innovationspotenzial, die noch wenig erforscht ist. Der Vorteil dieser Methode liegt darin, dass im Gegensatz zur pfluglosen Variante Unkräuter mechanisch reguliert werden können. Zudem können Hofdünger eingearbeitet werden, wodurch Ammoniakverluste reduziert werden.

Reduzierte Bodenbearbeitung in Versuchspartellen und Betrieben

In dem mehrjährigen Projekt „Klimaneutraler Acker- und Gemüsebau“¹ des Forschungsinstituts für biologischen Landbau (FiBL) werden in der Schweiz die Auswirkungen reduzierter Bodenbearbeitung auf den Ertrag, die Klimabilanz und den wirtschaftlichen Betriebserfolg untersucht. Die Parzellenversuche zur reduzierten Bodenbearbeitung führten wir in Frick, Kanton Aargau (seit 2003), Muri, Kanton Aargau (seit 2009), und Aesch, Kanton Basel-Landschaft (seit 2010), durch und diese sind zum Teil noch nicht abgeschlossen. Der Versuch in Frick liegt auf einem schweren, tonigen Lehm, in Muri und Aesch sind die Böden mittelschwer (Lehmböden). Die reduzierte Bodenbearbeitung erfolgt unter Anwendung des Stoppelhobels bis auf eine Tiefe von fünf bis sieben Zentimetern, der Pflug wird betriebsüblich etwa 15 bis 20 Zentimeter tief eingesetzt. Bei trockenem Boden lockern wir den Boden nach der Getreideernte bis 15 Zentimeter mit dem Eco-Dyn-Grubber, einem Spezialgrubber für die pfluglose Bodenbearbeitung. In einem partizipativen Ansatz erarbeiteten wir zudem in neun Praxisbetrieben zusammen mit den Landwirten betriebsangepasste Lösungen.

Ertrags- und Unkrautentwicklung

Die Versuche haben gezeigt, dass während der Umstellungszeit von etwa drei Jahren mit Ertragseinbußen von durchschnittlich zehn Prozent gerechnet werden muss. Im langjährigen Fricker Bodenbearbeitungsversuch mit der praxisüblichen Fruchtfolge Winterweizen, Sonnenblumen, Dinkel, zweijähriges Klee gras, Silomais erzielten wir über neun Jahre bei reduzierter Bodenbearbeitung elf Prozent höhere Erträge als beim Einsatz des Pflugs (siehe Abb. 1, S. 26). Insbesondere Wintergetreide leidet im Frühjahr an Stickstoffknappheit

¹ gefördert vom Coop Fonds für Nachhaltigkeit (CH-Basel) sowie vom Bundesamt für Landwirtschaft (BLW, CH-Bern), der Software AG-Stiftung (D-Darmstadt), der Stiftung zur Pflege von Mensch, Mitwelt und Erde (CH-Münsingen) und dem EU-Projekt NUE-CROPS

infolge verzögerter N-Mineralisierung, wohingegen Mais und Klee gras aufgrund besserer Bodenstruktur höhere Erträge erzielen. Entgegen den Erwartungen war der Druck mit Acker-schnecken im Pflugverfahren erhöht, sodass dort die Sonnen-blumen im Jahr 2010 nachgesät werden mussten.

In Muri und Aesch prüften wir die Fruchtfolge sequenz Silomais, Winterackerbohnen, Winterweizen. Der Maisertrag war bei reduzierter Bodenbearbeitung an beiden Standorten etwa vier Prozent geringer als im Pflugverfahren. Während die Ackerbohnen in Muri bei reduzierter Bodenbearbeitung einen deutlichen Mehrertrag erzielten (+27%), war der Ertrag bei reduzierter Bearbeitung in Aesch um sechs Prozent geringer. In Muri kam es infolge von Sturm und Regen zu starkem Lager, was einen Schwadddrusch erforderlich machte und zu Ausfall-bohnen führte. Aufgrund des starken Durchwuchses von Rai-gras und Ackerbohnen wurde dort in der anschließenden Win-terweizenkultur bei reduzierter Bearbeitung ein 20-prozentiger Minderertrag gegenüber dem Pflugverfahren gedroschen. In den neun Praxisbetrieben lag der Ertrag im Durchschnitt der drei angebaute Kulturen (in der Regel Mais, Körnerlegu-minose, Wintergetreide) um zehn Prozent unter demjenigen des Pflugverfahrens. Lediglich zwei Betriebe erzielten bei reduzierter Bodenbearbeitung gleich hohe Erträge wie mit dem Pflug. Beide Betriebe waren sehr gut mechanisiert und die Be-triebsleiter zeigten ein sehr großes Engagement für den Boden.

Während der Unkrautdruck in Frick den Ertrag nicht reduzierte, war dieser insbesondere in Muri, am Standort mit den höchsten Niederschlägen (1200 mm), deutlich höher. In den Praxisbetrieben war der Bodenbedeckungsgrad mit Un-kräutern im reduzierten Verfahren nach drei Jahren (erfasst

vor dem Striegeleinsatz) im Schnitt dreimal höher als beim Einsatz des Pflugs. In drei Betrieben kam es in einem Jahr auf-grund des hohen Unkrautdrucks zu einem Totalausfall. Die Betriebe, die alle vorbeugenden Maßnahmen beachteten, die Geräte optimal einsetzten und das Feld nach der Ernte ganz-flächig mit einem Stoppelhobel oder einem Flachgrubber schälten, hatten keine Ertragseinbußen durch Unkraut. Die größte Herausforderung war in jedem Fall der Klee grasum-bruch vor Mais zu Beginn der Versuche. Im Exaktversuch im schweren Boden in Frick musste der Umbruch in den Herbst vorverlegt werden. Spät eingesäte Wintererbsen fixierten dort im Frühjahr rund 60 Kilogramm Stickstoff pro Hektar, der dem nachfolgenden Mais zur Verfügung stand und den Ertrag positiv beeinflusste. Auch die Sortenwahl und Züchtung für reduzierte Bodenbearbeitungssysteme sind zentral: Bei reduzierter Bodenbearbeitung gab es Maissorten, die schon bei geringer Düngung ansprechende Erträge brachten.

Zunehmende Bodenfruchtbarkeit

Sowohl in Frick als auch in Muri, wo die Entwicklung des Humusgehalts über mehrere Jahre gemessen wurde, verzeich-neten wir in der obersten Bodenschicht (0 bis 10 cm) einen deutlichen Humusanstieg bei der reduzierten Bodenbearbei-tung (nach drei Jahren +8% in Frick, +13% in Muri; nach sechs Jahren +17% in Frick). In Muri untersuchten wir die Humusveränderung bis in eine Bodentiefe von 60 Zentimetern (siehe Abb. 2). In der Tendenz war der Humusgehalt bei redu-zierter Bodenbearbeitung auch in tieferen Bodenschichten erhöht, während dieser unter dem Pflugverfahren insgesamt abnahm. Dies könnte damit zusammenhängen, dass in dieser Fruchtfolge viel organische Masse mit Klee gras und Hofdü-nger in den Boden gelangt. In den Praxisbetrieben ergab sich nach drei Jahren differenzierter Bodenbewirtschaftung kein messbarer Unterschied im Humusgehalt, was wohl auf die räumliche Variabilität zurückzuführen ist. Die Kohlenstoff-sequestrierung durch Humusaufbau führte in den Parzellen-versuchen dazu, dass in den reduziert bearbeiteten Böden bis zwei Tonnen CO₂-Äquivalente je Hektar und Jahr gebunden wurden.

Als Indikatoren der Bodenfruchtbarkeit wurden überdies die mikrobielle Biomasse im Boden sowie die Dehydrogena-seaktivität als Maß der potenziellen Atmungsaktivität gemes-sen. Diese waren bei reduzierter Bearbeitung bereits nach drei Jahren sowohl im Parzellenversuch in Frick als auch auf den Praxisschlägen im Kanton Bern um rund 30 Prozent erhöht in den obersten zehn Zentimetern Bodentiefe. Ein weiterer Anstieg der mikrobiellen Biomasse und Aktivität war nach sechs und neun Jahren im langjährigen Versuch in Frick zu verzeichnen.

Als zusätzlicher Faktor zur Bodenbearbeitung wurde im Fricker Versuch der Einfluss der biologisch-dynamischen Prä-parate auf Indikatoren der Bodenfruchtbarkeit getestet. Das

Abb. 1: Ernteertragsentwicklung in Frick (2003 bis 2011)

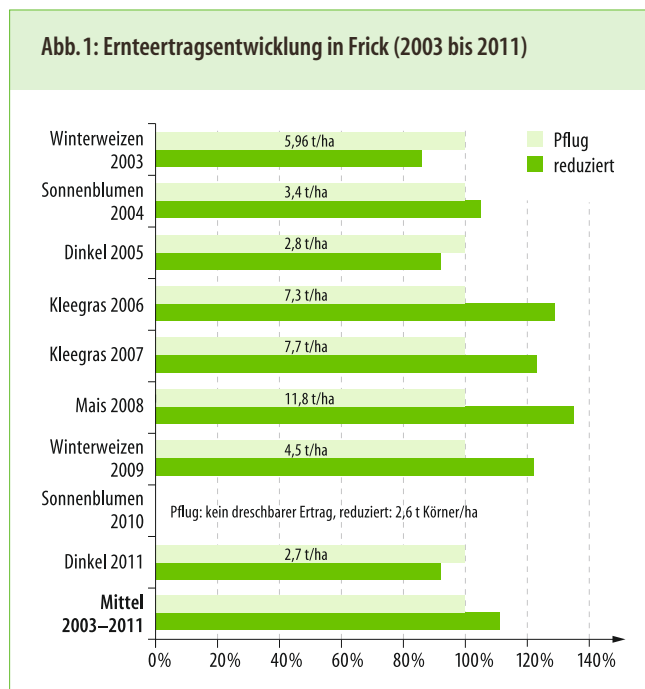
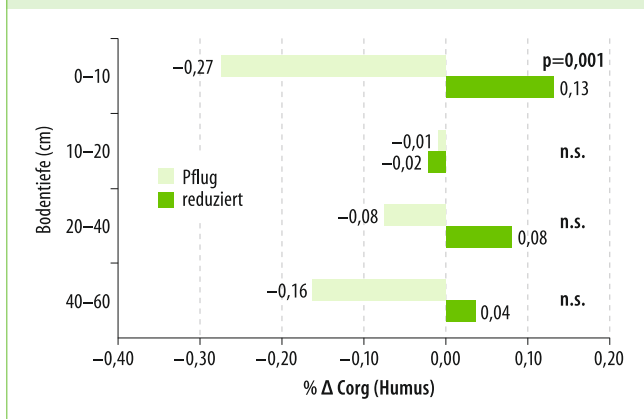


Abb. 2: Humusveränderung in Muri in den Verfahren Pflug und reduziert (2009 bis 2011)



C/N-Verhältnis der mikrobiellen Biomasse (C_{mic}/N_{mic}) war in den Böden, die die biologisch-dynamischen Präparate erhielten, um sieben Prozent erhöht; das entspricht dem Verfahren mit reduzierter Bodenbearbeitung. Ein höheres C/N-Verhältnis zeigt an, dass die mikrobiellen Populationen sich weniger rasch vermehren oder auch dass sich mehr Pilze im Verhältnis zu den Bakterien im Boden befinden. Daraus lässt sich folgern, dass die Präparate, ähnlich wie die reduzierte Bodenbearbeitung, eine stabilisierende Wirkung auf die Mikroorganismen-Gemeinschaften haben können.

Mykorrhizapilze an der Schnittstelle Boden-Pflanze sind sensible Indikatoren einer nachhaltigen Bodenbewirtschaftung. Die Kolonisierung der Wurzel war stark geprägt von der vorangehenden Bodenbearbeitung in den jeweiligen Systemen: Während Dinkelwurzeln stärker kolonisiert waren im reduzierten Verfahren, wiesen Maiswurzeln im Pflugverfahren mehr Mykorrhizastrukturen auf. Dies konnte auf eine kurzfristig intensivere Bodenbearbeitung im reduzierten System zurückgeführt werden, wo infolge der Anlage einer Gründüngung zwei Bearbeitungsgänge mehr nötig waren. Die Vielfalt der Art *Glomus intraradices* war im reduzierten Verfahren bedeutend höher als im Pflugverfahren und wies Werte von Grünland auf.

Jüngste Erhebungen der Regenwurmpopulationen in einer Masterarbeit von Marianne Kuntz (Wageningen University) zeigten einen deutlichen Einfluss der Bodenbewirtschaftung auf die Populationsstruktur der Regenwürmer: Während die Anzahl der Regenwurmkokons viermal höher war bei reduzierter Bodenbearbeitung als beim Pflugverfahren, waren die juvenilen Würmer noch 80 Prozent zahlreicher und die Gesamtzahl der Regenwürmer immer noch 60 Prozent höher. Als Folge des erhöhten Humusgehalts und der intensiveren Bodenbelebung war der reduziert bearbeitete Boden in der obersten Schicht deutlich besser gekrümelt und hielt rund 25 Prozent mehr pflanzenverfügbares Wasser im Boden fest.

Wirtschaftlichkeit der reduzierten Bodenbearbeitung

Voraussetzung, dass die reduzierte Bodenbearbeitung im Biolandbau großflächig eingesetzt werden kann, ist ihre betriebswirtschaftliche Tragfähigkeit. Im Wesentlichen entscheiden Landwirte auf Deckungsbeitragsebene und bezüglich der Arbeitsansprüche, welche Kulturen in ihrem Betrieb angebaut werden. Während beim Fricker Versuch die Deckungsbeiträge um 21 bis 35 Prozent gesteigert werden, ergaben sich in den Praxisbetrieben ein bis sieben Prozent geringere Deckungsbeiträge für die reduzierte Bodenbearbeitung. An den Standorten Muri und Aesch schnitten die reduzierten Verfahren auf Deckungsbeitragsebene geringfügig schlechter ab als die jeweiligen Pflugverfahren. Die Maschinenarbeitsstunden sind bei reduzierter Bodenbearbeitung im Schnitt um zehn Prozent reduziert. Es hat sich gezeigt, dass die Wirtschaftlichkeit der reduzierten Bodenbearbeitung im Wesentlichen vom Ertrag abhängt, da die unterschiedlichen Bodenbearbeitungsverfahren ähnlich hohe Kosten verursachten.

Mit reduzierter Bodenbearbeitung zum Erfolg

Reduzierte Bodenbearbeitung im Ökolandbau bringt deutliche Vorteile in Bezug auf die Bodenfruchtbarkeit: Es können substantielle Mengen an Kohlenstoff gebunden werden, Humus, Mikroorganismen, Regenwürmer und Krümelstabilität nehmen zu. Dies führt auch zu einem erhöhten Rückhaltevermögen für pflanzenverfügbares Wasser. In einem Langzeitversuch konnte sogar ein Mehrertrag von elf Prozent erzielt werden. Allerdings hängen die Auswirkungen der reduzierten Bodenbearbeitung vom Standort, von der Kultur und der Jahreswitterung ab. Ein optimaler Mechanisierungsgrad, eine hohe Schlagkraft und gute Beobachtungsgabe sind wichtige Voraussetzungen für einen erfolgreichen biologischen Pflanzenbau ohne tiefes Wenden. Dabei hat sich gezeigt, dass Anpassungen in der Verteilung der Dünger sowie des Umbruchzeitpunkts der Klee graswiese und die Kultivierung von Gründüngungen wesentliche Erfolgsfaktoren sind, um die Probleme einer verzögerten Stickstoffmineralisierung zu lösen und dem Unkraut Herr zu werden. Die Ertragsoptimierung ist zentral, weil letztendlich auch bei reduzierter Bodenbearbeitung nur produktive Systeme wirtschaftlich erfolgreich sind. ■

► Weitere Informationen:

- **Bioackerbau schont das Klima. Informationen zur Medienmitteilung vom 8. Juni 2011:** www.fibl.org/de/medien/medienarchiv/medienarchiv11/mm-klima-boden-2011-06-08.html
- **Bodenfruchtbarkeit im ökologischen Landbau:** www.bodenfruchtbarkeit.org
- **Reduced tillage and green manures for sustainable organic cropping systems – TILMAN-ORG:** www.tilman-org.net