

Thema des Monats 9/2010

Reduzierte Bodenbearbeitung: geht das im Ökolandbau?

Der Bodenbearbeitung kommt eine Schlüsselstellung im Ackerbau zu, da durch sie die Bodeneigenschaften und somit auch das Pflanzenwachstum beeinflusst werden. Die übliche oder „konventionelle“ Bodenbearbeitung erfolgt mit dem Pflug, dabei wird der Boden krumentief gewendet. Tiefes Pflügen kann Humusabbau und Erosion von Ackerland begünstigen. Die reduzierte Bodenbearbeitung ist weniger genau definiert. Generell kann man sagen, dass im Vergleich zum Pflug-System die Bearbeitungstiefe erheblich verringert wird und in der Regel keine Bodenwendung erfolgt. Die Vorteile der reduzierten Bodenbearbeitung sind im Allgemeinen folgende: die Erosionsgefahr wird vermindert und die Bodenfruchtbarkeit durch Humusanreicherung in den oberen Bodenschichten gefördert, gleichzeitig trägt die reduzierte Bodenbearbeitung auch zum Klimaschutz bei. Dabei spielen zwei Faktoren eine Rolle: Zum einen wird bei reduzierter Bodenbearbeitung weniger CO₂ aus dem Boden freigesetzt als bei tiefem Pflügen, zum anderen ist der Energieaufwand für die Bodenbearbeitung geringer. Jedoch ist die pfluglose Wirtschaftsweise nicht für alle Betriebe mit deren spezifischen Gegebenheiten gleich gut geeignet.

Ursprung der reduzierten Bodenbearbeitung



Das System der reduzierten Bodenbearbeitung wurde letztlich unter den Bedingungen des konventionellen Landbaus, also unter Einsatz von Mineraldünger und Herbiziden, entwickelt, obwohl die Pioniere des ökologischen Landbaus sehr großen Wert auf die Erhaltung der natürlich gewachsenen Bodenschichten legten. Für den Ökolandbau muss das System nun so optimiert werden, dass eine flache oder nicht wendende Bodenbearbeitung auch ohne den Einsatz dieser Betriebsmittel praktikabel und wirtschaftlich ist.

Pflug vs. Grubber: Der Versuch in Frick

Der im Jahr 2002 angelegte Versuch des Forschungsinstituts für biologischen Landbau (FiBL) im schweizerischen Frick gibt Anhaltspunkte dafür, was die reduzierte Bodenbearbeitung im Ökolandbau auf schweren Böden leisten kann.

Auf lehmigem Tonboden und bei einem Jahresniederschlag von durchschnittlich 1.000 mm wurde ein Feldversuch angelegt, in dem die konventionelle Grundbodenbearbeitung (Pflug, 15 cm Arbeitstiefe) mit einer Variante der reduzierten Grundbodenbearbeitung verglichen wurde. Die reduzierte Bodenbearbeitung erfolgte im Versuch mit einem Wecodyn-Grubber (15 cm Arbeitstiefe), das Klee gras wurde in dieser Variante mit einem Stoppelhobel „geschält“ (fünf Zentimeter Arbeitstiefe). Bei beiden Bodenbearbeitungsvarianten erfolgte die Saatbettbereitung mit einer 5 cm tief arbeitenden Zinkenrotoregge. Die angebauten Früchte und die jeweils damit einhergehende Bodenbearbeitung sind in Tabelle 1 aufgeführt.

Tabelle 1: Fruchtfolge und Bodenbearbeitung im Fricker Versuch

Jahr	Frucht	Konventionelle Bodenbearbeitung	Reduzierte Bodenbearbeitung
2002	Mais (vor Versuchsbeginn), danach Winterweizen	Praxisüblich	Praxisüblich
2003	Winterweizen, danach Hafer-Alexandrinerklee-Zwischenfrucht	Pflug und Zinkenrotoregge Zinkenrotoregge	Zinkenrotoregge Grubber und Zinkenrotoregge
2004	Sonnenblumen	Pflug und Zinkenrotoregge	Zinkenrotoregge
2005	Dinkel, danach Klee gras	Pflug und Zinkenrotoregge	Zinkenrotoregge
2006	Klee gras	Zinkenrotoregge	Zinkenrotoregge
2007	Klee gras, danach in der reduzierten Variante Wintererbsen-Gründüngung		Stoppelhobel, Grubber, Zinkenrotoregge
2008	Mais	Pflug und Zinkenrotoregge	Stoppelhobel, Zinkenrotoregge
2009	Winterweizen danach Hafer-Alexandrinere-Rotklee-Zwischenfrucht	Pflug und Zinkenrotoregge Kultivator und Zinkenrotoregge	Zinkenrotoregge Grubber und Zinkenrotoregge
2010	Sonnenblumen	Pflug und Zinkenrotoregge	Stoppelhobel und Zinkenrotoregge

Der Grubber in der reduzierten Bodenbearbeitungsvariante wurde nur 2003 und 2009 nach dem Weizen sowie 2007 nach dem Klee gras zur Bodenlockerung eingesetzt. Der im Versuch eingesetzte Grubber hatte schmale Zinken.

Anpassung an die reduzierte Bodenbearbeitung: Klee grasumbruch im Spätsommer

Wenn auf den Pflug verzichtet wird, muss das ganze Anbausystem daran angepasst werden. Im Versuch verschoben die Wissenschaftler den Klee grasumbruch im reduzierten System, der mit dem Pflug im Winter oder Frühjahr erfolgt, nach vorne. Da bei einem Klee grasumbruch im Winter/Frühjahr ohne wendendes Pflügen die Grashorste und Kleewurzeln nach der Bearbeitung wieder anwachsen würden, wurde das Klee gras bereits im Spätsommer mit einem Stoppelhobel 5 cm tief geschält. Anschließend wurde gegrubbert, die Erdschollen mit den Klee graswurzeln wurden



WecoDyn-Grubber wie er im Versuch eingesetzt wurde
© FiBL, Bild: Th. Alföldi

durch den Sternnachläufer zerkleinert. Im Oktober wurden mit der Zinkenrotor-Säkombination Wintererbsen als Gründüngung gesät und im Mai mit dem Stoppelhobel umgebrochen. So hatten die alten Wurzeln des Klee grasses, die auf Grund ihres weiten C/N-Verhältnisses langsam verrotten, bis zum Frühjahr Zeit umgesetzt zu werden. Gleichzeitig speicherten die Erbsen 61 kg Stickstoff pro Hektar, der im Frühsommer auf Grund des engen C/N-Verhältnisses schnell mineralisierte und dem nachfolgenden Mais dann weitgehend zur Verfügung stand. Dank des leicht verfügbaren Stickstoffs und der besseren Bodenstruktur entwickelte sich der Mais auf den reduziert bearbeiteten Parzellen sehr gut.

Reduzierte Bodenbearbeitung reduziert nicht automatisch die Erträge

Tabelle 2: Erträge aller Kulturen im Bodenbearbeitungsversuch Frick 2003 bis 2009

	Winterweizen 2003	Sonnenblumen 2004	Dinkel (entspelzt) 2005	Klee gras 2006	Klee gras 2007	Mais 2008	Winterweizen 2009	Mittel aller Kulturen
Pflug (t TM/ha) ¹	5,18	3,19	2,43	7,51	7,79	12,27	3,42	
Reduzierte Bodenbearbeitung (t TM/ha) ¹	4,43	3,33	2,23	9,66	9,6	16,48	4,2	
Veränderung in %	-14%	4%	-8%	29%	23%	34%	22%	13%
Signifikanz	***	ns	*	***	***	***	**	

¹Tonnen Trockenmasse pro Hektar

Die Erträge der Kulturen in der Fruchtfolge bei reduzierter Bodenbearbeitung fielen positiv aus. Im Mittel aller Kulturen wurde bei reduzierter Bodenbearbeitung ein Mehrertrag von 13 Prozent erreicht.



Bodenbearbeitungsversuch in Frick
© FiBL, Bild: H.U. Dierauer

Die Getreideerträge waren zu Beginn des Versuches bei der reduzierten Bodenbearbeitung etwas geringer als bei der Pflugvariante. Dies ist mit einer verzögerten Stickstoffmineralisierung im Frühjahr zu erklären. Dafür fielen in der zweiten Versuchsphase die Erträge von Klee gras und Mais bei reduzierter Bodenbearbeitung deutlich höher aus.

Im Schnitt lag der Klee grasertrag 26 Prozent höher. Der Grund dafür liegt darin, dass der Klee in der Pflugvariante mit den sehr trockenen Bedingungen kurz nach der Aussaat deutlich schlechter zurechtkam als im reduzierten System. Dort konnte der Klee vom Bodenwasser in tieferen Schichten profitieren,

während er in der Pflugvariante vertrocknete. Somit erhielt die reduzierte Variante einen deutlich größeren Kleeanteil und lieferte höhere Klee graserträge mit einem verbesserten Mineralstoffgehalt. Selbst der Ausfall des letzten Klee grasschnitts durch die eingefügte Gründüngung (siehe oben) wurde damit überkompensiert. Im reduziert bearbeiteten Boden konnten, dank besserer Mineralisierung der Gründüngung, im Vergleich zum Pflugsystem 34 Prozent mehr Silomais geerntet werden, und das bei sonst gleicher Düngung mit Hofdüngern. Die Erträge im darauffolgenden Winterweizen waren um 22 Prozent höher als auf den gepflügten Böden. Die Mehrerträge sind aber nicht ausschließlich auf die reduzierte Bodenbearbeitung, sondern auch auf den besseren Kleebestand als Vorfrucht und die angebaute Gründüngung zurückzuführen.

In den letzten Jahren bewegte sich die Ertragshöhe der reduzierten Bodenbearbeitung somit auf einem befriedigenden Niveau. Durch den höheren Humusgehalt ließ sich der schwere Boden viel leichter krümeln als der gepflügte Boden. Dies zeigte sich in einer besseren Struktur des Saatbetts, was sich wiederum in einem höheren Auflauf und einer höheren Bestandesdichte bei Mais und Weizen niederschlug. Das zentrale Problem in der Pflugvariante des Standortes Frick ist immer wieder die schlechte Bestandesdichte aufgrund schlechter Struktur des Saatbetts, was auch mit der Witterung zur Zeit der Bodenbearbeitung und der Aussaat zusammenhängt.

Der Unkrautdruck war bei reduzierter Bodenbearbeitung deutlich höher als in der Pflugvariante. Dennoch war der Maisertrag höher als in der Pflugvariante, was wie erwähnt der verbesserten Stickstoffnachlieferung aus dem Klee gras und der Gründüngung zugeschrieben werden kann. Generell war der Unkrautbesatz nach sieben Versuchsjahren noch akzeptabel, jedoch muss er weiterhin genau beobachtet werden.

Weniger Bodenbearbeitung, mehr Bodenfruchtbarkeit

Die positive Ertragsentwicklung im System ohne Pflug ist sicher auch auf den fruchtbareren Boden zurückzuführen. Im pfluglos bearbeiteten Boden erhöhte sich der organische Kohlenstoffgehalt C_{org} in der obersten Bodenschicht (0 bis 10 cm) um 0,37 Prozentpunkte. Neben der Bodenfruchtbarkeit profitiert davon auch das Klima, denn die C_{org} -Zunahme gründet auf der Festlegung großer Mengen von Kohlenstoff-Äquivalenten im Boden. Neben dem Humusgehalt war bei reduzierter Bodenbearbeitung auch die biologische Aktivität um 37 Prozent erhöht.



Bodenstruktur nach der Saat des Winterweizen 2008, links; reduzierte Bodenbearbeitung; rechts: Pflug
© FiBL, Bild: A. Berner

Zur Bestimmung der biologischen Aktivität wurden hier die mikrobielle Biomasse und die Aktivität des Enzyms Dehydrogenase ermittelt. In der tieferen Bodenschicht (10 bis 20 cm) trat bei den beiden Bodenbearbeitungsvarianten zwar kein Unterschied im Humusgehalt auf, die biologische Aktivität war aber dennoch in der pfluglosen Variante etwas höher. Weiterhin waren die Wurzeln von Dinkel bei reduzierter Bodenbearbeitung deutlich stärker von Mykorrhizapilzen, die zur Nährstoffversorgung der Pflanzen beitragen, besiedelt. Das liegt vermutlich daran, dass das Mykorrhizapilzgeflecht im Boden weniger durch mechanische Eingriffe gestört wird. Außerdem wurden beim pfluglos bearbeiteten Boden

folgende Eigenschaften festgestellt: Ein Spaten lässt sich leichter einstecken, beim Begehen fühlt sich der Boden weicher an, er klebt bei Nässe weniger an den Stiefeln und lässt sich leichter krümeln.

Fazit: Reduzierte Bodenbearbeitung ist gut für Boden und Klima, das Gelingen hängt aber vom Standort ab

Der Versuch zur reduzierten Bodenbearbeitung im schweizerischen Frick hat bisher gezeigt, dass bei pfluglosem Wirtschaften im Ökolandbau die Ertragsstabilität im Klee gras gesteigert werden kann, da der Wasserhaushalt optimiert wird und die Bodenfruchtbarkeit auf Grund der Humuszunahme gesteigert wird. Durch die Bindung von CO₂ im Boden wird außerdem das Klima geschont. Allerdings gelten die getroffenen Aussagen für die Standortbedingungen in Frick, auf Standorte mit leichterem Boden und anderen abiotischen Bedingungen können sie nicht direkt übertragen werden. Der Standort Frick drängt sich aufgrund seiner immer wiederkehrenden Probleme mit dem schlechten Saatbett und den daraus resultierenden schlechten Bestandesdichten geradezu für die pfluglose Bodenbearbeitung auf. Das auf anderen Standorten dominierende Problem der verzögerten und reduzierten Stickstoffmineralisierung in der reduzierten Variante tritt dabei offensichtlich in den Hintergrund, zumal der Betrieb aufgrund seiner Tierhaltung organische Dünger zur Verfügung hat. Eine wichtige Erkenntnis aus dem Versuch ist auch, dass die reduzierte Bodenbearbeitung im Ökolandbau für ein gutes Gelingen mit entsprechenden Anpassungen in der Fruchtfolge einhergehen muss, um das Klee gras umbrechen zu können oder um im Frühjahr die verlangsamte Mineralisierung ausgleichen zu können. Generell müssen die Auswirkungen der reduzierten Bodenbearbeitung im Hinblick auf Humusentwicklung und Unkrautdruck noch weiter untersucht werden.

Im Rahmen eines EU-Projektes (NUE-CROPS) und eines vom Coop Fonds für Nachhaltigkeit geförderten Projekts testen die Fricker Forscher unter Einbezug von Praktikern reduzierte Anbausysteme an verschiedenen Standorten (Boden, Klima) in der Schweiz. Dort wird auch abgeklärt, welche Maissorten sich für die reduzierte Bodenbearbeitung eignen. Ein weiteres Projekt wurde in Juchowo (Polen) auf einem sandigen Boden gestartet, wo vor allem Fragen der Ergänzungsdüngung mit Kali und Phosphor abgeklärt werden (Projektförderung Software-AG Stiftung).

Literatur

- Alfred Berner, Maike Krauß, Paul Mäder (2009) Gut für den Boden, gut fürs Klima. *Ökologie & Landbau* 149, 1, 34-36.
- Alfred Berner, Isabell Hildermann, Andreas Fliessbach, Lukas Pfiffner, Urs Niggli, Paul Mäder (2008) Crop yield and soil quality response to reduced tillage under organic management. *Soil & Tillage Research* **101**, 89-96.
- Alfred Berner, Monika Messmer, Paul Mäder (2010) Gut für den Boden, gut fürs Klima. *bioland* **01/2010**, 14-15.
- Maike Krauss, Alfred Berner, Dieter Burger, Andres Wiemken, Urs Niggli, Paul **Mäder** (2010) Reduced tillage in temperate organic farming: implications for crop management and forage production. *Soil Use & Management* **26**, 12-20.

Impressum

Autorin: Ann-Kathrin Spiegel

Durchsicht und Redaktion: Alfred Berner, Paul Mäder (beide FiBL CH), Marion Morgner, Werner Vogt-Kaute (Naturland)

Die Publikation ist im Rahmen des Projektes "Steigerung der Wertschöpfung ökologisch angebaute Marktfrüchte durch Optimierung des Managements der Bodenfruchtbarkeit" (Antragnr. 06OE186) entstanden, das durch das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz im Rahmen des Bundesprogramms ökologischer Landbau gefördert wird.