

# Klimaschonender Ackerbau durch reduzierte Bodenbearbeitung

Reduzierte Bodenbearbeitung im Biolandbau verbessert die Bodenfruchtbarkeit und erhöht teilweise sogar die Erträge im Vergleich zum Pflugeinsatz. Zudem werden substanziiell weniger Treibhausgase freigesetzt.

Die Landwirtschaft trägt mit rund 15 Prozent zu den Klimagasemissionen bei. Werden die Treibhausgase dazugezählt, die aufgrund von Landnutzungsänderungen anfallen, etwa durch Abholzen von Wald, steigt dieser Anteil auf 30 bis 40 Prozent. Die Kombination von reduzierter Bodenbearbeitung und Biolandbau ist diesbezüglich eine Methode mit grossem Innovationspotenzial, um die Treibhausgasemissionen zu reduzieren. Der Vorteil der Methode liegt darin, dass im Gegensatz zu No-till Systemen kein Herbizid eingesetzt werden muss, weil das Unkraut mechanisch reguliert werden kann. Zudem geht dank dem Hofdüngereinsatz weniger Ammoniak verloren. Die Unkrautregulierung und der pfluglose Wiesenumbruch bleiben aber eine grosse Herausforderung.

## Zwei Versuchsansätze

In einem vom Coop Fonds für Nachhaltigkeit unterstützten Projekt untersucht die FiBL-Forschungsgruppe Boden die Auswirkungen reduzierter Bodenbearbeitung auf die Klimawirksamkeit, den Energieverbrauch, die Bodenfruchtbarkeit, den Ertrag und die Wirtschaftlichkeit. Dabei werden parallel zwei Ver-

suchsansätze verfolgt: Erstens stellen die Forschenden die Bodenbearbeitungssysteme in einem Exaktversuch mit Feldwiederholungen einander gegenüber, zweitens erarbeitet die Gruppe zusammen mit den Landwirten auf Praxisbetrieben Lösungen in Streifenversuchen.

Die Exaktversuche zur reduzierten Bodenbearbeitung laufen in Frick AG seit 2003, in Muri AG seit 2009 und in Aesch BL seit 2010. Der Versuch in Frick liegt auf einem schweren, tonigen Lehm,

in Muri und Aesch sind die Böden mittelschwer (Lehmböden). Die reduzierte Bodenbearbeitung geschieht mittels eines Stoppelhobels auf einer Tiefe von 5 bis 7 Zentimeter, der Pflug wird betriebsüblich etwa 15 bis 20 Zentimeter tief eingesetzt. Bei trockenem Boden wird der Boden nach der Getreideernte bis 15 Zentimeter mit einem Eco-Dyn Grubber gelockert (vgl. Tabelle Maschinen).

Paul Mäder



Bilder: Alfred Berner

Bodenstruktur im Feldversuch Frick Ende Oktober 2008 nach Saat von Winterweizen. Der Boden unter reduzierter Bodenbearbeitung (links) weist bei gleicher Saatbettbearbeitung im Vergleich zum gepflügten Boden eine feinere Bodenstruktur mit besserem Auflauf auf.

## Fazit aus den drei Exaktversuchen: Energiebedarf ist kleiner, Erträge nehmen teilweise sogar zu

- Bioackerbau-Systeme mit reduzierter Bodenbearbeitung können substanziielle Mengen an Kohlenstoff (bis zu zwei Tonnen CO<sub>2</sub>/ha und Jahr) binden und dadurch während der Aufbauzeit des Kohlenstoffdepots im Boden klimaneutral sein. Bei den Modellberechnungen zu den Klimagasemissionen aus organischen Düngern bestehen aber noch Wissenslücken.
- Der Einsatz fossiler Energie pro Flächeneinheit verringert sich durch reduzierte Bodenbearbeitung im Durchschnitt um zehn Prozent im Vergleich zum Pflug.
- Reduzierte Bodenbearbeitung fördert die Bodenfruchtbarkeit: Humus, Mi-

kroorganismen, Regenwürmer und Krümelstabilität sowie das Rückhaltevermögen von pflanzenverfügbarem Wasser nehmen zu.

- Zumindest in der Umstellungszeit von Pflug auf reduzierte Bodenbearbeitung muss mit einer Ertragsreduktion von rund zehn Prozent gerechnet werden. Dies ist einerseits auf die verzögerte Mineralisierung des Stickstoffs im Boden im Frühjahr zurückzuführen, andererseits auf die Konkurrenz durch Unkraut. Dank der besseren Bodenstruktur beim reduziert bearbeiteten Verfahren waren die Erträge in Frick ab dem vierten Jahr jedoch sogar grösser als beim Pflugverfahren: Im lang-

jährigen Mittel ergab sich ein Mehrertrag von elf Prozent.

- Mit Winterfüttererbsen als Gründüngung in der Fruchtfolge können pro Hektare und Jahr rund 110 Kilogramm Stickstoff aus der Luft fixiert werden, was die Abhängigkeit der Betriebe von organischem Handelsdünger verringert.
- Die Produktionskostenunterschiede zwischen reduzierter Bodenbearbeitung und dem Pflugverfahren sind meist gering. Daher hängen die betriebswirtschaftlichen Auswirkungen stark vom erzielten Ertragsniveau ab.

Paul Mäder

# Praxisversuche: Landwirte testen die reduzierte Bodenbearbeitung

Neun Betriebe haben die reduzierte Bodenbearbeitung drei Jahre lang getestet. Während der Umstellungsphase gingen die Erträge im Schnitt um acht Prozent zurück. Der Humusanteil und die Bodenstruktur haben sich tendenziell verbessert, der Druck durch Samenunkräuter nimmt ohne Pflug jedoch zu.

Zusammen mit neun Biobauern hat das FiBL auf neun Betrieben während drei Jahren Erfahrungen mit reduzierter Bodenbearbeitung im Biolandbau gesammelt. Um sich an die reduzierte Bodenbearbeitung heranzutasten, wurde auf den Betrieben auf einer definierten Parzelle ein mindestens zwölf Meter breiter Streifen ausgeschieden und reduziert bearbeitet, während der Rest des Feldes gepflügt wurde. Die Fruchtfolge auf den Betrieben war mit wenigen Abweichungen Kunstwiese-Mais-Körnerleguminosen-Wintergetreide. Gemessen wurden der Ertragsunterschied zwischen gepflügt und reduziert, der Humusanteil und der Unkrautbesatz zu Beginn und am Ende der drei Jahre. Die Bearbeitungstiefe wurde in den reduzierten Verfahren auf max. 10 Zentimeter Tiefe begrenzt, die eingesetzten Maschinen waren frei wählbar. Eco-Dyn Grubber, Stoppelhobel und der Schälplflug sind auf den Betrieben wenig verbreitet. Zur reduzierten Bodenbearbeitung wurden meistens Scheibenegge, Spatenrolle oder der Flügelscharrubber eingesetzt. Anhand des protokollierten Maschinen- und Hofdüngereinsatzes hat das FiBL die Klimagasemissionen und den Energiebedarf berechnet.

## Erträge variieren stark

Als wichtigstes Motiv, auf die reduzierte Bodenbearbeitung umzusteigen, gilt bei den beteiligten Landwirten die Erhaltung oder Verbesserung der Bodenfruchtbarkeit und der Bodenstruktur. Dafür sind



Bild: Hansueli Dierauer

Im trockenen Frühling 2009 konnte auf dem Betrieb Horisberger in der Westschweiz ein deutlich besseres Maiswachstum auf dem reduziert bearbeiteten Streifen (rechte Hälfte im Bild) infolge besserer Kapillarität und besserer Bodenstruktur beobachtet werden.

sie auch bereit, etwas geringere Erträge in Kauf zu nehmen.

Die Ertragsunterschiede von Betrieb zu Betrieb waren grösser als diejenigen über die Jahre. Im Durchschnitt musste mit einer Ertragseinbusse von acht Prozent gerechnet werden. Während einzelne Betriebe fast keinen Ertragsunterschied zwischen den beiden Verfahren hatten, mussten zwei Betriebe im ersten Jahr einen Totalausfall durch Unkraut und Durchwuchs in Kauf nehmen. Der Grund dafür war ein misslungener pflugloser Umbruch der Kunstwiese mit der Scheibenegge.

Im Jahr 2010 konnte nur auf dem Betrieb Stefani ein Mehrertrag auf den reduziert bearbeiteten Parzellen gemessen werden. Auf den gepflügten Parzellen liefen Ackerbohnen schlechter auf und

der Bestand war durch Drahtwürmer zusätzlich ausgelichtet.

Im Getreide im Jahr 2011 waren die Ertragsunterschiede zwischen den Verfahren gering. Auf dem Betrieb Schnyder wurde eine spätere Abreife des Weizens beobachtet, was zu Auswuchs auf den reduziert bearbeiteten Parzellen geführt hat. Grund dafür war die etwas verzögerte Mineralisierung und Stickstoffnachlieferung im Frühjahr durch die reduzierte Bodenbearbeitung.

## Druck durch Samenunkräuter nimmt zu

Wird auf den Pflug verzichtet, nimmt der Druck der Samenunkräuter eindeutig zu. Dies zeigen die Aufnahmen des Unkrautdeckungsgrades auf acht von neun Praxisbetrieben (vgl. Tabelle Unkrauthebung). Nach drei Jahren unterscheidet sich deren Deckungsgrad auf den reduziert bearbeiteten Parzellen deutlich von den gepflügten.

Sechs Betriebe hatten ihre Unkräuter trotz Verzicht auf den Pflug unter Kontrolle. Die vermehrt auftretenden Samenunkräuter wie Vogelmiere, Taubnessel und Ehrenpreis konnten mit dem Striegel ausgerissen werden und verursachten keine wesentlichen Schäden. Drei Betriebe mussten mittlere bis grössere Ertragseinbussen durch Unkräuter hinnehmen. Auf diesen Betrieben war

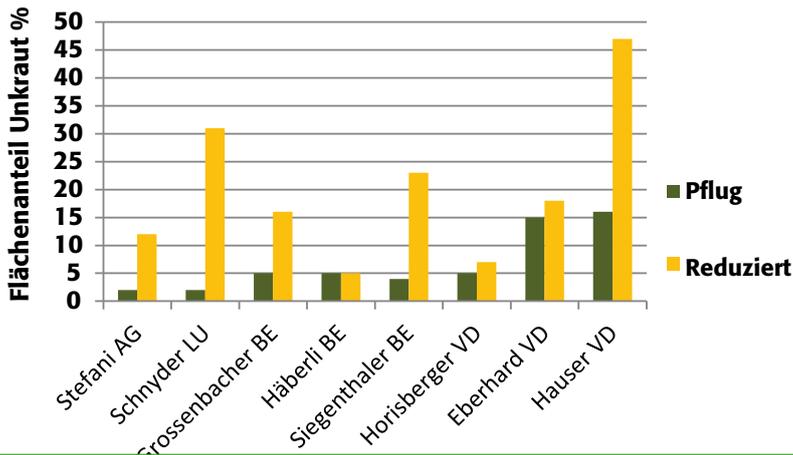
On farm Praxisbetriebe	vorwiegend eingesetzte Geräte (reduziert)	Vorfrucht	Hauptkultur			Rel. Erträge minimal in % (Pflug=100%)			
			2008	2009	2010	2011	2009		2011
							2009	2010	
Ineichen BL	Scheibenegge	KW	KM	AB	KA	96	89 <sup>(6)</sup>		
Stefani AG	Eco-Dyn	KW	SM	AB	WW	97	118	98	
Schnyder LU	Scheibenegge	KW	SM	EE	WW	<sup>(1)</sup> <sup>(5)</sup>	<sup>(2)</sup>	83	
Grossenbacher BE	Spatenrolle	KW	SM	AB	WW	86	86	95	
Haberli BE	Flügelscharrubber	KW	SM	AB	WW	88	96	97	
Siegenthaler BE	Scheibenegge	KW	SM	AB	WW	<sup>(3)</sup>	<sup>(4)</sup>	85	
Horisberger VD	Eco-Dyn	WW	KM	Soja	WW	110	87	92	
Eberhard VD	Eco-Dyn, Precilab	WW	AB	WW	WG	<sup>(5)</sup>	83	87	
Häuser VD	Flügelscharrubber	WW	Soja	WW	WT	90	84	81	
Total						95	92	90	

Auf zwei Betrieben waren die Erträge auf den Streifen mit reduzierter Bearbeitung sogar grösser – im Schnitt musste während der Umstellung jedoch mit einer Einbusse von acht Prozent gerechnet werden.

<sup>(1)</sup> Hagel  
<sup>(2)</sup> keine sep. Ernte möglich  
<sup>(3)</sup> Hagel und Krähen  
<sup>(4)</sup> nur minimale Bearbeitung  
<sup>(5)</sup> Totalausfall wegen Unkraut  
<sup>(6)</sup> Kartoffel-Anbau, keine Erhebung

## Unkraut Erhebung (Braun-Blanquet)

(KLINE Getreide April 2011, 8 Standorte)



Auf drei Betrieben kam es zu deutlichen Problemen mit Unkräutern. Vergleich Pflug-reduzierte Bearbeitung; einjährige Unkräuter, Praxisbetriebe 2011.

der Unkrautdruck allgemein sehr gross, es standen nicht die optimalen Geräte zur Verfügung oder die Maschinen wurden zu spät eingesetzt. Ein signifikanter Einfluss auf die mehrjährigen Unkräuter und den Humusgehalt der Parzellen konnte in der kurzen Laufzeit des Projektes nicht festgestellt werden.

### Klimagasemissionen gehen zurück

Aufgrund der Anzahl der Maschinendurchgänge und der Menge des eingesetzten Hofdüngers konnten die Klimagasemissionen und der Energiebedarf über die drei Jahre auf den einzelnen Praxisbetrieben berechnet werden. In



Bild: Hansueli Dierauer

Mit geeigneten Geräten bleiben die Unkräuter auch ohne Pflug unter Kontrolle: Mais auf dem Betrieb Ineichen, BL, 2010.

Links: Bearbeitung mit Pflug; rechts: reduzierte Bodenbearbeitung.

## Wie gelingt die reduzierte Bodenbearbeitung?

Um sich an die reduzierte Bodenbearbeitung heranzutasten, soll zuerst ein Streifen oder eine kleine Parzelle ohne Problemunkräuter und mit normalem Unkrautdruck bearbeitet werden. Mittlere bis leichte Böden sind einfacher ohne Pflug zu bearbeiten. Der Erfolg der reduzierten Bodenbearbeitung hängt weitgehend vom richtigen Zeitpunkt und der richtigen Maschine ab. Nicht auf allen Betrieben sind diese vorhanden. Auf Betrieben, die über keine speziellen Maschinen wie Schälplflug oder Stoppelhobel verfügen, empfiehlt es sich, den Umbruch auf den Spätsommer vorzulegen. Bei heissem, trockenem Wetter kann die Grasnarbe auch mit einem Flachgrubber aufgerissen werden. Die Fruchtfolge ist so anzupassen, dass der Boden möglichst lückenlos mit einer Kultur oder mit einer Gründüngung bedeckt ist. Fruchtfolgen mit Getreide, Mais, Ackerbohnen und Sonnenblumen sind einfacher auf reduzierte Bodenbearbeitung umzustellen als solche mit unkrautempfindlichen Kulturen wie Raps, Soja, Eiweisserbsen, Zuckerrüben, Hirse oder Lein. Noch schwieriger gestaltet sich die reduzierte Bodenbearbeitung in Fruchtfolgen mit Kartoffeln. hd

den Klimagasemissionen ist das durch Verbrennen des Diesels freigesetzte CO<sub>2</sub> und die Freisetzung von Lachgas aus dem Boden berücksichtigt.

Mit der reduzierten Bodenbearbei-

### Klimagasemissionen und Energiebedarf

Kennzahl	Einheit	Praxisbetriebe
		3 Jahre
Klimagasemissionen [CO <sub>2</sub> eq / ha*a]	% von konv.	87.1%
Energiebedarf [MJ/ha*a]	% von konv.	83.5%

Klimagasemissionen und Energiebedarf (Praxisbetriebe 2009 – 2011, Matthias Meier, FiBL)

tung wurden im Durchschnitt über alle Praxisbetriebe 13 Prozent weniger CO<sub>2</sub>-Äquivalente (CO<sub>2</sub> eq.) freigesetzt als mit dem Pflug. Betrachtet man nur den fossilen Energiebedarf, so konnte ohne Pflug über alle Praxisbetriebe rund 17 Prozent Diesel eingespart werden. Mit leichteren Geräten mit mehr Flächenleistung – wie beispielsweise dem Flachgrubber – kann im direkten Vergleich mit dem Pflug zwar mehr als die Hälfte an Energie eingespart werden. Die reduzierte Bodenbearbeitung erfordert im Durchschnitt aber 1,5 Überfahrten statt nur eine mit dem Pflug.

Hansueli Dierauer, Maurice Clerc und Matthias Meier

\*Da verschiedene Klimagase das Klima unterschiedlich stark erwärmen, wird das Erwärmungspotenzial aller Klimagase auf sogenannte CO<sub>2</sub>-Äquivalente umgerechnet. Damit liegt eine einheitliche Bemessungsgrundlage vor.

## Voraussetzungen für eine erfolgreiche, reduzierte Bodenbearbeitung

### Flexibler Maschinenpark

Es ist von Vorteil, über einen vielfältigen, an jede Situation angepassten Maschinenpark zu verfügen. Dies sollte überbetrieblich erfolgen, um Kosten zu sparen: die Maschinen mit Nachbarn oder im Rahmen einer Maschinengemeinschaft kaufen, Maschinen Dritter mieten oder auf die Dienste eines Lohnunternehmens zurückgreifen.

### Sich Zeit nehmen

Bei gewissen Maschinen müssen viele Einstellungen vorgenommen werden. Falls die Maschine schlecht eingestellt ist, vermindert dies ihre Wirksamkeit oder das Ergebnis entspricht nicht dem erwarteten Resultat.

### Beobachten

Wer mit reduzierter Bodenbearbeitung oder der Direktsaat von Gründüngern und Ackerkulturen beginnen möchte, muss genau beobachten, was passiert. Dies ist vor allem wichtig, falls die Kultur nicht gelingen sollte. Was könnten die Gründe sein für den Misserfolg? Waren bei der Aussaat der Kultur Unkräuter vorhanden? Wenn ja, welche? Wurde die Kultur schlecht ausgesät? War das Saatgut korrekt abgelegt? Solche Fragen und der Austausch mit Beratern sind für den Erfolg mit der reduzierten Bodenbearbeitung wichtig. mc

<b>Für eine Stoppelbearbeitung bis max. 10 Zentimeter eignen sich folgende Maschinen:</b>		
<b>Maschinen</b>	<b>Einsatz</b>	
Flügelschargrubber, Flachgrubber: Pöttinger Synkro, Hatzebichler, Einböck, Horsch Terrano, Bärtschi-Fobro, Treffler, Rau	Geeignet für Stoppelbearbeitung; auf schweren Böden. Sehr robuste, starre oder auf Federn liegende Scharen in Form von Doppelherz, Flügeln oder Gänsefuss geeignet für steinige Böden. Die Scharen müssen sich überschneiden, um die Oberfläche gründlich zu durchschneiden. Grosses Angebot an Maschinen. Bearbeitungstiefe über Krümmler, Hydraulik oder über Stützräder einstellbar. Tiefe auf 10 cm begrenzen. Hohe Flächenleistung.	
Scheibenegge, Spatenrollegge: Lemken, Evers, Horsch, Einböck Pöttinger, Vogel Noot	Geeignet für Stoppelbearbeitung, gute Durchmischung des Bodens und Einarbeitung von Ernterückständen. Spatenrolleggen arbeiten grob. Nicht empfohlen, wenn ausdauernde Unkräuter wie Quecke, Winden und Disteln vorhanden sind. Hohe Flächenleistung.	
Schälpflüge: Stoppelhobel, Precilab, Ovlac	Schält oberflächlich. Interessante Maschinen für den Umbruch von Kunstwiesen in nur 10 cm Tiefe. Die Bearbeitungstiefe muss über ein Stützrad eingestellt werden, um möglichst oberflächlich zu arbeiten. Kann in Parzellen mit Hanglage nicht gebraucht werden. Relativ beschränkter Einsatz im Vergleich zum Pflug. Braucht hohe Zugkraft, schwere Geräte.	
Der Eco-Dyn Grubber, System Wenz	Gerät für Direktsaat, arbeitet je nach verwendeten Scharen ähnlich wie ein Flachgrubber. Relativ schweres Gerät mit Säkombination. Der Eco-Dyn eignet sich eher für leichte Böden mit wenig Hanglage und mit nur wenig Ernterückständen. Gerät gibt es auch ohne Säkombination. Flexibles Scharsystem. Relativ schweres Gerät mit Säkombination. Säkombination auch für Untersaaten.	

### **Ausblick: Schwerpunkt Unkrautregulierung bei reduzierter Bodenbearbeitung**

Im Rahmen des Nachfolgeprojekts «Boden- und klimaschonender Bioackerbau» ermöglicht der Coop Fonds für Nachhaltigkeit weitere Untersuchungen für die Jahre 2012-2016. Im Fricker Versuch untersucht das FiBL die Auswirkungen reduzierter Bodenbearbeitung auf die

Treibhausgase (Lachgas, Methan, und CO<sub>2</sub>) bei Kompostanwendung und Gülleeinsatz. Insbesondere interessiert die Forschergruppe, ob erhöhte Humusgehalte zu mehr Treibhausgasemissionen führen. Ein besonderer Fokus erhält im Nachfolgeprojekt die Suche nach einem

effizienteren Management des Unkrauts; zudem müssen die Erträge unter reduzierter Bodenbearbeitung stabilisiert werden. Sonst setzt sich das System nicht durch. Diese Frage wird mittels Praxisversuchen untersucht. hd

## «Oberflächige Bearbeitung gibt gute Bodenstruktur»

«Ich habe schon vor der Umstellung auf Biolandbau Sorge zu meinem Boden getragen. Der Boden ist für uns und die folgende Generation die Grundlage zur Produktion von gesunden Lebensmitteln. Seit der Umstellung auf Biolandbau vor rund zehn Jahren versuche ich den Boden nur noch oberflächlich mit Scheibenegge, Federzahnegge oder Flügel-schargrubber zu bearbeiten. Dies schont die Regenwürmer und gibt dem Boden eine gute Struktur. Der Humus kann in meiner Fruchtfolge mit zweijährigen Kunstwiesen und dem Einsatz von Kompost verbessert oder zumindest erhalten werden. Allerdings muss auch erwähnt werden, dass ich glücklicherweise keine zu schweren Böden habe. Auf zapfwellenangetriebene, rotierende Geräte zur Saatbettbereitung kann ich deshalb verzichten. Nach jeder Getreideernte führe ich konsequent eine Stoppelbereitung mit dem Flügel-schargrubber durch. Dieser durchschneidet das Unkraut ganzflä-



Bild: Hansueli Dierauer

Trägt zu seinem Boden Sorge:  
Hansueli Häberli, Kirchlindach BE.

chig, sodass ich abgesehen von einer Parzelle mit Ackerkratzdisteln bisher keine grösseren Probleme hatte.

In meiner 7-jährigen Fruchtfolge kann ich nicht ganz auf den Pflug verzichten. Der Umbruch der Kunstwiesen erfolgt mit dem *Onland*-Pflug. Auch vor Kartoffeln

kann ich keine Kompromisse bezüglich Qualität eingehen. Da haben wir schon genug zu kämpfen mit den Drahtwürmern. Ich versuche nun, mit nicht überwinternden Gründüngungsmischungen (Alexandrin-Perserklee-Sommerwicke-Phacelia) einen Teil nicht zu pflügen und nur mit dem Flügel-schargrubber und Scheibenegge zu bearbeiten. Kartoffeln brauchen auf jeden Fall eine Tiefenlockerung. Auch bei Raps ist es meistens nicht möglich, ganz auf den Pflug zu verzichten, da Raps bezüglich Saatbettbereitung sehr anspruchsvoll ist.

Anstelle des normalen Pfluges habe ich mir einen *Onland*-Pflug mit drei Scharen angeschafft. Mit diesem pflüge ich normalerweise in einer Tiefe bis maximal 15 Zentimeter. Da der *Onland*-Pflug anspruchsvoller in der Einstellung ist und mehr Konzentration beim Fahren erfordert, setzt er sich leider auch im Biolandbau nicht durch.» hd

## «Im gepflügten Teil litt der Mais stärker unter Wassermangel»

«Im Jahr 2009 habe ich eine Parzelle zweigeteilt. In der einen Hälfte wurde der Boden gepflügt und ein Streifen wurde nicht gepflügt. Im gepflügten Teil musste ich weit mehr Blacken ausreissen und der Mais hat stärker unter Wassermangel gelitten als beim pfluglosen Verfahren», erklärt André Horisberger, der einen 45-Hektaren-Ackerbaubetrieb in Vufflens-la-Ville VD bewirtschaftet.



Bild: Thomas Alföldi

André Horisberger setzt auf die reduzierte Bodenbearbeitung mit dem Eco-Dyn Grubber und in Zukunft mehr auf die Scheibenegge.

2009 war der Ertrag des Streifens mit reduzierter Bodenbearbeitung höher als derjenige des gepflügten Streifens (vgl. Tabelle Erträge), doch 2010 und 2011 war das Ergebnis umgekehrt. Eine mögliche Erklärung liegt bei den Maschinen: André Horisberger hat nämlich seine auf dem Hof zur Verfügung stehenden Maschinen für die reduzierte Bodenbearbeitung gebraucht, doch waren diese für das spezielle Anbauverfahren nicht immer optimal. Die Spatenrollegge eignet sich beispielsweise sehr gut für eine bodenstrukturschonende Saatbettbereitung bei gepflügtem Boden; bei nur oberflächlich bearbeitetem Boden ist die Spatenrollegge jedoch weniger geeignet, da sie die Erntereste nicht genügend gut einarbeitet.

Ein anderes Beispiel: Die Saat eines Getreides nach Mais in einen nicht gepflügten Boden erwies sich als sehr schwierig, obwohl das Stroh des Körnermaises von der Dreschmaschine zerkleinert worden war. Es hätte jedoch zusätzlich eine Maschine gebraucht, um das Stroh vor der Saatbettbereitung mit dem Eco-Dyn für die Getreideaussaat (Grünschnittroggen oder Wintergetreide) ein zweites Mal zu

zerkleinern. So bildeten sich mit dem Eco-Dyn Maisstrohhaufen, die eine korrekte Aussaat des Getreides verunmöglichten.

Horisberger lässt sich aber von diesen Schwierigkeiten nicht entmutigen. Er wird seine Mechanisierung anpassen, um bessere Resultate zu erhalten. «Ab 2012 werde ich hauptsächlich ohne Pflug arbeiten. Die Kunstwiesen werde ich mit dem Eco-Dyn und anschliessend mit der Scheibenegge umbrechen. Anstelle der Spatenrollegge werde ich eine Scheibenegge anschaffen. Falls Rückstände vorhanden sind, mischt und verfeinert sie den Boden besser als die Spatenrollegge. Der Eco-Dyn ist nicht die ideale Maschine für unsere mittelschweren bis schweren, steinigten Böden.»

Für die Unkrautregulierungen in seinen Kulturen hat sich André Horisberger eine amerikanische Sternhacke angeschafft, die bei oberflächlichen Ernte- oder Gründüngerrückständen besser geeignet ist als der Hackstriegel. André Horisberger will auch möglichst auf die Kreiselegge verzichten, die seiner Meinung nach zu viel Energie verbraucht. mc

## Schlüsse aus dem Projekt

Reduzierte Bodenbearbeitung im biologischen Landbau 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. Dabei hat sich gezeigt, dass Anpassungen in der Verteilung der Dünger, des Umbruchzeitpunktes der Klee-graswiese und die Kultivierung von Gründüngungen wesentliche Erfolgsfaktoren sind, um die Probleme einer verzögerten Stickstoffmi-

neralisierung zu lösen und dem Unkraut Herr zu werden. Die Ertragsoptimierung ist zentral, weil letztendlich auch bei reduzierter Bodenbearbeitung nur produktive Systeme wirtschaftlich erfolgreich sind. Paul Mäder