



Flachgrubber (im Bild:Weco-Dyn) ermöglichen einen flachen Umbruch, verbunden mit hohen Flächenleistungen.

## FiBL-Praxisversuche im Schweizer Bioackerbau

# BODENBEARBEITUNG IM PRAXISVERGLEICH

Jeremias Niggli, Daniel Böhler und Hansueli Dierauer  
Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL), Schweiz

*Die Devise „flach wenden, tief lockern“ ist nicht neu. Verschiedenste Pioniere des Ackerbaus haben bereits früh versucht, die Bodenbearbeitung nach diesem Grundsatz durchzuführen und den Eingriff in den Boden so gering wie möglich zu halten. Um die reduzierte Bodenbearbeitung weiter zu entwickeln und die Entwicklung praxisreifer Methoden zu begleiten, hat das FiBL im Jahr 2002 den ersten Streifenversuch zur reduzierten Bodenbearbeitung am Standort Frick (CH) angelegt, welcher auch heute noch besteht.*

Ab dem Jahr 2009 wurden Streifenversuche auf verschiedensten Partnerbetrieben in der Schweiz durchgeführt. Das Ziel des FiBL (Forschungsinstitut für biologischen Landbau) ist, mit partizipativer Forschung neue Methoden zu entwickeln. Die Land-

wirte liefern das praktische Know-How, während das FiBL die wissenschaftliche Begleitung sicherstellt. Durch die Streifenversuche sind die Effekte der jeweiligen Maschinen oder Anbautechniken ganz direkt miteinander vergleichbar.

### Biologisch und Mulchsaat kombinieren

In der Schweiz wurden im Jahr 2018 rund 25 % der biologisch bewirtschafteten Fruchtfolgeflächen in Mulchsaat bestellt. Sie stellt einen guten Kompromiss zwischen Bodenschonung und

ganzflächiger Bodenbearbeitung dar. Viele Bio-Landwirte tun sich jedoch mit dem pfluglosen Anbau schwer, da für sie der Pflug ein wirksamer „Herbizidersatz“ ist. Durch den pfluglosen Anbau sinkt in vielen Kulturen die Anbausicherheit und die Unkrautprobleme nehmen zu. Bei der Auswahl der Geräte zur Grundbodenbearbeitung für die Mulchsaat steht den Landwirten mittlerweile eine breite Palette an geeigneten Geräten zur Auswahl. Besonders oft werden Flachgrubber, Schälplüge oder Schälfräsen eingesetzt. Das ideale Gerät für die reduzierte Bodenbearbeitung im Biolandbau gibt es aber nicht.

Je nach Situation kann sich eine andere Maschine eignen. Idealerweise werden Maschinen gemeinschaftlich gekauft oder können von Berufskollegen ausgemietet werden.

### Einstieg bei einfachen Kulturen ratsam

Der Einstieg in die reduzierte Bodenbearbeitung wagt man am besten mit „einfachen“ Kulturen wie Winterweizen, Dinkel oder Roggen. Diese können durch die rasche Bestockung allfällig auftretende Beikräuter oder Gräser gut unterdrücken, wodurch das Risiko eines Ertragsausfalls vermindert wird. Der Umbruch von wüchsigen Klee gras-Beständen ist anspruchsvoll und gelingt am besten vor etwas später gesättem Mais (ab Anfang / Mitte Mai) oder beim zeitigen Umbruch vor der Wintergetreidesaat (ab Anfang September). Mit einem geeigneten Flachgrubber oder einer Schälfräse kann der Bestand in einer Tiefe von 2–3 cm zu 70 % unter schnitten werden. Beim ersten Durchgang sollte auf keinen Fall tiefer gearbeitet werden, da ansonsten zu große Grasbüschel entstehen, welche bei feuchter Witterung wieder anwachsen. Nach 10–14 Tagen kann bei einem zweiten Durchgang auf 4–6 cm der gesamte Bestand unter schnitten werden. Durch die größere Arbeitstiefe entsteht zudem genügend Feinerde für die anschließende Saatbettbereitung.

Für das Einarbeiten einer üppigen Gründung eignen sich hingegen vor allem Schälfräsen oder der Geohobel. Dabei werden große Wassermengen frei, was



Die Direktsaat in überwinternde Gründungen wurde ebenfalls untersucht, ist jedoch unter Biobedingungen mit einem hohen Anbaurisiko verbunden.

dazu führt, dass der Boden im Anschluss oberflächlich schlecht abtrocknet. Somit werden die nachfolgenden Bearbeitungsschritte deutlich anspruchsvoller. In dieser Situation gilt es, sich zu gedulden und die nachfolgenden Arbeitsgänge gegebenenfalls etwas nach hinten zu verschieben.

### Wahl der richtigen Technik

In den ersten Versuchsjahren bestand die Herausforderung vor allem darin, geeignete Maschinen für die flache Bodenbearbeitung zu finden, da diese in der Schweiz noch wenig verbreitet waren. So mussten Kompromisse bei der Gerätewahl eingegangen werden. Durch die zunehmende Weiterentwicklung und -verbreitung geeigneter Maschinen standen nach einer gewissen Zeit in den Versuchen auch Flachgrubber zur Verfügung, mit denen der Umbruch von Klee gras-Beständen sicherer gelungen ist. In den vergangenen Jahren haben sich außerdem flach arbeitende, zapfwellenbetriebene Maschinen wie die Schälfräse oder der Geohobel verbreitet. Der Vorteil dieser Maschinen ist, dass sie organisches und mineralisches Material bei einer geringen Arbeitstiefe gut miteinander vermischen und auch auf kleinstrukturierten Parzellen gute Ergebnisse erzielen. Nachteilig gegen-

über gezogenen Geräten sind der höhere Energieverbrauch, die geringere Flächenleistung, die höheren Betriebskosten und der stärkere Eingriff in die Bodenstruktur. Wie sich der Einsatz dieser Technik langfristig auf die Bodenstruktur auswirkt, kann im Moment noch nicht abschließend beurteilt werden.

Der pfluglose Anbau stellt im herbizidfreien Anbau bei der nachfolgenden Beikrautregulierung eine Herausforderung dar. Beim Einsatz von handelsüblichen, mechanischen Geräten wie Hackstriegel oder Scharhackgerät kann es bei großen Mengen an organischen Rückständen schnell zu Verstopfungen kommen. Um das Beikraut trotzdem regulieren zu können, müssen alternative Geräte eingesetzt werden. Dazu gehören zum Beispiel Rollhacken, Rollstriegel oder Sternhackgeräte.

### Tiefenlockerer gegen Verdichtungshorizonte

Die zu Beginn erwähnte Devise „flach wenden, tief lockern“ wurde in den Versuchen durch die Tiefenlockerung vervollständigt. Durch die wiederholte, flache Bodenbearbeitung ist es an einigen Versuchsstandorten zu einer Verdichtung des unbearbeiteten Horizonts sowie zur Bildung einer „Grubbersohle“ gekommen. Diese Verdichtungshorizonte



Mulchsaatverfahren mit Fronttieflöckerer Typ „Löwenzahn“ bei Winterweizen.



Pflugverfahren bei Winterweizen



Mährescherfahrspuren bei der Ernte nach Mulchsaat



Mährescherfahrspuren bei der Ernte nach Pflug

**Abb. 1:** Vergleich Mulchsaat- und Pflugverfahren bei Winterweizen (Standort Rümikon 2018)

te wurden mithilfe der Spatendiagnose ermittelt. Die Einsatztiefe des Tiefenlockers wurde jeweils an den Standort angepasst, in den meisten Fällen reichte eine mechanische Lockerung bis in 25 cm Tiefe. Dadurch wurden die undurchlässigen Schichten durchbrochen sowie der Luft- und Wasseraustausch wieder verbessert. Wichtig ist, dass die entstandenen Lockerungsrisse wieder biologisch, also mithilfe lebendiger Pflanzenwurzeln, stabilisiert werden. Nur so kann sich die Bodenstruktur durch die tiefere Lockerung nachhaltig verbessern.

#### Ergebnisse aus den Streifenversuchen

Während der gesamten Versuchsdauer wurden Streifenversuche an über 20 Standorten angelegt, betreut und ausgewertet. Die untersuchten Kulturen waren

vor allem Mais, gefolgt von verschiedenen Wintergetreidearten, Sonnenblumen und Soja. Zusammenfassend wurden folgende Ergebnisse erzielt:

- **Beikraut:** Der Beikrautbesatz war in den gepflügten Verfahren jeweils geringer als in den Mulchsaatverfahren. Dafür gibt es zwei verschiedene Gründe: Mit dem Pflug werden die Beikrautsamen tiefer vergraben, wodurch diese schlechter keimen können. Zudem hat die Regulierung mit der betriebsüblichen Mechanisierung in vielen Fällen besser funktioniert.
- **Jugendentwicklung:** Bei den gepflügten Verfahren erwärmt sich der Boden schneller, was bei Frühjahrskulturen wie Mais für eine schnellere Jugendentwicklung gesorgt hat. Bei einer flachen Bearbeitung ist bei

Frühjahrskulturen ein etwas späterer Saatzeitpunkt zu empfehlen, damit der Boden genügend Zeit hat, um sich zu erwärmen.

- **Erträge:** Das Pflugverfahren war, über die gesamte Versuchsdauer gesehen, das Verfahren mit den geringsten Ertragschwankungen und der höchsten Anbausicherheit. Grundsätzlich gilt: Je länger der Landwirt Erfahrungen mit der reduzierten Bodenbearbeitung hat, desto stärker nehmen die Ertragsunterschiede zwischen gepflügt und pfluglos ab und die Anbausicherheit steigt.
- **Tiefenlockerung:** Bei der Tiefenlockerung zeigten sich unterschiedliche Effekte. Besonders bei mittelschweren und schweren Böden konnte der Ertrag bei der Mulchsaat mit Tiefen-

lockerung gegenüber der Mulchsaat ohne Tiefenlockerung gesteigert werden, während die Effekte bei leichten Böden gering waren. Bevor ein Tiefenlockerer eingesetzt wird, müssen mittels einer Spatendiagnose der oder die Verdichtungshorizonte ermittelt und die Lockerungstiefe entsprechend angepasst werden. Der Tiefenlockerer sollte nur bei ausreichend trockenen Bodenbedingungen eingesetzt werden. Dann bricht der Boden an den Sollbruchstellen, ein Verschmieren des Bodens wird verhindert.

■ **Energiebilanz:** Reduzierte Bodenbearbeitung bezieht sich in den meisten Fällen auf die Bearbeitungstiefe, jedoch nicht auf die Anzahl Überfahrten. Da in gewissen Fällen eine größere Anzahl von Überfahrten nötig ist, ist die reduzierte Bodenbearbeitung nicht in jedem Fall energieeffizienter als der Pflugeinsatz.

■ **Bodenfruchtbarkeit:** Durch den Verzicht auf eine tiefe, wendende Bodenbearbeitung wurden Wasserinfiltration und Bodenstruktur verbessert. Dies führte beispielsweise zu einer besseren Tragfähigkeit bei der Ernte.

■ **Humusaufbau:** Der Humusaufbau ist ein zentrales Argument für die reduzierte Bodenbearbeitung. Am Versuchsstandort in Frick konnte auf einem schweren Tonboden gezeigt werden, dass der Vorrat an organischem Kohlenstoff im Boden durch die reduzierte Bodenbearbeitung im Vergleich zum Pflug gesteigert werden konnte. Vor allem in den obersten zehn Zentimetern konnte in den reduziert bearbeiteten Verfahren eine Zunahme des Kohlenstoffgehaltes gemessen werden. Der weit größere Effekt wurde jedoch durch die Düngung mit Mistkompost und Gülle anstelle einer reinen Gölledüngung erzielt. Aufgrund dieser Ergebnisse kann gesagt werden, dass für die Steigerung des Humusgehaltes neben der reduzierten Bodenbearbeitung weitere Faktoren wie Standort, Fruchtfolge oder Düngung berücksichtigt werden müssen.



Beim Pflugverfahren ist der verschlämte Boden gut erkennbar.



Bei reduzierter Bodenbearbeitung zeigt sich eine bessere Bodenstruktur an der Oberfläche.

Abb. 2: Vergleich Pflug- und Mulchsaatverfahren bei Sonnenblumen (Standort Büblikon, 6. Juni 2018)

### Fazit

Nach über zehn Jahren mit einer Vielzahl an Versuchen kann gesagt werden, dass die reduzierte Bodenbearbeitung auch unter Bio-Bedingungen funktioniert. Bei entsprechender Erfahrung ist bei den meisten Kulturen mit ähnlichen Erträgen wie beim Pflugverfahren zu rechnen. Die

Umsetzung gelingt in trockenen Jahren sowie auf Standorten mit leichten bis mittelschweren Böden einfacher als in nassen Jahren oder auf Standorten mit schweren Böden. In der Praxis ist zu beobachten, dass oft auf sogenannte Flex-Systeme gesetzt wird. Dies bedeutet, dass weitgehend auf den Pflug verzichtet

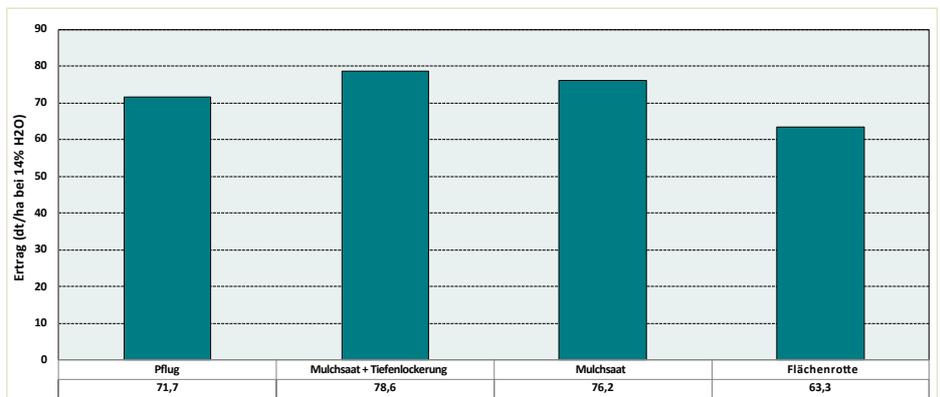


Abb. 3: Ertrag von Futterweizen „Fiorina“ bei unterschiedlichen Bodenbearbeitungsverfahren (Datenquelle: Ammann und Bossart, HF Strickhof, BB-Versuch 2019 Stiegenhof)

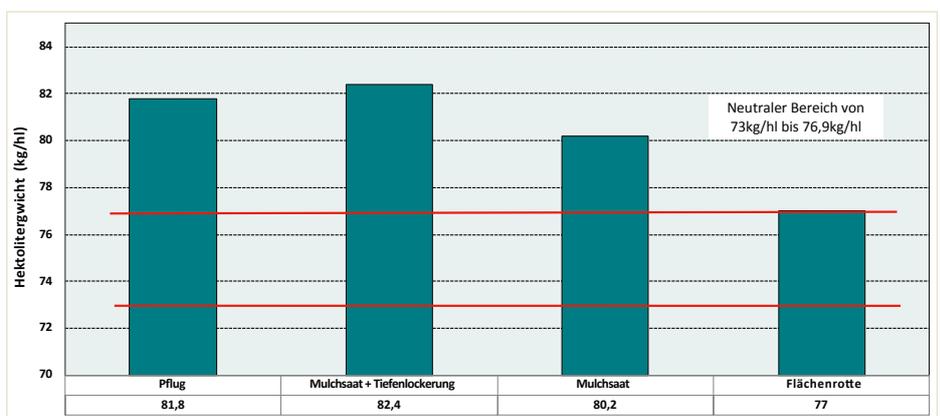


Abb. 4: Hektolitergewicht von Futterweizen „Fiorina“ bei unterschiedlichen Bodenbearbeitungsverfahren (Datenquelle: Ammann und Bossart, HF Strickhof, BB-Versuch 2019 Stiegenhof)



Pflugverfahren 10 Tage nach der Saat, verzögertes Auflaufen.



Mulchsaatverfahren 10 Tage nach der Saat: mehr Bodenfeuchte und bessere Auflaufbedingungen.

**Abb. 5:** Vergleich Pflug- und Mulchsaatverfahren beim Auflaufen der Maissaat (Rümikon 2017).

wird, jedoch unter gewissen Bedingungen, zum Beispiel vor „heiklen“ Kulturen, nach Klee gras oder bei eher feuchten Bodenbedingungen der Pflug eingesetzt wird. Diese Flex-Systeme sollen weiter beobachtet und im Hinblick auf die Bodenentwicklung untersucht werden. Diese kann mit einfachen Hilfsmitteln wie der Spatenprobe beurteilt und dokumentiert werden.

Die Entwicklung des Humusgehaltes lässt sich mit GPS-referenzierten Bodenproben mit analytischer Bestimmung des Humusgehaltes am besten und am genauesten beobachten. Der Nachteil dieser Analysen sind die hohen Kosten und die Abhängigkeit von Drittanbietern. Aus Sicht der Beratung und Praxisforschung braucht es weitere, einfachere Methoden, um die Bodenfruchtbarkeit und deren Entwicklung bewerten und dokumentieren zu können. Neben der Bodenbearbeitung sind der Anteil an Klee gras in der Fruchtfolge

**Tabelle:** Vergleich der untersuchten Geräte

Bezeichnung	Arbeitsweise	Vorteile	Nachteile
Flachgrubber	gezogenes Gerät, ganzflächiger Schnitt ab 3-4 cm Arbeitstiefe	hohe Flächenleistung, gezogenes Gerät	mässig gutes Vermischen der organischen mit der mineralischen Substanz
Schälpflug	gezogenes Gerät, wendende Bodenbearbeitung, Arbeitstiefe idealerweise unter 10 cm	gutes Vermischen der organischen mit der mineralischen Substanz	tieferer Flächenleistung als Flachgrubber
Schälfräse	Zapfwellengetriebenes Gerät, ganzflächiger Schnitt ab 3-4 cm Arbeitstiefe	gutes Vermischen der organischen und mineralischen Substanz	intensiver Eingriff in den Boden, hoher Energiebedarf, Gefahr der Vermehrung von Wurzelunkräutern

sowie eine möglichst dauerhafte Bodenbedeckung wichtige Faktoren in Bezug auf die Bodenfruchtbarkeit und den Humusaufbau. Für möglichst konsequente Umsetzungsstrategien dieser Faktoren im System Biolandbau besteht noch weiterer Forschungsbedarf. Beim Erfahrungsaustausch zwischen Landwirten und mit der Beratung gibt es noch ein großes Potenzial. Obwohl es

durch die digitalen Medien eine schier unendliche Wissenssammlung gibt, wird in der Landwirtschaft der direkte und handfeste Wissensaustausch nach wie vor geschätzt. Um diesem Bedürfnis eine Plattform zu bieten, sollen vermehrt sogenannte Arbeitskreise zu den Themen reduzierte Bodenbearbeitung und Bodenfruchtbarkeit organisiert und gefördert werden.

Hansueli Dierauer  
Departement für  
Bodenwissenschaften FiBL



Daniel Böhler  
Departement für  
Bodenwissenschaften FiBL



Jeremias Niggli  
Departement für  
Bodenwissenschaften  
FiBL

