

Entwicklung von Alternativen zum Pflug

Zwischenbericht 2018



Daniel Böhler, Hansueli Dierauer, Maïke Krauss, Nathaniel Schmid,
Maurice Clerc, FiBL, Michael Locher, GZPK

Frick, 07.12.2018

Inhaltsverzeichnis

1. Kurzbeschrieb Projekt	1
1.1 Projektziele	2
1.2 Zeitplan.....	2
2. Zusammenfassung der bisherigen Resultate	3
3. Einleitung / Problemstellung	4
4. Material und Methoden / Vorgehen	4
5. Arbeiten im zweiten Projektjahr	5
5.1 Standort Rümikon	5
5.2 Standort Reuenthal.....	7
5.3 Standort Büblikon	9
5.4 Standort Rüm-lang	13
5.5 Standort Oberembrach/Strickhof	15
5.6 Standort Mönchaltorf.....	17
5.7 Praxisversuche und Maschinendemo in der Westschweiz	19
5.7.1 <i>Maschinenvorführung</i>	19
5.7.2 <i>Versuche zur reduzierten Bodenbearbeitung in Mais</i>	22
5.7.3 <i>Versuch zur reduzierten Bodenbearbeitung vor Soja</i>	24
5.8 Maschinenvorführung zur Einarbeitung von Gründungen in Birr ..	27
5.9 Windenversuch in Frick	28
5.10 Versuch CTF (controlled traffic farming).....	30
6. Diskussion der Resultate	31
7. Schlussfolgerungen	33
8. Abweichungen zur Planung	34
9. Literatur	34
10. Danksagung	34
11. Anhang	35

1. Kurzbeschrieb Projekt

Die wendende Bodenbearbeitung mit dem Pflug ist im biologischen und im konventionellen Ackerbau nach wie vor stark verbreitet. Im Biolandbau gilt der Pflug oft als Ersatz für die fehlenden Herbizide. Durch die wendende Bodenbearbeitung werden Ernterückstände und Samen in die Pflugtiefe von ca. 20 cm vergraben. Das hindert die Samen an der Keimung. Gepflügte Böden trocknen schneller ab. Das Zeitfenster für die Aussaat wird dadurch grösser. Auch der Start der Kulturen ist durch die schnell einsetzende Mineralisierung am besten. Der Pflug hat neben seinen vielen Vorteilen aber auch gewichtige Nachteile, die oft vergessen gehen. Er fördert den Humusabbau, die Regenwürmer mit ihren Röhrensystemen werden zerstört, die Erosionsgefahr steigt, Verdichtungen im Untergrund nehmen zu.

Im Biolandbau ist der Pflug nach wie vor stark verbreitet. Im Jahr 2017 waren nur 25 % der offenen Ackerfläche Bio für das Ressourceneffizienzprogramm Bodenschonung des Bundes angemeldet. Ein grosser Teil der Biobauern pflügt konsequent aus Angst vor dem Unkraut. In diesem Projekt versuchen wir die Alternativen zum Pflug weiter zu entwickeln, so dass der Ertragsunterschied zum Pflug unbedeutend wird und die Unkräuter unter Kontrolle sind. Wenn wir dieses Ziel erreichen, dann wird sich die reduzierte Bodenbearbeitung auch im Bioackerbau weiter ausbreiten.

1.1 Projektziele

Im vorliegenden Projekt möchten wir die Kenntnisse der reduzierten Bodenbearbeitung über folgende Teilziele besser verstehen und optimieren:

- **Optimierung der reduzierten Bodenbearbeitung:** Die verschiedenen Formen der reduzierten Bodenbearbeitung (Mulchsaat mit und ohne Tiefenlockerung / Flächenrotte, Direktsaat oder Streifenfrässaat) werden betriebspezifisch in Versuchen getestet und optimiert.
- **Erhöhung der Akzeptanz in der Praxis durch ökonomische und ökologische Grössen:** Die Pflugvariante bildet die Referenz für den Ertrag und die Verunkrautung. Ein alternatives Verfahren soll dem Pflug punkto Ertrag und Verunkrautung sehr nahe kommen. Die Verfahren werden in Absprache mit dem FiBL angelegt und vom FiBL bezüglich Ertrag und Unkrautdeckungsgrad ausgewertet. Die Kosten und wenn möglich auch der Energieaufwand für die einzelnen Verfahren werden berechnet.
- **Förderung des Wissenstransfers:** Eine „Spurgruppe“ soll den Erfahrungsaustausch zwischen der Praxis und Beratung ermöglichen. Das FiBL organisiert Maschinendemonstrationen, Flurbegehungen und sonstigen Erfahrungsaustausch, um das bestehende Wissen im Bereich reduzierte Bodenbearbeitung/Techniken weiter zu verbreiten. Neue Betriebsleiter werden bei der reduzierten Bodenbearbeitung begleitet. Technische Anleitungen für die Gerätewahl werden erstellt.

1.2 Zeitplan

An verschiedenen Standorten werden Versuche zur Mulchsaat im Vergleich zum Pflug angelegt. Dem gegenseitigen Informations- und Wissensaustausch wird genügend Raum gegeben.

Tabelle 1: Zeitplan Alternativen zum Pflug

Jahr	Tätigkeiten	Standorte	Resultate

2017	Versuche im Mais	Rümikon, Birmenstorf, Büblikon	Zwischenbericht Resultate
2018	Treffen „Spurgruppe“ im März	FiBL Frick	Bericht Workshop
	Austausch mit Bodenschutzfachstelle	Rütti	
	Versuche im Mais / Weizen / Mischkultur /	Rümikon , Oberembrach, Büblikon, Reuenthal, Rümlang, Mönchaltorf, Hindelbank, Kirchlindach, Senarclens	Zwischenbericht Resultate
2019	Treffen „Spurgruppe“ im März	FiBL Frick	Bericht Workshop
	Austausch mit Bodenschutzfachstelle	Rütti	
	Versuche im Mais / Weizen	Standorte z.T. noch offen	Zwischenbericht Resultate
	Ende 2019 Abschluss		Schlussbericht

Ansprechpersonen

- Hansueli Dierauer, hansueli.dierauer@fibl.org
- Dani Böhler, daniel.boehler@fibl.org

2. Zusammenfassung der bisherigen Resultate

Die letztjährigen Versuche haben gezeigt, dass die Mulchsaat als Zwischenform von Pflug und Direktsaat auf den meisten Betrieben noch Optimierungspotential hat. Ein wichtiges Element ist dabei die Wahl der richtigen Gründüngung und die Regulierung der Gründüngung vor oder mit der Saat mit geeigneten Geräten. Im letzten Jahr hat sich gezeigt, dass mit dem technischen Fortschritt und einer angepassten Fruchtfolge bei der Mulchsaat mit dem Pflug vergleichbare und in Ausnahmefällen sogar Mehrerträge möglich sind. Auch bei der Unkrautdeckung sind die Unterschiede zum Pflug nicht mehr so extrem ausgefallen. Dank dem Projekt konnten 2018 neue, innovative Kleinprojekte zur Einarbeitung von Gründüngungen, Regulierung von Wurzelunkräutern und Monitoring mit Drohnen sowie controlled traffic farming aufgenommen werden. Diese Punkte sind für die Weiterentwicklung der reduzierten Bodenbearbeitung wichtig, da neue Trends aufgenommen werden können und so Vorversuche für grössere Projekte durchgeführt werden können.

3. Einleitung / Problemstellung

Die Direktsaat ist das System mit der geringsten Bodenbearbeitungsintensität, bei welcher der Boden nur noch zur Saat und zur Ernte befahren wird. Die Aussaat erfolgt direkt in eine Gründüngung, das Saatgut wird in Schlitze abgelegt. Der Boden ist immer bedeckt. Das System der Direktsaat hat gegenüber dem Pflug unbestrittene Vorteile. Der Humus wird aufgebaut, die Bodenstruktur wird verbessert und die Regenwürmer geschont. Der grosse Nachteil ist aber, dass die Gründüngung im konventionellen System immer mit dem umstrittenen Herbizid Glyphosat (Roundup) ganzflächig abgetötet wird. Im Biolandbau ist dies nicht möglich. Ohne Herbizide lassen sich die Begrünungen und das Unkraut nie so gut unterdrücken. Daher verbreiten sich solche Systeme im Biolandbau viel weniger.

Die Mulchsaat ist ein Kompromiss zwischen dem ganzflächigen Wenden mit dem Pflug und der Direktsaat in eine Begrünung. Bei der Mulchsaat wird auf das Wenden verzichtet, die Begrünung wird jedoch oberflächlich eingearbeitet. Durch die ganzflächige Bearbeitung können die positiven Effekte wie schnellere Mineralisierung und die Möglichkeit der besseren Beikrautregulierung im Vergleich zur Direktsaat genutzt werden, erfordert aber mehr Know-how als das traditionelle Pflugsystem.

Im Rahmen dieses Projektes soll es auch möglich sein, neue Trends aus der Praxis aufzunehmen und zu testen. Schlussendlich ist das Oberziel dieses Projektes, die Verbreitung der reduzierten Bodenbearbeitung im Biolandbau. Der Anteil der Bioabauern, der in der Schweiz reduzierte Verfahren anwendet, lag 2017 bei nur 25 %, der grosse Rest pflügt immer noch mehr oder weniger konsequent. Es besteht also weiterhin Handlungsbedarf.

4. Material und Methoden / Vorgehen

Die Anbauversuche wurden auf Standorten im Kanton Aargau in Frick, Büblikon, Rümikon, Reuenthal und im Kanton Zürich in Oberembrach, Rüm-lang und Mönchaltdorf angelegt. Die Versuchsanlagen wurden als Streifenversuche angelegt. Die Fläche eines Verfahrens betrug je nach Standort zwischen 6 bis 20a. Für die Erhebungen beim Mais wurden innerhalb des Streifenversuches Erhebungspartellen von 3m² resp. 2m² festgelegt. Der Versuch in Mönchaltdorf mit Weizen ist als Exaktversuch angelegt.

Im Jahr 2017 wurde ein Bodenbearbeitungsversuch für den Standort in Senarclens im Kanton Waadt vorbereitet. Dort wurden Gründüngungen vor Mais und Soja eingesät. Diese Versuche kamen 2018 zusätzlich in unser Versuchsnetz. Sie wurden von der Antenne Romande in Lausanne als separates Unterprojekt angelegt und ausgewertet.

Im Jahr 2018 wurden zwei grosse Maschinenvorfürungen durchgeführt, eine in der Westschweiz in Sernaclens VD und eine zum Thema Einarbeitung von Gründüngungen in Brir AG.

Auf dem Betrieb Schär in Hagenwil wurde ein Versuch mit controlled traffic farming (ctf) angelegt. Die Fahrspuren sind digital abgespeichert und werden von jeder

Maschine übernommen. Diese permanenten Fahrspuren verdichten den Boden lokal auf den vorgegebenen Spuren. Da immer die gleichen Spuren verwendet werden, bleibt der grosse Rest dafür unbefahren.

Auf dem Betrieb des FiBL wurde eine Masterarbeit in Zusammenarbeit mit der ETH zur Windenbekämpfung durchgeführt.

Die Auswertung erfolgt nach Standort. Jeder Standort ist individuell zu betrachten, da die Maschinen, Fruchtfolgen und die Schwerpunkte je nach Betrieb anders sind. Es ist nicht möglich, auf allen Standorten das gleiche Verfahren oder die gleiche Maschine einzusetzen und statistisch auszuwerten. In unserem Projekt geht es um den Aufbau von Erfahrungswissen durch Austausch und einfache on-farm Versuche, die auch als Anschauungsobjekte für Flurgänge und Maschinenvorfürungen dienen.

5. Arbeiten im zweiten Projektjahr

Im zweiten Projektjahr haben wir uns schwerpunktmässig auf die 6 Standorte im Kanton Aargau und Zürich konzentriert. Da die Direktsaat in eine Begrünung für die Betriebsleiter mit einem höheren Anbauisiko verbunden ist, konnte dieses Verfahren im Jahr 2018 an keinem der Standorte getestet werden. Die Resultate variierten in diesem Jahr zwischen den einzelnen Verfahren und insbesondere zwischen den Standorten sehr stark.

Anstelle der Direktsaat wurden ein Windenversuch und noch das System mit permanenten Fahrspuren neu in das Versuchsnetz aufgenommen.




In den folgenden Abschnitten werden die wichtigsten Resultate der einzelnen Standorte gezeigt und diskutiert und die Schlussfolgerungen aufgezeigt.

5.1 Standort Rümikon

Versuchsanlage

Abbildung 1: Streifenversuch Weizen (Standort Rümikon 2018)

Saatverfahren	Normalsaat	Mulchsaat
Ansaat Begrünung im Herbst	Sareptasenf	
Düngung Begrünung	Laufstallmist 30m ³ /ha	
Begrünung	gemulcht mit Sichelmulcher	
Hauptkultur	Winterweizen Wiwa	
Bodenbearbeitung 1. Durchgang	Pflug	Flachgrubber
Bodenbearbeitung 2. Durchgang	Rototiller	Löwenzahn / Rototiller
Saat	In Kombination mit der 2. Bodenbearbeitung	
Düngung Hauptkultur	Rindergülle 25m ³ /ha	

	
<p>Abb. 1. "Löwenzahn" Tiefenlockerer</p>	<p>Abb. 2: Normsaat nach Pflug/Rototiller</p>
	
<p>Abbildung 3: Mulchsaatverfahren und Mährescherfahrspuren bei der Ernte (Standort Rümikon 2018)</p>	<p>Abbildung 4: Pflugverfahren und Mährescherfahrspuren bei der Ernte (Standort Rümikon 2018)</p>

Beikrautbedeckungsgrad vor der Ernte

Bei der Bonitur der Beikräuter gab es zwischen den beiden Verfahren keine Unterschiede. An einer Stelle war ein Windennest, welches sich bei beiden Verfahren gleich entwickelte.

Ernte

Ertragshebung wurde auf diesem Standort keine vorgenommen. Interessant waren die verbliebenen Fahrspuren vom Mährescher. Trotz den trockenen Witterungsbedingungen während der Getreideernte hinterlässt das Mulchsaatverfahren einen tragfähigeren Boden für die schweren Erntemaschinen im Vergleich zum Pflugverfahren.

5.2 Standort Reuenthal

Versuchsanlage

Abbildung 4: Streifenversuch Mischkultur (Standort Reuenthal 2018)

Saatverfahren	Normalsaat	Mulchsaat
Ansaat Begrünung im Herbst	Alexandrinere / Perserklée	
Düngung Begrünung	Kompost 30m ³ /ha	
Begrünung	gemulcht	
Hauptkultur	Eiweisserbse / Gerste / Leindotter	
Bodenbearbeitung 1. Durchgang	Pflug	Flachgrubber
Bodenbearbeitung 2. Durchgang	Kreiselegge	Löwenzahn / Kreiselegge
Saat	In Kombination mit der 2. Bodenbearbeitung	
Düngung Hauptkultur	keine	

Ernte

Am Standort Reuenthal erzielte das Pflugverfahren im Vergleich zum Mulchverfahren einen um 10% höheren Ertrag. Es gilt aber festzuhalten, dass beim Mulchsaatverfahren auf ca. 20% der Fläche die Bodeneigenschaften deutlich schlechter waren als im Pflugverfahren.

Abbildung 5: Ertrag Mischkultur Eiweisserbsen / Gerste / Leindotter (Standort Reuenthal 2018)

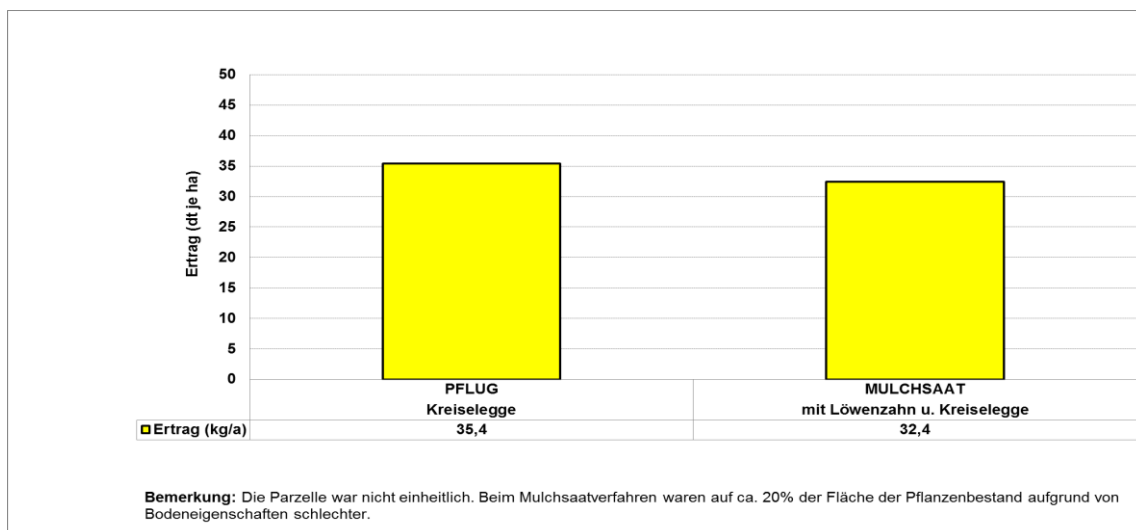
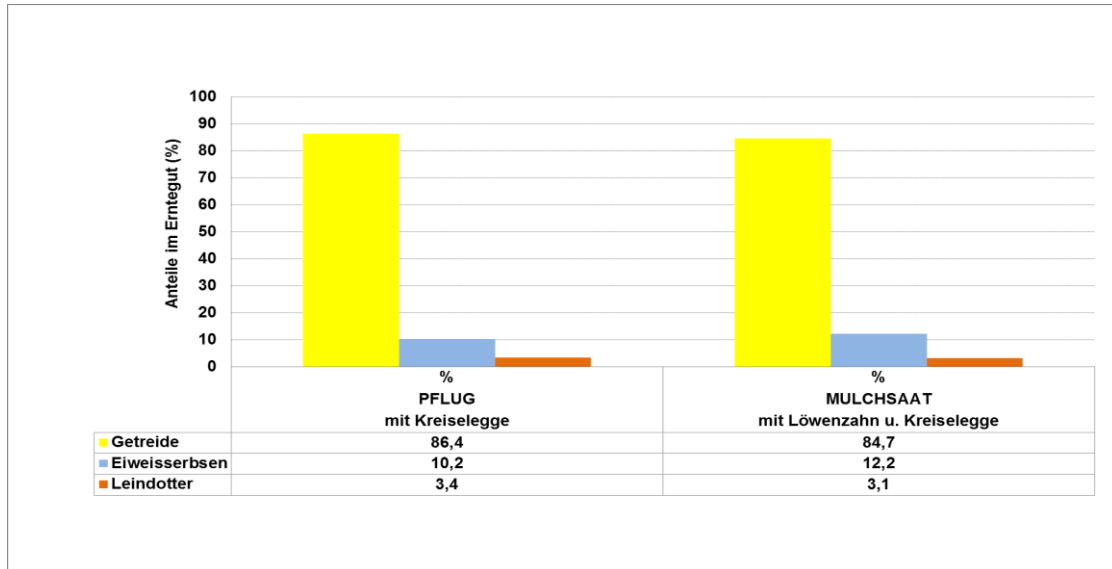


Abbildung 6: Anteile im Erntegut bei der Mischkultur Eiweisserbsen / Gerste / Leindotter (Standort Reuenthal 2018)



Die Anteile Getreide, Eiweisserbsen und Leindotter unterschieden sich nur unwesentlich zwischen den beiden Anbauverfahren. Das Mulchsaatverfahren hatte einen um 2% höheren Anteil Eiweisserbsen im Vergleich zum Pflugverfahren. Beide Verfahren haben mit 10% bis 12% einen viel zu tiefen Eiweisserbsenanteil. Die tiefen Temperaturen ausgangs Winter führten zu einer starken Reduktion der Eiweisserbsen. Erstaunlich, dass der als nicht winterhart geltende Leindotter die relativ kalten Temperaturen überstanden hat.



Abbildung 7 : Links Pflugverfahren und rechts Mulchsaatverfahren (Standort Reuenthal 2018)



Abbildung 8: Ernte der Mischkultur Erbse / Gerste / Leindotter (Standort Reuenthal 2018)

5.3 Standort Büblikon

Versuchsanlage

Abbildung 9: Versuchsanlage Silomais (Standort Büblikon 2018)

Saatverfahren	Normalsaat	Mulchsaat
Ansaat Begrünung im Herbst	OH Nährgrün	
Düngung Begrünung		
Begrünung	gemulcht im Frühjahr	
Hauptkultur	Silomais	
Bodenbearbeitung 1. Durchgang	Pflug	Flachgrubber
Bodenbearbeitung 2. Durchgang	Kulturegge	Flachgrubber
Bodenbearbeitung 3. Durchgang	Kreiselegge	Kreiselegge
Saat	17. April	
Düngung Hauptkultur	Presswasser 25m ³ /ha und Rindergülle 30m ³ /ha	

Ernte

Bei den Beikräutern gab es am Standort Büblikon einen eindeutigen Eindruck. Im Mulchsaatverfahren war die Bodenbedeckung mit Beikräutern zum Erntezeitpunkt mit durchschnittlich 22,5% deutlich höher als im Pflugverfahren mit 5%:

Abbildung 10: Bodenbedeckung mit Beikräutern bei Silomais vor der Ernte (Standort Büblikon 2018)

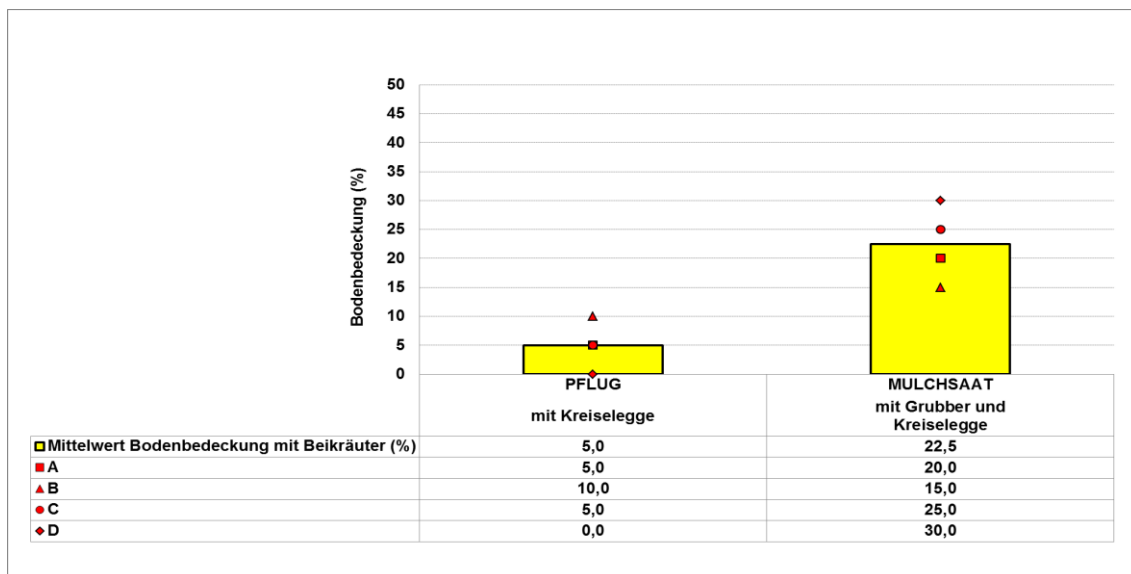




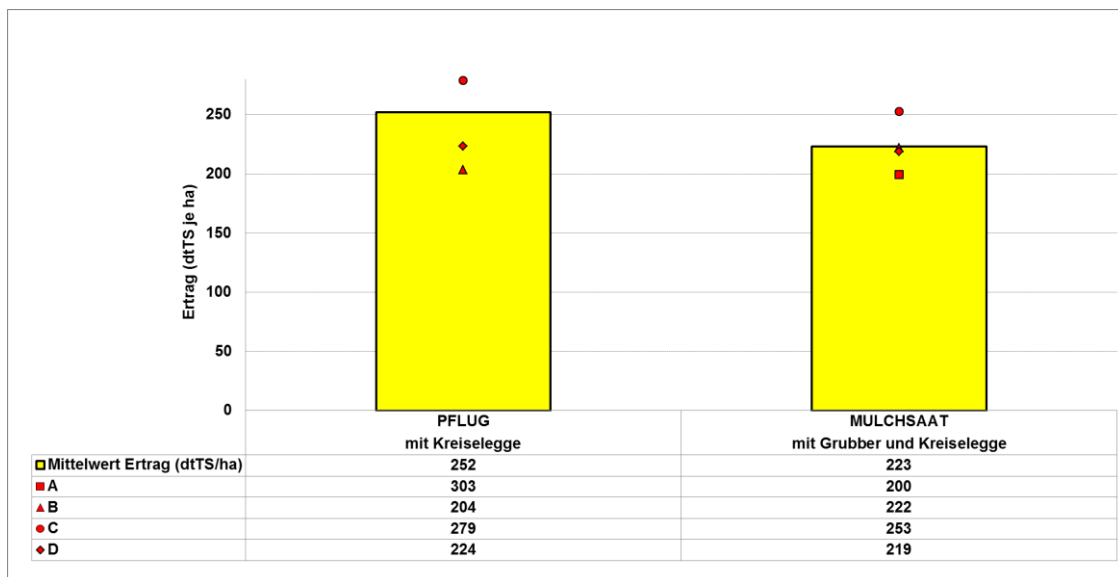
Abbildung 11 : Pflugverfahren bei der Ernte (Standort Büblikon 2018)



Abbildung 12: Mulchsaatverfahren bei der Ernte (Standort Büblikon 2018)

Der Trockensubstanzertrag war in diesem Jahr trotz der Sommertrockenheit mit über 200dt TS sehr hoch. Das Pflugverfahren erzielte einen um 12% höheren Ertrag als das Mulchsaatverfahren.

Abbildung 13 : TS-Ertrag von Silomais (Standort Büblikon 2018)



Versuchsanlage

Abbildung 14: Versuchsanlage Sonnenblumen (Standort Büblikon 2018)

Saatverfahren	Normalsaat	Mulchsaat
Ansaat Begrünung im Herbst	Phacelia	
Düngung Begrünung		
Begrünung	gut abgefroren	
Hauptkultur	Sonnenblumen	
Bodenbearbeitung 1. Durchgang	Pflug	Flachgrubber
Bodenbearbeitung 2. Durchgang	Kreiselegge	Flachgrubber
Bodenbearbeitung 3. Durchgang		Kreiselegge
Saat	14. April 2018	
Düngung Hauptkultur	Presswasser 20m ³ /ha	

Ernte

Bei der Bodenbedeckung mit Beikräutern gab es zwischen den beiden Verfahren Pflug und Mulchsaat praktisch keinen Unterschied zum Erntezeitpunkt und bestätigte die Bonitur vom 6. Juni 2018. Auffallend war der Unterschied bei der Bodenstruktur. Beim Mulchsaatverfahren war der Boden weniger verschlämmt wie beim Pflugverfahren.

Abbildung 15: Bodenbedeckung mit Beikräutern bei Sonnenblumen vor der Ernte (Standort Büblikon 2018)

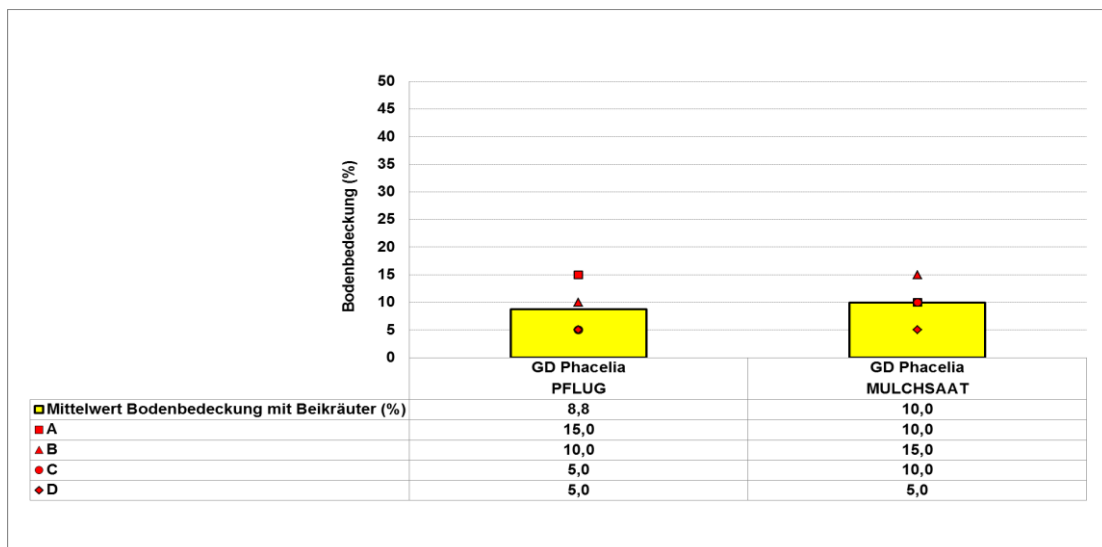




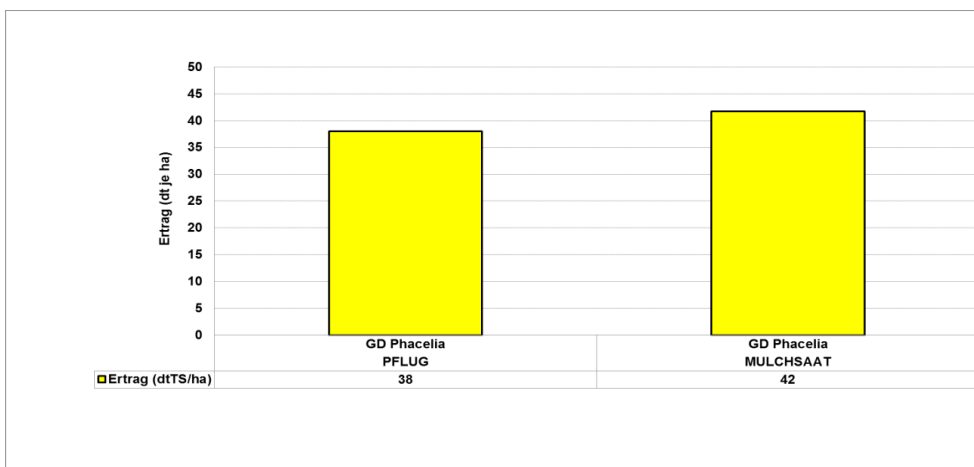
Abbildung 16 : Pflugverfahren am 6. Juni (Standort Büblikon 2018)



Abbildung 17: Mulchsaatverfahren am 6. Juni (Standort Büblikon 2018)

Der Ertrag beim Mulchsaatverfahren lag mit 41,7kg/a um 8% über dem Pflugverfahren. Die Sonnenblumen eignen sich für das Mulchsaatverfahren in Bezug auf das Ertragsvermögen wie auch auf den Beikrautbestand. Das Mulchsaatverfahren führte nicht zu mehr Unkräutern bei den Sonnenblumen wie dies am Standort Büblikon beim Mais der Fall war. Es kann sein, dass dieser Mehrertrag eine Folge der besseren Bodenstruktur und der damit verbundenen Wasserführung ist.

Abbildung 18 : TS-Ertrag von Sonnenblumen (Standort Büblikon 2018)



5.4 Standort Rümlang

Versuchsanlage

Am Standort Rümlang wurde auf zwei Parzellen der gleiche Streifenversuch angelegt. Die Parzelle „oben“ lag unterhalb einer Obstanlage und die Parzelle „unten“ war direkt an der Autobahn.

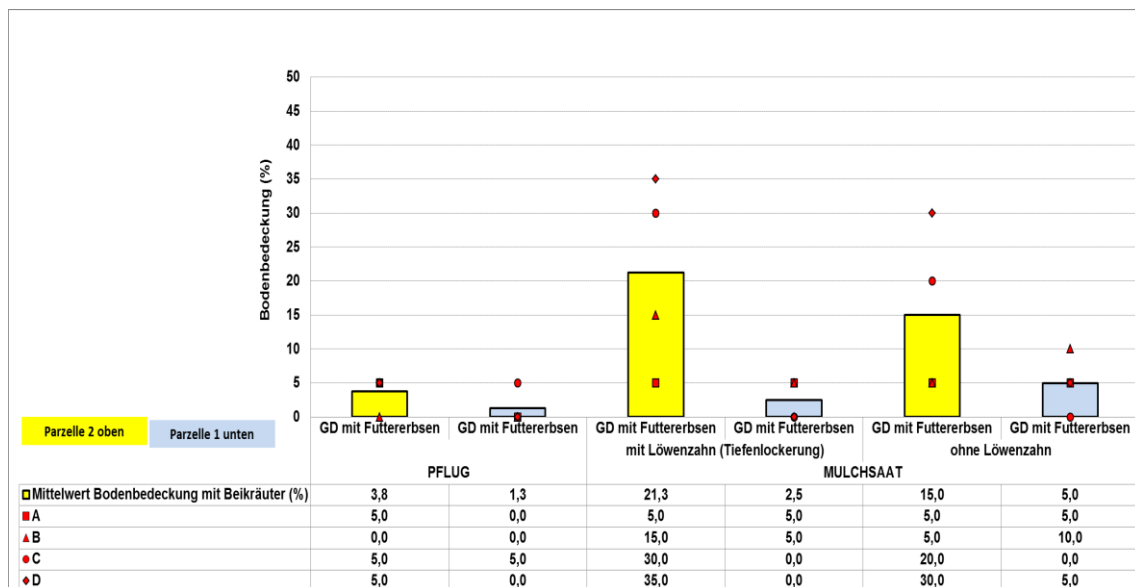
Abbildung 19: Versuchsanlage Silomais (Standort Rümlang 2018)

Saatverfahren	Normalsaat	Mulchsaat	Mulchsaat
Ansaat Begrünung im Herbst	EFB 33		
Düngung Begrünung	keine		
Begrünung	gemulcht im Frühjahr		
Hauptkultur	Silomais		
Bodenbearbeitung 1. Durchgang	Pflug	Güttler Supermaxx	Güttler Supermaxx
Bodenbearbeitung 2. Durchgang	Kreiselegge	Löwenzahn mit Kreiselegge	Kreiselegge
Saat	9. Mai 2018		
Düngung Hauptkultur	Presswasser 37m ³ /ha		

Ernte

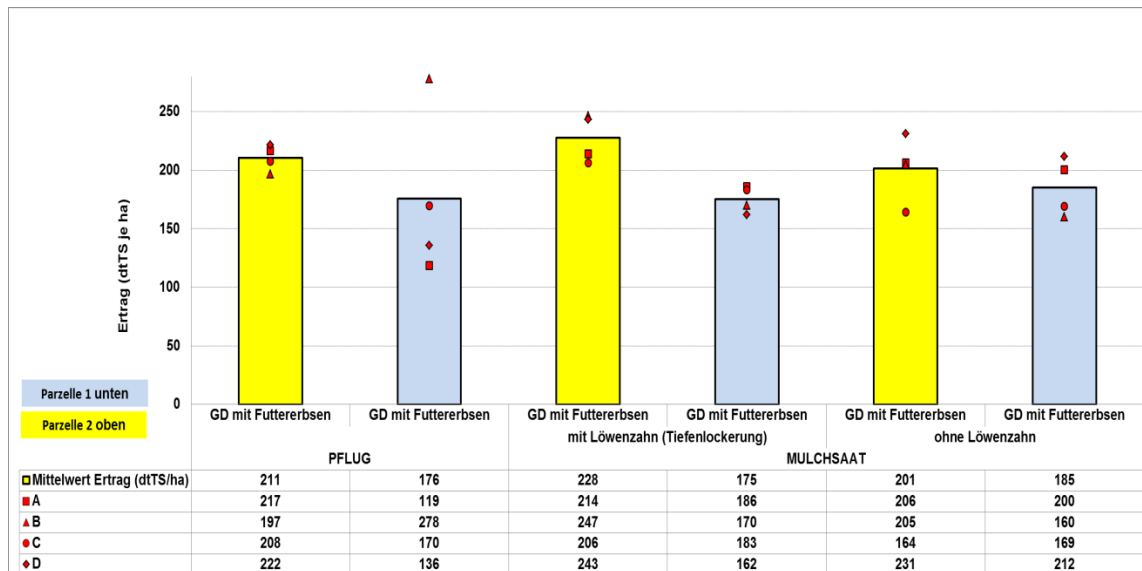
Die Parzelle oben (gelb) hatte über alle Verfahren eine höhere Beikrautbedeckung als die Parzelle unten (blau).

Abbildung 20: Bodenbedeckung mit Beikräuter bei Silomais (Standort Rümlang 2018)



Bei beiden Parzellen war die Bodenbedeckung mit Beikräutern beim Pflugverfahren am tiefsten. Zwischen dem Mulchsaatverfahren mit und ohne Tiefenlockerung („Löwenzahn“) gab es keinen eindeutigen Unterschied. Auf der Parzelle oben war die Bodenbedeckung mit Beikräutern beim Verfahren mit der Tiefenlockerung höher und bei der Parzelle unten war die Bodenbedeckung mit Beikräutern beim Verfahren ohne Tiefenlockerung höher.

Abbildung 21: TS-Ertrag von Silomais (Standort Rümlang 2018)



Auf der Parzelle oben erzielte das Mulchsaatverfahren mit Löwenzahn (Tiefenlockerung) einen um 8% höheren Ertrag als das Pflugverfahren. Das Mulchsaatverfahren ohne Tiefenlockerung lag 4% hinter dem Pflugverfahren. Auf der Parzelle unten lagen die erzielten Erträge sehr nahe beieinander. Das Mulchsaatverfahren lag mit 185dt TS je ha 6% über dem Pflugverfahren und dem Mulchsaatverfahren mit Tiefenlockerung.



Abbildung 22: Mulchsaatverfahren mit Löwenzahn (Standort Rümlang 2018)



Abbildung 23: Einsatz Grubber (Standort Rümlang 2018)

5.5 Standort Oberembrach/Strickhof

Versuchsanlage

Am Standort Oberembrach auf dem Stiegenhof wurde der Versuch in Zusammenarbeit mit dem Strickhof angelegt.

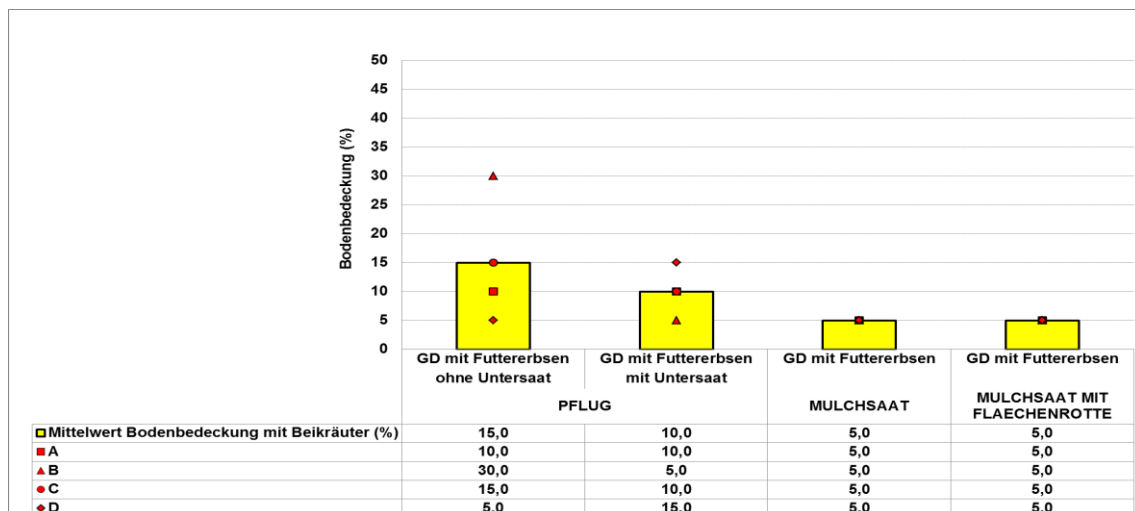
Abbildung 24: Versuchsanlage Silomais (Standort Oberembrach 2018)

Saatverfahren	Normalsaat	Normalsaat mit Untersaat	Mulchsaat	System Flächenrotte
Ansaat Begrünung im Herbst	EFB 33			
Düngung Begrünung	keine			
Begrünung	Die Begrünung war nicht üppig gewachsen, deshalb war kein Mulchdurchgang nötig			
Hauptkultur	Silomais			
Bodenbearbeitung 1. Durchgang	Pflug	Pflug	Kombigrubber	Bodenfräse plus Rottelenker
Bodenbearbeitung 2. Durchgang	Kreiselegge	Kreiselegge	Kreiselegge	Kreiselegge
Saat	12. Mai 2018			
Untersaat		Green Carbon Fix		
Düngung Hauptkultur	Biogásgülle 1 x 20m ³ /ha und 1 x 15m ³ /ha			

Ernte

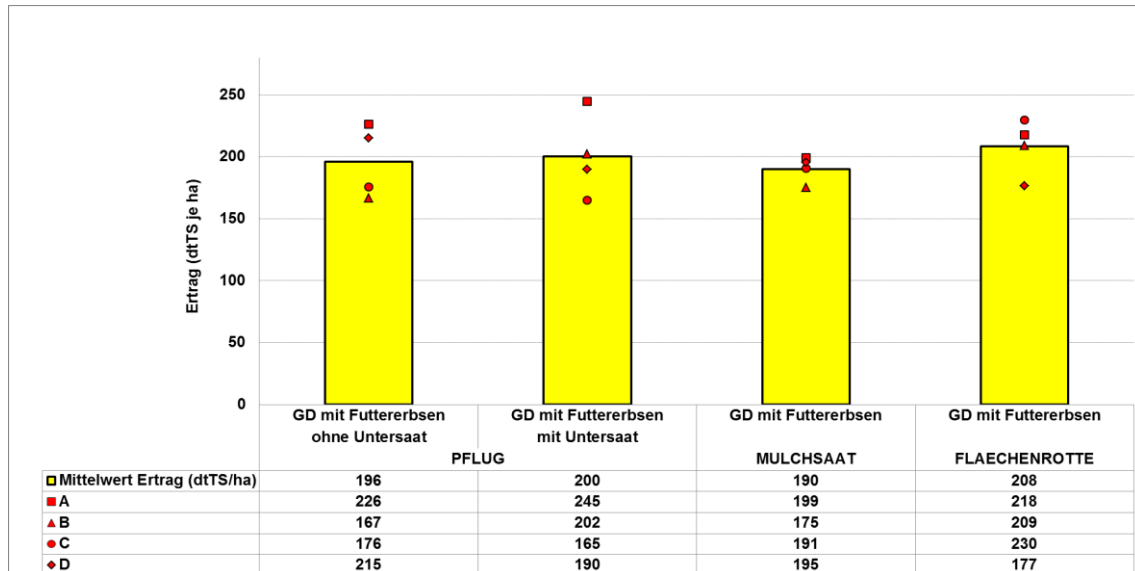
Bei der Bodenbedeckung mit Beikräutern zeigt sich am Standort Oberembrach ein eher ungewöhnliches Bild.

Abbildung 25: Bodenbedeckung mit Beikräuter bei Silomais (Standort Oberembrach 2018)



Die beiden Pflugverfahren mit und ohne Untersaat verzeichnen den höchsten Bodenbedeckungsgrad mit Beikräutern. Das Verfahren Mulchsaat (Einsaat direkt in Mulch) und Mulchsaat mit Flächenrotte (Einsaat in verrotteten Mulch) lagen tiefer und waren miteinander vergleichbar.

Abbildung 26: TS-Ertrag von Silomais (Standort Oberembrach 2018)



In Bezug auf den Ertrag lagen alle Verfahren zwischen 190 und 208 dt TS je ha. Das Verfahren Flächenrotte erreichte den höchsten Ertrag gefolgt vom Verfahren Pflug mit Untersaat. Die Mulchsaat lag 4% unter dem Ertrag bei den Pflugverfahren und 8% unter dem durchschnittlichen Ertrag der Mulchsaat mit Flächenrotte.



5.6 Standort Mönchaltorf

Versuchsanlage

Am Standort Mönchaltorf wurde der Versuch in Zusammenarbeit mit Matthias Hollenstein (Slowgrow) und Michael Locher GZPK durchgeführt. Ziel war, neben dem Systemvergleich zwischen Pflug und zwei reduzierten Verfahren, herauszufinden, ob es Sortenunterschiede zwischen einer kurzen, konventionell gezüchteten Sorte (Lorenzo) und einer längeren biogezüchteten Sorte hinsichtlich Durchsetzungsvermögen und Ertrag gibt. Je Verfahren und Sorte wurden zwei Wiederholungen angelegt mit 4*25m Nettoparzellen.

Abbildung 29: Versuchsanlage Winterweizen (Standort Mönchaltorf 2018)

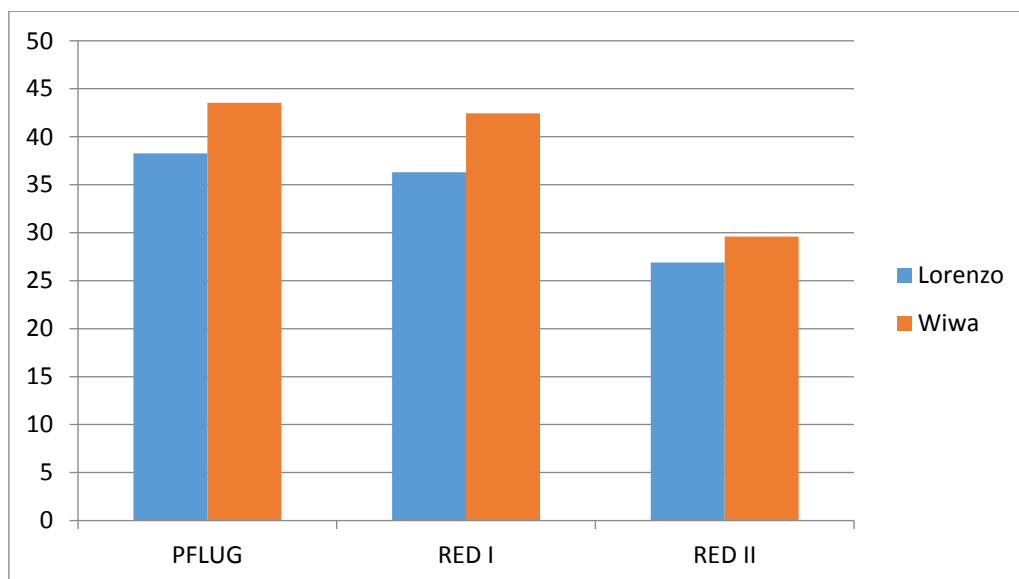
Reduziert II, Fräse, grüne Brücke	Lorenzo	Weg 7,5m	Wiwa	
	Wiwa		Lorenzo	
Reduziert I, Grubber	Lorenzo		Wiwa	
	Wiwa		Lorenzo	
Pflug, Standard	Wiwa		Lorenzo	
	Lorenzo		Wiwa	
<u>Versuchsanlage</u>	Pflug		Reduziert I Grubber	Reduziert II Fräse
<u>Vorfrucht</u>	KW		KW	Weizen (mit Untersaat M2) - Aufwuchs Untersaat bis Aussaat Gründüngung
<u>Gründüngung Frässaat am 15.8. 46kg/ha, Sätiefe:3-4cm</u>	-		Sonnenblumen (3kg/ha), Futtermais (15), Ackerbohnen (10), Phacelia(1), Alexandrinerklee (5), Erbsen (10), Rettich (1), Markstammkohl (1).	
<u>Bodenbearbeitung 1</u>		Fräse 5cm, 15.8.		
<u>Bodenbearbeitung 2</u>	Pflug, 25cm, 02.10.	Grubber 30cm, 30.8.		
<u>Saatbeetbereitung</u>	Frässaat	Kreiselegge 28.9.	Frässaat 5cm, 14.10.2017	
<u>Saatdatum</u>	14.10.2017			
<u>Saatmenge</u>	350 Körner / m ²			
<u>Pflege</u>				
<u>Umfang</u>	18 Aren			
<u>Saatbedingungen</u>	sonnig, optimal, Gründüngung etwas feucht			
<u>Parzellengröße</u>	150m ²			
<u>Unkraut/Schädlinge Bekämpfung</u>		Blacken- und Queckenkur		

Ernte

Die Bodenbedeckung mit der Untersaat zeigt sich am Standort Mönchaltorf am besten beim Verfahren Frässaat. Die Weizenbestände waren in diesem Verfahren etwas lückig, was sich auch im verminderten Ertrag zeigt. (siehe Abbildung 31)



Abbildung 32: Ertrag von Winterweizen in dt/ha (Standort Mönchaltorf 2018)



Die Erträge waren im Verfahren Pflug (41dt) am höchsten, dicht gefolgt vom Grubberverfahren (39dt). Bemerkenswert ist, dass diese Erträge ohne Düngung zur Vor- und Hauptkultur zustande gekommen sind! Das Mulchfrässaatverfahren hatte mit 28dt/ha den klar geringsten Ertrag. In allen Verfahren brachte Wiwa mehr Ertrag als

Lorenzo. Am grössten war der Unterschied im Grubberverfahren (17%) gefolgt vom Pflug- (14%) und dem Mulchsaatverfahren (10%)

Neben dem oben erwähnten Druck der Untersaat auf die Beschattung und Konkurrenz, könnten auch die unterschiedlichen Vorkulturen noch einen Einfluss auf den Ertrag haben. Während für Pflug- und Grubberverfahren eine mehrjährige Kunstwiese viel Stickstoff freisetzen konnte, wurde für das reduzierte Verfahren nach einer Weizen/Untersaat Mischkultur eine 2 monatige Gründüngung angesät, welche in dieser kurzen Vegetationsperiode nicht an die Stickstofffixierungsleistung einer mehrjährigen Kunstwiese kommt. Diese Ungleichbehandlung wird nächstes Jahr aufgehoben; dann werden alle drei Verfahren die gleichen Voraussetzungen haben.

	
<p>Abbildung 33: Mulchfrässaatverfahren (Standort Mönchaltorf 2018)</p>	<p>Abbildung 34: Auflaufender Weizen (Standort Mönchaltorf 2018)</p>

5.7 Praxisversuche und Maschinendemo in der Westschweiz

5.7.1 Maschinenvorführung

2018 wurden in Senarclens VD (in der Nähe von Cossonay VD) auf dem viehlosen Biobetrieb von Damien Poget drei Versuche angelegt. Diese Versuche dienten auch als Grundlage für eine grosse Veranstaltung zum Thema Bodenbearbeitung in der Westschweiz. Zusammen mit der Swiss no till wurde der Tag der konservierenden Landwirtschaft (journée „ABC“) am 28.08.2018 bei guten Verhältnissen durchgeführt. Der Besucherandrang war gross, es kamen 400-500 Landwirte. Ein grosser Teil davon waren konventionelle Landwirte, die am Biolandbau interessiert sind. Auch von Seiten Beratung und Forschung war das Interesse an dieser Tagung grosse. Der Höhepunkt bildete jeweils die Maschinenvorführung.



Abb. 35: Tag der konservierenden Landwirtschaft, Senarclens VD, 28.08.2018

Auf einer Parzelle mit einer Kunstwiese (= reiner Luzernebestand) wurde eine Maschinendemonstration angelegt. Es ging darum, die Kunstwiese sehr oberflächlich umzubrechen. Die eingesetzten Geräte und deren Wirkung sind in der Abbildung 36 beschrieben.

Abb. 36: Umbruch von einem reinen Luzernebestand mit verschiedenen Maschinen, Ergebnisse pro Maschine

Verfahren N r	Maschine	Ergebnis
7	Kreiselegge mit (durch Alphatec) modifizierten Zinken (160 PS)	Die Luzerne ist vollständig zerstört , ca. 1-2 cm unterhalb den Wurzelknoten skalpiert. Sehr wenig gerührte Erde, max. 3-5 cm, aber sehr viel Feinerde an der Oberfläche. Die Luzerne ist leicht vergraben. Sichtbarer Glättungseffekt, hoher Motorleistungsbedarf.
6	Fräse Alpego (160 PS)	Die Luzerne ist vollständig zerstört , ca. 1-2 cm unterhalb den Wurzelknoten skalpiert. Sehr wenig gerührte Erde, max. 3-5 cm, aber sehr feine Erde auf der Oberfläche. Die Luzerne wird massiv mit Erde bedeckt, sichtbarer Glättungseffekt.
5	Präzisionsgrubber Kerner Corona (20.08) + Schälplflug (28.08) 100 PS	Mittelmässig: In sehr trockenen Bedingungen ist der Schälplflug teilweise nicht genug tief in den Boden eingedrungen, hat kleine unerwünschte Bodenwellen gemacht.

4	Federzinkenegge Saphir, zwei Durchgänge (100 PS)	Unbefriedigend: Auf einer 3 Jahre alten Luzerne bei trockenen Bedingungen ist die Saphir zu leicht, die Zinken blieben wirkungslos. Die Luzerne wird überhaupt nicht skalpiert.
3	Präzisionsgrubber Kerner Corona (skalpierende Zinken) (150 PS)	Sehr gut: die Luzerne wird 2 bis 4 cm unterhalb dem Wurzelknoten über die gesamte Breite der Maschine bis zu einer Tiefe von 5-6 cm skalpiert. Sehr wenig Erde gerührt, 70-80% der geschnittenen Luzerne auf der Oberfläche
2	Präzisionsgrubber Kerner Corona (Zinken im Grubberstil) (150 PS)	Mittelmässig bis schlecht: die Maschine muss mindestens 7-8 cm tief arbeiten um einen zufriedenstellenden Scalping-Effekt zu erzielen. Zu viel Erde bewegt, Luzerne abgedeckt.
1	Präzisionsgrubber Treffler (100 PS)	Sehr gut: die Luzerne wird 1 bis 2 cm unterhalb dem Wurzelknoten über die gesamte Breite der Maschine, d.h. bis zu einer Tiefe von 4-5 cm, skalpiert. Die ganze Luzerne liegt an der Oberfläche des Bodens und trocknet an der Sonne aus.



Abb. 37: Der Präzisionsgrubber Kerner Corona hat so effizient wie der Treffler gearbeitet. Senarclens VD, 20.08.2018.



Abb. 38: Seine breiten Zinken überlappen sich genug, sodass die ganze Luzerne regelmässig skalpiert wird. Senarclens VD, 20.08.2018.



Abb. 39: Die Präzisionsgrubber sollten die Luzernewurzeln 2-4 cm unterhalb dem Wurzelknoten schneiden.
Senarclens VD, 20.08.2018.



Abb. 40: Die abgeschnittenen Luzernepflanzen liegen auf dem Boden und können an der Sonne trocknen.
Senarclens VD, 20.08.2018.

5.7.2 Versuche zur reduzierten Bodenbearbeitung in Mais

Nach der Getreideernte im Sommer 2017 wurde eine leguminosenreiche Gründüngung mit Ackerbohnen, Futtererbse und Wintergerste gesät. Ein Teil der Fläche wurde ohne Wintergerste, nur mit Leguminosen angesät.

Auf einer Teilfläche wurde im Oktober 2017 eine Direktsaat mit zwei verschiedenen überwinterten Gründüngungen gemacht. Die Absicht war, auf dieser Teilfläche im Mais 2018 den Mais direkt in diese Gründüngung zu säen. Die Leguminosen der überwinterten Gründüngungen litten am zu nassen Winter, der Auflauf war relativ schwach und das Feld verunkrautete in Folge der schlechten Bodendeckung relativ stark. Wegen dem Hagel im Weizen im Frühjahr 2017 gab es viel Ausfallweizen wegen dem Hagel im Weizen im Frühjahr 2017 und der reduzierten Bodenbearbeitung nach der Getreideernte. Aus diesen Gründen wurde auf die Direktsaat von Mais verzichtet. Ab April 2018 wurden auf der ganzen Fläche verschiedene Bodenbearbeitungsverfahren angelegt.

Abb. 41: Verfahren reduzierter Bodenbearbeitung vor der Maisaussaat, Senarclens VD, 2018

Verfahren	1	2	3	4	5
17 bis 20.04.2018	Strip-till	Präzisionsgrubber	Grossfederzinkenegge	Scheibenegge	Präzisionsgrubber
01 bis 03.05.2018	Präzisionsgrubber (2 x)	Schälflug, dann Walze	Grossfederzinkenegge	Grossfederzinkenegge	Präzisionsgrubber

07.08.2018	Spaten-rollegge	Spatenrollegge (2 x)	Grossfederzinkenegge	Grossfederzinkenegge	Spatenrollegge
------------	-----------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------

Die Wetterbedingungen für die Bodenbearbeitung waren sehr gut, d.h. eher trocken. Am 08.05.2018 wurde der Mais gesät.

Abb. 42: Reduzierte Bodenbearbeitung vor der Maisaussaat, Ergebnisse pro Versuchsstreifen

Streifen Nr	Ergebnis
1	Das Ziel des (mit RTK gemachten) Striptill war, lockere Erde für die Maissamen vorzubereiten und die N-Mineralisierung im Boden in der Maisreihe anzukurbeln. Das „Striptill“ Verfahren gelang sehr gut. Danach wurde ganzflächig mit dem Präzisionsgrubber Treffler zweimal nacheinander bearbeitet. Die Erde war aber nach dem 2. Durchgang dieser Maschine zu fein geworden, was vielleicht einen höheren Aufgang von Unkrautsamen bewirkte als in den anderen Streifen.
2	Die zwei ersten Arbeitsdurchgänge sind gut gelungen. Nach dem Schälplflug-Durchgang hätte man aber diesen tonreichen Boden sofort walzen müssen, um die Schollen zu zerkleinern und die Bodenfeuchtigkeit zu konservieren. Erst nach 4 Tagen wurde dies gemacht, die Witterung war trocken und heiss, und die Schollen konnten nicht mehr verkleinert werden. Nach der Maisausaat lief der Mais im grobscholligen Boden sehr schlecht auf, die Anzahl Pflanzen waren um 70 % geringer als in den übrigen Versuchungsverfahren, aber es liefen anfänglich sehr wenig Unkräuter auf, was für den Maisstart positiv war. Die Ertragseinbusse wurde auf 85 % geschätzt.
3	Beim ersten Durchgang der Grossfeder-Zinkenegge (Saphir) schnitten die Gänsefusscharen den Boden nicht ganzflächig und vernichteten die Vegetation nicht genügend. In Hinsicht auf den 2. Durchgang wurden die Gänsefusscharen gegen breitere Scharen ausgewechselt. Damit wurde die Einstellung der Maschine verbessert. Nach den 3 Arbeitsgängen war der Boden perfekt.
4	Die Idee der Scheibenegge für den 1. Durchgang war die folgende: auf jedem Betrieb gibt es eine (meist billige) Scheibenegge, vielleicht könnte sie auch für die Vernichtung der Gründüngungen eingesetzt werden. Es zeigte sich aber, dass die eingesetzte Maschine (Monojoker) den Boden nicht richtig schnitt, dafür Wellen hinterliess mit einem schlechten Ergebnis. Im oberen Teil der Dämme war die Vegetation nicht vernichtet, und der Wellengrund war zu tief, etwa bei 12 oder 15 cm. Nach den 2 danach folgenden Bearbeitungsgängen mit der Grossfederzinkenegge war aber der Streifen bezüglich der Saat perfekt.
5	Mit dem Präzisionsgrubber Treffler wurde zweimal bearbeitet, das erste Mal in 4 cm Tiefe, das zweite Mal in 8 cm Tiefe. Das entspricht dem, was

für diese Maschine empfohlen wird. Die Bodenbearbeitung gelang perfekt. Gegenüber der Grossfederzinkenegge hat aber der Präzisionstreffler den Nachteil, dass er die geschälte Fläche mehr schmiert; aber er erlaubt eine präzisere Einstellung der Bearbeitungstiefe.

Ergebnisse:

- Es waren 3 bis 4 Arbeitsdurchgänge notwendig, um die abfrierende Gründung sowie die Unkräuter vollständig zu vernichten und das Saatbeet oberflächlich vorzubereiten. Bei der Maisaussaat war der Boden ganz unkrautfrei.
- Wegen dem sehr hohen, ungleichmässig verteilten Unkrautdruck, den anhaltenden Niederschlägen von der Maisaussaat bis zum 20.06.2018 war es nicht möglich, die Unkräuter im richtigen Moment zu regulieren. Am Schluss war es schwierig, Unterschiede zwischen den Streifen zu sehen.



Abb. 43: Arbeit der Federzinkenegge Saphir. Senarclens VD, 20.04.2018



Abb. 44: Strip-till in die überwinternden Gründung am 19.04.2018. (Der Mais wurde aber erst am 08.05.2018 gesät, nachdem die Gründung mit dem Treffler-Grubber ganzflächig vernichtet wurde). Senarclens VD, 19.04.2018

5.7.3 Versuch zur reduzierten Bodenbearbeitung vor Soja

Nach der Getreideernte im Sommer 2017 wurde eine vielfältige, leguminosenreiche Gründung (Ackerbohne, Futtererbse, Wintergerste, tiefer Leguminosenanteil) gesät. Auf einer Teilfläche wurde im Oktober 2017 eine Direktsaat mit einer überwinternden Gründung gemacht.

Es war geplant, im folgenden Mai auf dieser Teilfläche eine Soja-Direktsaat durchzuführen.

Die Leguminosen der überwinternden Gründüngung litten am zu nassen Winter und waren sehr schlecht aufgelaufen im April 2018. Das Feld verunkrautete stark. Insbesondere gab es viel Ausfallweizen wegen dem Hagel im Weizen im Frühjahr 2017 und der reduzierten Bodenbearbeitung nach der Getreideernte. Aus diesen Gründen wurde auf die Direktsaat von Soja verzichtet. Dafür wurden ab April 2018 auf der ganzen Fläche verschiedene Mulchsaaten (Abb. 45) angelegt.

Abb. 45: Verfahren reduzierter Bodenbearbeitung vor der Sojaaussaat, Senarclens VD, 2018

Verfahren	1	2	3	4
17 bis 20.04.2018	Federzinkenegge	Präzisionsgrubber	Präzisionsgrubber	Federzinkenegge
01 bis 03.05.2018	Präzisionsgrubber	Federzinkenegge	Präzisionsgrubber	Schälpflug
07.08.2018	Spatenrollegge			

Die Wetterbedingungen für die Bodenbearbeitung waren sehr gut, d.h. eher trocken. Am 08.05.2018 wurde der Soja gesät.

Tabelle 46: Reduzierte Bodenbearbeitung vor der Sojaaussaat, Ergebnisse pro Versuchsstreifen

Streifen Nr	Ergebnis	Handarbeitsbedarf für das Handjäten, in Std/ha
1	Beim ersten Durchgang der Federzinkenegge (Saphir) schnitten die Gänsefußscharen den Boden nicht ganzflächig und vernichteten das Unkraut nicht genügend. Daher wurde noch zusätzlich der Präzisionsgrubber Treffler eingesetzt. Das Resultat war zufriedenstellend.	92
2	Hier wurde umgekehrt vorgegangen: zuerst der Präzisionsgrubber Treffler, dann der Präzisionsgrubber Treffler, was auch sehr gut funktionierte.	86
3	Der Präzisionsgrubber Treffler wurde zweimal eingesetzt, was sehr gut funktionierte. Aber nur der	104

	<p>Einsatz von einem Präzisionsgrubber hat Nachteile:</p> <ul style="list-style-type: none"> -teure Maschine (im Vergleich zur Federzinkenegge); -fast zuviel Feinerde nach dem 2. Durchgang (wie auch im Mais); - die geschälte Fläche wird leicht verschmiert (wie auch im Mais). 	
4	<p>Wie auch im Mais, war hier die Idee, zuerst mit einer Maschine mit Gänsefußscharen das Unkraut zu 80 % zu vernichten, und danach das Saatbett mit einem Schälplflug fertig vorbereiten. Das gelang perfekt. Nach dem Durchgang des Schälplfluges gab es mehr als genügend Feinerde, sodass auf den Durchgang der Spatenrollegge (wie auf den Streifen 1 bis 3) verzichtet werden konnte. Nach der Sojaaussaat war die Bodenoberfläche aber sehr uneben.</p>	42

Ergebnisse:

- 2 bis 3 Arbeitsdurchgänge waren notwendig, um die abfrierende Gründüngung zu vernichten und das Saatbeet oberflächlich vorzubereiten.
- Der Handarbeitsaufwand für das Handjäten war etwa gleich für die drei ersten Streifen und viel gering für den 4. Streifen, was sich in Hinsicht auf die Bedingungen nach der Sojaaussaat (= sehr nass bis zum 20. Juni) als sehr nützlich erwies.



Abb. 47: Einsatz einer alten Spatenrollegge anstelle einer Kreiselegge für die letzte Bodenbearbeitung vor der Saat von Soja oder Mais. Senarclens VD, 07.05.2018.










Abb. 48: Links: Soja im Streifen 3 (2 x Treffler-Grubber und 1 x Spatenrollegge): rechts: Soja im Streifen 4 (Federzinkenegge, danach Schälplflug), er ist kräftiger als der Soja links. Senarclens VD, 06.07.2018.

5.8 Maschinenvorführung zur Einarbeitung von Gründungen in Birr

Es gibt heutzutage viele Maschinen und Maschinenkombinationen, die es erlauben, den Boden oberflächlich zu bearbeiten und die Anzahl Arbeitsgänge tief zu halten. Die richtige Einstellung der Maschinen ist entscheidend für den Erfolg. Bei zapfwellengetriebenen Geräten muss die Drehzahl beachtet werden. Besonders wichtig ist dies bei Fräsen, welche momentan einen richtigen Aufschwung im Bioackerbau erleben. Grund dafür ist, dass viele Ackerbauern die Bodenfruchtbarkeit über mehr Gründungen verbessern wollen. Mit zapfwellengetriebenen Geräten kann die Gründung vor der Saat eingearbeitet werden. Es existieren kombinierte Geräte mit Sämaschinen, die es erlauben in einem Arbeitsgang die Gründung zu fräsen und gleichzeitig die Hauptkultur auszusäen.

Fräsen mit ihren Winkelmesser können bei hoher Drehzahl oder feuchten Verhältnissen den Boden verschlämmen oder Wurzelunkräuter durch Zerstückelung vermehren. Bei richtiger Einstellung, d.h. angepasster Drehzahl und nur oberflächiger Bearbeitung kann das Ergebnis aber sehr gut sein. Eine andere Möglichkeit ist die Saat in drei verschiedenen, zeitlich gestaffelten Durchgänge anzulegen. Dann muss der Bestand zuerst mit einem Mulchgerät oder einer Messerwalze zerkleinert werden, dann folgen die Bodenbearbeitung mit einem gezogenen Gerät und schlussendlich noch die Saat. All diese Möglichkeiten wurden an der Maschinenvorführung in Birr vor ca. 80 Biobauern vorgestellt.



FiBL		fondation sur la croix Projekte Landwirtschaft		BIOSUISSE		LIEBEGG	
Maschinendemo zur Einarbeitung von Gründungen 2018							
Hersteller	Lunde Maskincenter Däne	Rath	Celli	Hovard	Kuhn	Kerner	
Modell	BioRotor 3m	Geohobel	T 190	R500-305	EL 122/300	X-Cut	Helix
Kontaktperson	Bernhard Kappeler	Ueli Zemp	Urs Heller	M. Nussbaum	Christian Wittmer	Joel Petermann	
Email	info@kappeler-lohnunternehmen.ch	geohobelschweiz@hotmail.com	info@hbl-technik.ch	info@hm-maschinen.ch			
Website	www.kappeler-lohnunternehmen.ch	http://www.rath-maschinen.com/de/	https://www.hbl-technik.ch	https://hm-maschinen.ch	http://www.kuhnco-nterschweiz.ch/	www.alphatec-sa.ch	
Telefon	031 819 35 73	079 266 56 10	052 740 21 30	052 305 42 42	079 215 53 40		
Funktionsart	Zinkenrotor	rotierende Hauen	Fräse mit Winkelmesser	Fräse mit Winkelmesser	Fräse mit Winkelmesser	Messerwalze	Kurzschneibenegge
Arbeitsbreite	3m	2.3 m	305	255 / 305	300 cm	300	300
Gesamtbreite	3.4m	2,9	3.28 m	284 / 334	325	300	300
Kraftbedarf							
Zugfahrzeug	100 Ps	ab 80 Ps	100 Ps	ab 70 Ps / 80 Ps	75 Ps		100 Ps
Flächenleistung		ca. 1 ha/h	ca. 1h/ha		ca. 1 ha/h		2 ha/7 h
Gewicht	2200 kg	1400 kg	1400 kg	700 kg / 950 kg	1105 kg	1500 kg	2300 kg
Preis	37 000 Fr.	23 700 Fr.	17 800 Fr.	13 500 Fr.	ab 12 000 Fr	10 500 Fr	18 000 Fr
Aufrüstung von Sätechnik	nein	Ja	Ja	ja	ja		nein
Preis für Sätechnik	-	9000 - 20000 Fr.		ab 3500 Fr.	ab 5000 Fr		
							

Die Maschinen wurden in einem Luzernebestand getestet, der wegen der Trockenheit erst anfangs August angesät werden konnte. Da die Grünmasse nicht so gross war, haben auch die gezogenen Geräte gut abgeschnitten. Positiv aufgefallen ist der Geohobel, der die Gründüngung sehr gut einarbeitete und in einem Durchgang ein sauberes Saatbett für die folgenden Striegeldurchgänge hinterliess. Die Flächenleistung ist bei allen zapfwellengetriebenen Geräten nicht so hoch wie bei den Scheibenegge oder Federzahnegge. Diese sind im Verhältnis günstiger, denn sie haben den geringeren Energiebedarf und eine höhere Flächenleistung. Sehr gut hat die Kurzscheibenegge Kerner und der Grüttler vom Betrieb Neuhof abgeschnitten. Mit diesen Geräten konnte fast der gleiche Effekt erzielt werden wie mit einer Fräse. Die Geschwindigkeit und die Flächenleistung waren aber bedeutend höher, das Saatbett dafür etwas grobscholliger und die Gründüngung war nicht so gut eingearbeitet und weniger zerstückelt. Für Getreide spielt das aber keine Rolle, im Gegenteil darf das Saatbett nicht zu fein sein.

5.9 Windenversuch in Frick

Einleitung

Winden (*Convolvulus* spp.) sind Wurzelunkräuter, die schwierig zu regulieren sind. Die ausdauernden Rhizome bilden jährlich neue Triebe und können sich von ihren stationären „Nestern“ im Laufe der Zeit ausbreiten und überhandnehmen. Wurzelunkräuter stellen ein grosses Hemmnis in der Umsetzung der reduzierten Bodenbearbeitung dar. Es werden daher Massnahmen gesucht, die zwar bodenschonender arbeiten als der Pflug, Wurzelunkräuter (in diesem Fall Winden) jedoch besser regulieren. Ein weiteres Hemmnis zur Umstellung vom Pflug auf eine reduzierte Bearbeitung ist die Nährstoffversorgung von Winterkulturen im Frühjahr (Mäder und Berner, 2012). Gepflügte Böden erwärmen gerade in feuchtkalten Jahren schneller und stimulieren die Mineralisierung. Die fehlende Stickstoffverfügbarkeit in reduziert bearbeiteten Böden wurde oft beobachtet.

	
<p>Abbildung 49: Verfahren Mulchsaat mit Lemken (Standort Frick 2018)</p>	<p>Abbildung 50: Pflugverfahren (Standort Frick 2018)</p>

Sie wirkt sich in Mindererträgen in reduzierten im Vergleich zum gepflügten System aus. Auch hier könnte eine Lockerung der dichtgelagerten Böden im reduzierten System Abhilfe schaffen. Eine tiefer gehende Lockerung reduziert bearbeiteter Böden könnte daher auf mehreren Ebenen Vorteile bringen.

Versuchsaufbau

Der einjährige Versuch in einer Dinkelkultur (Sorte «Titan») wurde auf einem Feld des FiBL-Hofes in Frick im Herbst 2017 angelegt und im Sommer 2018 geerntet. Das stark mit Beikräutern und Winden belastete Feld wurde mehr als fünf Jahren mit nichtwendenden Maschinen flach, also reduziert bearbeitet (Pflugeinsatz nur zum Wiesenumbruch). Es wurden 6 x 40 m grosse Parzellen mit 4 Bodenbearbeitungsverfahren und 3 Feldwiederholungen angelegt (siehe Abbildung 51).

Die Verfahren umfassen:

INVs wendend mit Pflug, 18 cm

INVd wendend mit Pflug, 28 cm

NONs nichtwendend mit Grubber «Weco-Dyn», 10 cm

NONd nichtwendend mit Grubber «Weco-Dyn» (10 cm) und Frontgrubber «Löwenzahn» (30 cm)

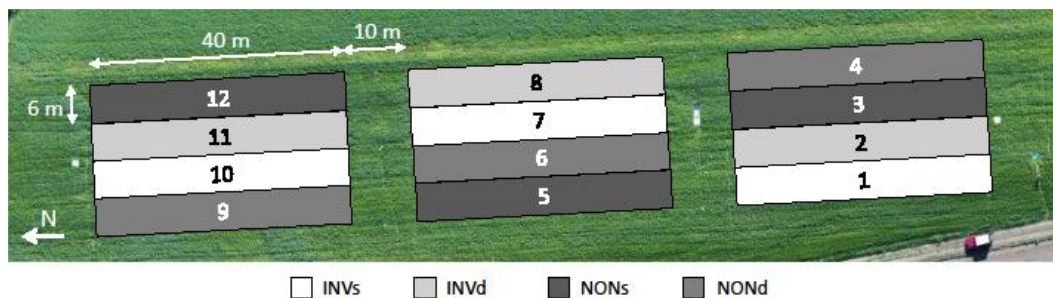


Abbildung 51: Versuchsanordnung Windenversuch (Standort Frick 2018)

Resultate

In den Anfangsstadien waren die Verunkrautung und die Nährstoffversorgung in den nichtwendenden Verfahren besser. Dieser Vorsprung konnte jedoch nicht in einem erhöhten Ertrag umgesetzt werden. Im Gegenteil, die Unterdrückung von Problemunkräutern wie Winden war zum Ende der Saison hin in diesem einjährigen Versuch bei gleichem Ertrag in den gepflügten Verfahren besser. Dabei war die Pflugtiefe nicht entscheidend. Die tiefe Lockerung im nichtwendenden Verfahren hatte keinen Einfluss auf die gemessenen Parameter im Vergleich zum flachen nichtwendenden Verfahren. Die Vorteile einer Bodenlockerung zeigen sich möglicherweise in den Folgejahren. Der strategische Pflugeinsatz kann daher in Feldern, die sonst nichtwendend bearbeitet werden zur Regulierung von Winden eingesetzt werden. Eine kontinuierliche nichtwendende und flache Bearbeitung ist aus Sicht der

Pflanzenernährung und der Beikrautentwicklung auf diesem Schlag weniger empfehlenswert. Die längerfristige Entwicklung hinsichtlich der Beikräuter bleibt abzuwarten.

Weitere Details sind im Anhang im Bericht „Wirkung differenzierter Bodenbearbeitung auf die Beikrautregulierung und Stickstoffversorgung von Dinkel“ zu finden. Diese Arbeit ist separat aufgeführt, da sie der Abschlussbericht einer Masterarbeit von Christoph Hofstetter an der ETH ist.

5.10 Versuch CTF (controlled traffic farming)

Mit permanenten Fahrspuren kann der Bodendruck an einem Ort konzentriert werden. Die übrige Fläche wird dafür nicht befahren. Ergebnisse aus Deutschland sind vielversprechend. Auf den unbefahrenen Flächen ist die Durchwurzelung viel intensiver. In der Schweiz ist das System bisher nur auf wenigen konventionellen Betrieben in Prüfung. Der Biobetrieb Schär aus Hagenwil bewirtschaftet als erster Bioackerbau in der Schweiz seine ganze Ackerfläche mit 18 m breiten Streifen. Er hat sein Land so eingeteilt, dass die Streifen jeweils auf beiden Seiten mit einem 3 m breiten Servicestreifen (=Grünstreifen) gesäumt sind. Von diesen Grünstreifen aus wird beispielsweise Gülle geführt ohne den Ackerboden zu verdichten. Auf den 18 m breiten Streifen sind 12 virtuelle Spuren à 1.5 m vorgesehen. Je nach Breite der verwendeten Maschine wird die passende Spur verwendet. Der Gründüngungsstreifen wandert jedes Jahr 3 m., sodass nach 6 Jahren die ganze Fläche begrünt war und so die Richtlinien bezüglich Fruchtfolge eingehalten werden.



Abbildung 52: Streifenanbau mit 3 m breiten begrüntem „Servicestreifen“ (Standort Hagenbuch 2018)

In diesem Projekt werden die Erfahrungen mit diesem System gesammelt und evaluiert. Als Kontrollgrößen dienen die ursprünglichen Erträge vor der Umstellung auf CTF.

6. Diskussion der Resultate

Die Versuche von diesem Jahr bestätigen die bisherigen Ergebnisse:

Pflugverfahren

- Es ist ein Verfahren mit relativ grosser Anbausicherheit, der nackte Boden erwärmt sich am schnellsten, was auch die Mineralisierung anregt (Humusabbau!).
- Die Beikrautregulierung ist einfach und problemlos durchführbar, da es keine Rückstände auf der Oberfläche hat, welche den Striegel oder die Hacke verstopfen.
- Die Verunkrautung war in diesem Jahr nicht über alle Standorte am geringsten.

Mulchsaatverfahren allgemein

- Die Möglichkeiten bei den Mulchsaatverfahren sind sehr vielfältig. Mulchsaat ist in Schweiz ein weiter Begriff. Eigentlich müsste 30 % der Oberfläche begrünt sein bei der Saat. Bisher gelten auch Saaten in Getreidestoppeln als Mulchsaat. Nicht an jedem Standort stellt man bei der Mulchsaat im Vergleich zum Pflugverfahren einen höheren Beikrautdruck fest
- Neu waren dieses Jahr die Versuche mit verschiedenen Gründüngungen und deren Einarbeitung mit verschiedenen Maschinen. Die Einarbeitung der Gründüngung ist heute mit verschiedenen Fräsen oder dem Geohobel in einem Durchgang inkl. säen machbar. Die Kombination mit einer dicht wachsenden Gründüngung wird in Zukunft noch wichtiger. Gründüngungen und eine Fruchtfolge mit hohem Anteil an Grünmaterial sind der Schlüssel zur Verbesserung der Bodenfruchtbarkeit oder zum Aufbau des Humus.
- Abfrierende Gründüngungen können im Frühjahr gut eingearbeitet werden und stellen bei der Beikrautregulierung keine grösseren Probleme dar. Bei einer zu späten Saat (z.Bsp.) Mais kann der Boden unter der abgestorbenen Gründüngung schon wieder schön begrünt sein.
- Bei überwinterten Gründüngungen und vielen Ernterückständen kann die Beikrautregulierung mit dem Hackgerät erschwert und weniger effizient sein. Um dieses Problem zu entschärfen müssen eher Rollhacken statt Hacken mit Gänsefusscharen eingesetzt werden.

Mulchsaat mit Tiefenlockerung (Löwenzahn)

- Auf leichten bis mittelschweren Böden sind in diesem Jahr zwischen dem Pflugverfahren und den Mulchsaatverfahren mit und ohne Tiefenlockerung keine Unterschiede feststellbar.
- Bei eher schwereren Böden bietet die Tiefenlockerung mit dem Löwenzahn Vorteile gegenüber einer Mulchsaat ohne Tiefenlockerung und kann ertragsmässig mit dem Pflugverfahren mithalten.
- Die Tiefenlockerung mit dem Löwenzahn ermöglicht die Luftzufuhr auf Pflugsohlentiefe ohne den Boden ganzflächig zu wenden.

Direktsaatverfahren

- In diesem Jahr konnte auf keinem der Betriebe ein Direktsaatverfahren angelegt werden.

CTF

- Das controlled traffic farming ist ein interessanter Ansatz für die Praxis, den es sich lohnt weiterzuverfolgen.

Windensversuch mit Drohnen

- Bei der Unkrautregulierung von Wurzelunkräutern hat der Pflug eine besondere Stellung. Richtig angewendet, kann er helfen Wurzelunkräuter wie Winden zu unterdrücken.
- Im Bioanbau macht der Einsatz der Drohnen zur Bonitur von Wurzelunkräutern Sinn. Von blossen Auge ist es nicht möglich, die Verunkrautung mit Wurzelunkräutern abzuschätzen. Durch diese Methode haben wir endlich ein Instrument, das eine Ab- oder Zunahme der Problemunkräuter über die Jahre erkennen kann und die mit der angewandten Bodenbearbeitung kombinieren kann. Nehmen die Wurzelunkräuter tendenziell zu, dann haben wir ein Problem oder etwas ist falsch eingestellt. Es kann korrigiert und die Maschinen besser eingestellt werden. Die Methodik muss noch verbessert werden. Der Knackpunkt scheint die Bildverarbeitung zu sein. Bisher ist uns kein Institut bekannt, das an dieser Problematik arbeitet.

Maschinenvorfürungen

- Durch Maschinenvorfürungen können sehr viele Landwirte angezogen werden. Dieser Magnet wird von uns genutzt, um das Interesse auf den Boden zu lenken und die Landwirte wieder zu motivieren, vermehrt in den Boden zu schauen und nicht nur den Boden von oben von der Traktorkabine aus zu betrachten.

7. Schlussfolgerungen

Insgesamt konnten die Versuchsergebnisse der vergangenen Jahre bestätigt werden. Neue Schwerpunkte wurden aufgenommen. Diese gilt es in den nächsten Jahren weiter zu verfolgen und zu optimieren. Ein grosses Potential wird noch in der Mulchsaat gesehen, da erst ca. 25 % der Biobauern mehr oder weniger regelmässig bei gewissen Kulturen auf den Pflug verzichten. Die vorliegenden Versuche helfen die Anbausicherheit zu erhöhen und das bestehende Mulchsaatverfahren noch weiter zu verbessern. Damit gewinnt es an Sicherheit, was wiederum dazu führt, dass es breiter eingesetzt wird. Die Frage der Tiefenlockerung wurde dieses Jahr das erste Mal bearbeitet: bei eher schwereren Böden ist die Tiefenlockerung mit dem Löwenzahn eine gute Alternative zum Pflugverfahren. Die Bearbeitung mit dem Löwenzahn ermöglicht die Luftzufuhr auf Pflugsohlentiefe ohne den Boden ganzflächig zu wenden. Die Vorteile der Mulchsaat gegenüber der Pflugfurche bleiben bestehen. Interessant zeigte sich in diesem Jahr auch das Mulchsaatverfahren mit Flächenrotte in Bezug auf die Beikräuter wie auch auf den TS-Ertrag.

Ebenfalls grosses Potential bietet die Erkennung von Wurzelunkräutern mittels Drohnen in Kombination mit verschiedenen Bodenbearbeitungsverfahren. Mit diesem Instrument haben wir in Zukunft ein Mittel für die Erfolgskontrolle von getroffenen Massnahmen auf grösseren Streifen oder ganzen Parzellen. Ebenfalls erfolgsversprechend ist die CTF Technik, durch welche der Boden auf den Betrieben viel weniger verdichtet wird. Die Maschinenvorfürungen und der damit verbundene Erfahrungsaustausch sind sehr wichtig für die Etablierung und Verbreitung der neuen Systeme. Nächstes Jahr wird ein grösserer Umstellungsbetrieb wieder in die Direktsaat in Mais und Soja einsteigen. Dank unseren Erfahrungen aus dem vorliegenden Projekt können wir dem Betriebsleiter Hilfe bieten und einen Versuch auf einem relativ hohen Niveau anlegen. Ein wichtiger Teil dieses Projektes ist die aus den Versuchen gewonnene Erfahrung, die andere Betriebsleiter davor bewahrt, Fehler zu machen. Die Fragen, welche bisherige konventionelle Direktsaatlandwirte bei der Umstellung auf Bio haben, können dank diesem Projekt zumindest teilweise beantwortet werden.

Weitere Versuche sind notwendig, um die vielfältigen Möglichkeiten der Mulchsaat mit und ohne Tiefenlockerung, mit überwinterten oder abfrierenden Zwischenkulturen, mit Flächenrotte etc. im Biolandbau weiter zu optimieren und praxisreif zu machen. Es scheint uns auch wichtig, dass wir als unabhängiges Institut die Plattform für Maschinendemonstrationen bieten, damit sich die landwirtschaftlichen BetriebsleiterInnen und BeraterInnen über die neuste Technik und deren Entwicklung neutral informieren können.

8. Abweichungen zur Planung

Das Anlegen von Streifen mit dem Direktsaatverfahren ist anspruchsvoller als gedacht. Die Skepsis bei den Biobauern ist gross und die Bereitschaft bei risikoreicheren Verfahren wie Direktsaat tief. Für die verschiedenen Möglichkeiten der Mulchsaat lassen sich die Biobauern eher begeistern. Wir haben deshalb den Schwerpunkt auf die Weiterentwicklung der Mulchsaat gelegt.

Neue Verfahren wie CTF, Drohnenerkennung von Wurzelunkräutern in Kombination mit verschiedenen Bodenbearbeitungsformen, Einarbeitung von Gründüngern und das Tiefenlockern wurden in das Arbeitsprogramm aufgenommen. Dies aufgrund verschiedener Anstösse aus der Praxis, aber auch aus anderen Forschungsprojekten, die sich ideal mit Bodenbearbeitung kombinieren lassen. Dieses Projekt bildet die Dynamik ab, die im Bereich Bodenbearbeitung/Bodenfruchtbarkeit momentan herrscht.

9. Literatur

Alle Erfahrungen basieren auf eigenen Beobachtungen und Resultaten der Streifenanbauversuche. Es hat kein Literaturstudium stattgefunden. Das Projekt ist sehr praxisbezogen und zwischen Beratung und Forschung angesiedelt.

10. Danksagung

Wir danken den folgenden Institutionen für ihre finanzielle Unterstützung:

- Stiftung SUR LA CROIX
- Bio Suisse, Michele Hostettler, KABB Beiträge zur reduzierte Bodenbearbeitung
- Kant. Fachstelle für Biolandbau, Martina Häfliger, Liebegg, Gränichen
- Zentralstelle für Biolandbau, Felix Zingg, Strickhof Lindau

Wir danken folgenden Bio-Betriebsleiter für ihre tatkräftige Unterstützung und das zur Verfügung stellen ihrer Parzellen:

- Moritz Sauter, Rümlang
- René Stefani, Reuenthal
- André Meyer, Büblikon
- Dani Böhler, Mellikon
- Andreas Huber, Oberembrach

- Matthias Hollenstein und Michael Locher, Mönchaltorf
- Damien Poget, Senarclens
- Alfred Schädeli, Frick
- Herbert Schär, Hagenbuch

11. Anhang

Folgender Detailbericht liegt bei:

- Windenversuch in Frick (Masterarbeit an der ETH von Christoph Hofstetter)