



SWISS FUTURE FARM



Jahresbericht 2021



Der Betrieb

Betriebsgrösse

81 ha landwirtschaftliche Nutzfläche

55 ha Ackerkulturen

20 ha Naturwiese

6 ha Biodiversitätsflächen

Milchviehstall

Rindviehbestand Tänikon:

65 Milchkühe

2/3 Braunvieh, 1/3 Red Holstein und Holstein

Haltung der Kühe:

Der Betrieb stellt die Versuchsställe für Versuche seitens Agroscope und der Swiss Future Farm zur Verfügung.

- Zwei Standorte mit Milchviehställen: Emissionsversuchsstall Waldegg & Milchviehstall Tänikon
- Kühe werden zweimal täglich mit einem 2x5-Fischgräten-Melkstand gemolken
- Freilaufstall mit permanent zugänglichem Laufhof

Aufzucht:

- Einzelhaltung in Iglus mit Auslauf
- Milch zur freien Verfügung
- Aufzuchtkälber verlassen den Betrieb nach 3 Wochen und verbringen die Zeit bis 4 Wochen vor der ersten Abkalbung auf zwei Partnerschaftsbetrieben und auf der Alp

Schweinestall

Anzahl Tiere:

60 Zuchtschweine

1 Eber

Anzahl Plätze:

120 Mastplätze

200 Aufzuchtspitze

18 Abferkelbuchten

Das Ziel

Die Swiss Future Farm macht moderne Precision-Farming-Technologien für eine nachhaltige und wettbewerbsfähige Landwirtschaft sichtbar, greifbar und verständlich:

- Praxisorientierte Feldversuche werden vor Ort durchgeführt und öffentlich vorgestellt.
- Digitales Farm-Management wird beispielhaft und praxisorientiert auf unserem Landwirtschaftsbetrieb umgesetzt.
- Forschungs- und Entwicklungsergebnisse werden im praktischen Einsatz angewendet.
- Innovatives Zusammenwirken von privaten Agrarunternehmen und öffentlicher Bildung und Beratung.
- Tänikon als Treffpunkt für die Landwirtschaft.

Die Partner



AGCO International GmbH

Führender Hersteller von Hightech-Lösungen für Landwirte.
Marken: Fendt, Challenger, GSI, Massey Ferguson, Valtra.



Arenenberg

Landwirtschaftliches Bildungs- und Beratungszentrum des Kantons Thurgau mit drei Schul- und Versuchsbetrieben.



GVS Agrar AG

Marktführender Importeur von Landtechnik in der Schweiz.
Import, Vertrieb und Service für alle AGCO-Marken.

Inhaltsverzeichnis

1	Versuche.....	5
1.1	Robotik-Aussaat-Versuch im Mais.....	5
1.2	Beikrautregulierungsstrategien im Silomais in der Übersicht: Herbizidreduziert, herbizidfrei und mit Herbizid.....	11
1.3	Tiefendüngungsversuch bei Raps in den Jahren 2020 und 2021	23
1.4	Ablagetiefe-Versuch bei Silomais.....	28
1.5	Mensch gegen Maschine: Ein Test des N-Tester Bluetooth und Yara Atfarm zur teilflächenspezifischen Düngung	34
1.6	Schardruck-Versuch bei Zuckerrüben 2019 - 2021	46
1.7	Flüssigdünger-Versuch bei Zuckerrüben 2019 - 2021	52
1.8	Ablagetiefe-Versuch bei Zuckerrüben 2019 - 2021	58
2	Projekte	64
2.1	Beratungsprojekt Smart-N.....	64
3	Öffentlichkeitsarbeit.....	65
3.1	Öffentliches Besucherprogramm auf der SFF	65
3.2	Flurbegehung am 24.06.2021	66
3.3	Innovationsforum Ernährungswirtschaft	67
4	Schulungen und Weiterbildung	68
4.1	Aktivitäten im Wissenstransfer	68
5	Links	70
5.1	Websites.....	70
5.2	Social Media.....	70
6	Impressum.....	71

1 Versuche

1.1 Robotik-Aussaat-Versuch im Mais

Kontakt

Nils Zehner, Swiss Future Farm, nils.zehner@agcocorp.com

Zielsetzung

Ziel dieses Versuchs war es, die agronomische Leistung einer Agrarroboter-Lösung am Beispiel der Maisaussaat mit dem elektrisch angetriebenen, autonomen Feldroboter Fendt Xaver Gen 3 (<https://www.fendt.com/de/2-fendt-xaver>) zu untersuchen und den Ertrag von Mais zu bewerten, der mit unterschiedlicher Ablagetiefe und Fahrzeugballastierung ausgesät wurde.

Versuchsaufbau:

Der Versuch wurde im Jahr 2021 auf der Swiss Future Farm als Streifenversuch durchgeführt. Die folgenden Ablagetiefen (und Fahrzeuggewichte) wurden getestet:

- 5.0 cm (230 kg)
- 5.0 cm (180 kg)
- 5.5 cm (180 kg)
- 4.5 cm (180 kg)

Alle Versuchsstreifen wurden am 10. Mai 2021 mit zwei synchron arbeitenden Fendt-Xaver-Robotern mit Precision-Planting-vSet-Saatgutdosierern und vDrive-Elektroantrieben als Teil der Säeinheit mit einer Saatstärke von 90'000 Körnern pro Hektar gesät.

Die Kulturführung auf der Versuchsfläche erfolgte nach der betriebsüblichen Praxis und mit konventionellen Traktoren und Anbaugeräten für die Herbizidausbringung (Banvel 4 S, 0.5 l/ha und Equip Power, 1.5 l/ha) und die Düngung (Harnstoff 46-0-0, 108 kg/ha).

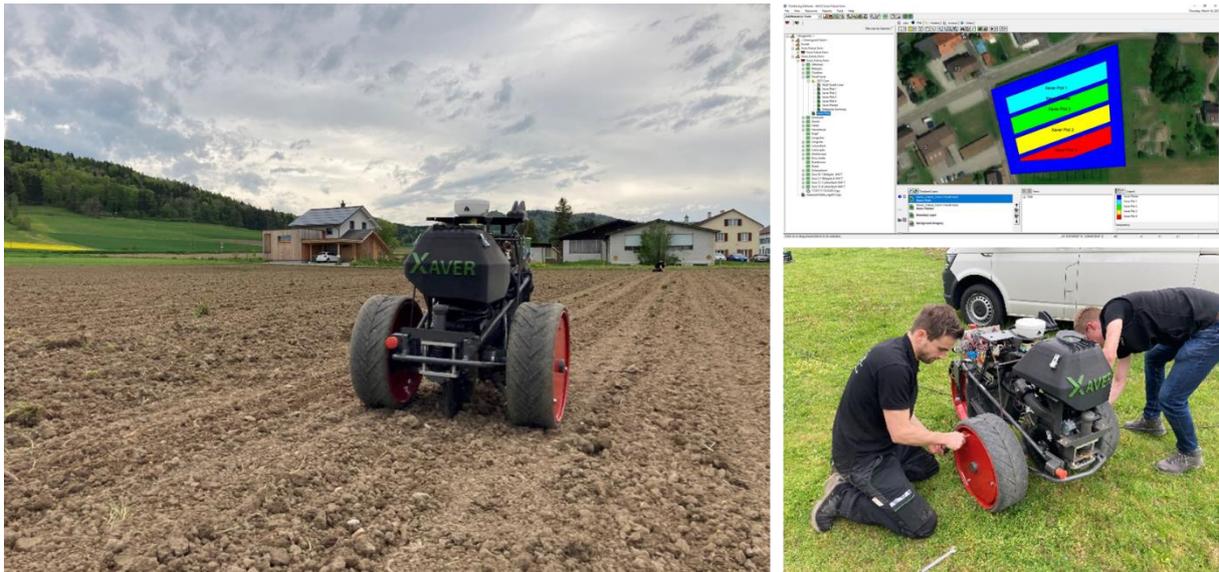


Abbildung 1: Fendt Xaver Gen 3-Feldroboter bei der Aussaat auf der Versuchsparzelle (links), Versuchsdesign und Parzellenplanung im FMIS (oben rechts), Montage von Radgewichten für die Fahrzeugballastierung (unten rechts).

Resultate

Für eine Ertragsschätzung wurde der Versuch am 24. September 2021 (137 Tage nach der Aussaat) auf einer Fläche von 1/1000 Hektar für jede Versuchsvariante von Hand geerntet. Der Mais aus dem Versuchsstreifen, der mit der Standard-Ablagetiefe für Mais (5.0 cm) und einem Fahrzeuggewicht von 180 kg gesät wurde, lieferte mit 11.1 t/ha den höchsten Kornertrag im Vergleich, während der Ertrag auf den Versuchsstreifen, auf denen mit einem höheren Fahrzeuggewicht (230 kg) und einer tieferen (5.5 cm) oder flacheren (4.5 cm) Ablagetiefe gesät wurde, mit 10.6 bis 10.8 t/ha etwas geringer ausfiel (Abbildung 2).

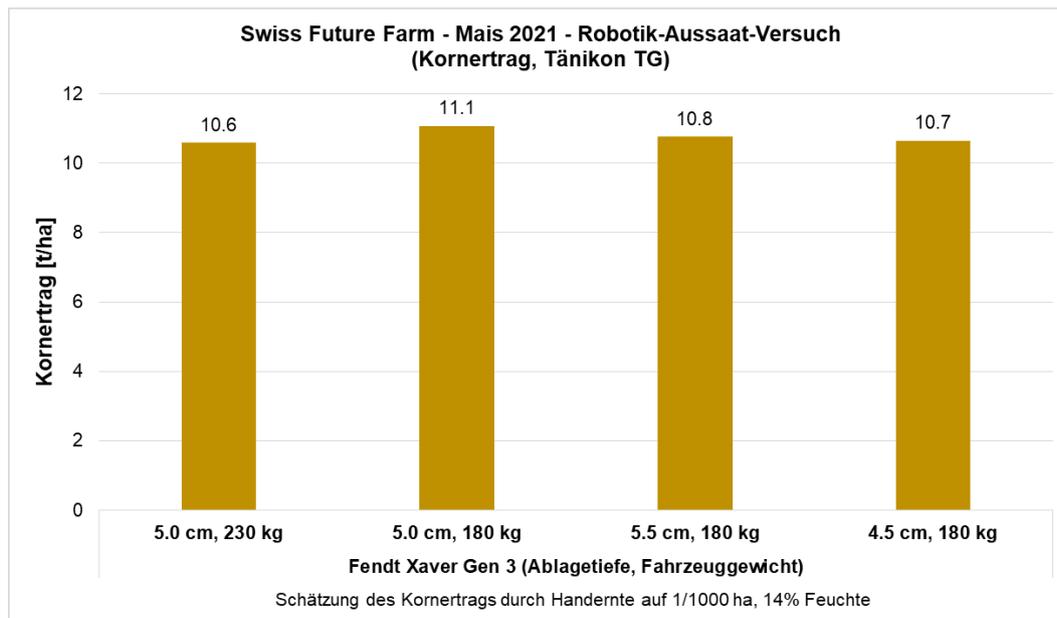


Abbildung 2: Ergebnisse der Schätzung des Kornertrags bei 14 % Kornfeuchte des Robotik-Aussaat-Versuchs (des Swiss Future Farm 2021) bei Mais.

Die Ertragsdifferenz zwischen den Einstellungen für die Ablagetiefe und dem Fahrzeuggewicht lag jedoch im Bereich von <5 %, und unter den ungünstigen lokalen Wetterbedingungen für Mais im Jahr 2021 wurde ein zufriedenstellendes Ertragsniveau erreicht, das mit dem lokalen durchschnittlichen Ertragsniveau bei Mais vergleichbar ist, der mit konventionellen Maschinen angebaut wird. Am Beispiel des Maisanbaus zeigen diese Ergebnisse, dass Feldroboterlösungen in der Lage sein können, agronomische Leistungen zu erbringen, die mit denen konventioneller Landmaschinen vergleichbar sind. In künftigen Versuchen muss die Leistung von Roboterlösungen für weitere Feldarbeiten während des gesamten Vegetationszyklus untersucht werden, einschliesslich Bodenbearbeitung, Kulturführung und Ernte.

Weitere Beobachtungen

Die Wachstumsstadien von Mais in den einzelnen Versuchsstreifen wurden im Bestand 54 Tage nach der Aussaat mit dem Precision Planting POGO Stick und der Research POGO App gemessen. Die Untersuchung der Jugendentwicklung zeigt, dass der Versuchsstreifen, der mit Standard-Ablagetiefe und höherem Fahrzeuggewicht (5.0 cm, 230 kg) gesät wurde, den höchsten Anteil an weiter entwickelten Maispflanzen im 8-Blatt-Stadium (V8) aufwies, während Mais, der mit geringerem Fahrzeuggewicht (180 kg) und tieferer (5.5 cm) bzw. flacherer (4.5 cm) Ablagetiefe gesät wurde, etwas weniger weit entwickelt war, wie der höhere Anteil an Pflanzen in den Wachstumsstadien V6 und V7 zeigt (Abbildung 3).

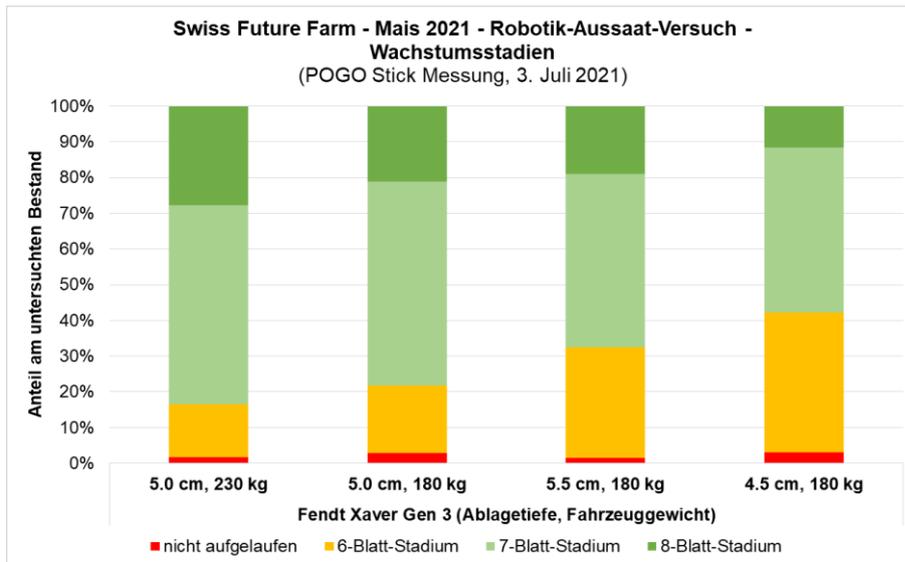


Abbildung 3: Bonitur der Pflanzenentwicklung des Robotik-Aussaat-Versuchs (Swiss Future Farm 2021) bei Mais (54 Tage nach Aussaat).

Kurz vor dem Erntetermin stellten wir eine zufriedenstellende Entwicklung des mit dem Fendt Xaver Gen 3-Feldroboter gesäten Maisbestands fest, die mit der erwarteten Pflanzenentwicklung bei Aussaat mit konventionellen Einzelkornsämaschinen vergleichbar ist (Abbildung 4).



Abbildung 4: Mit dem Fendt Xaver Gen 3-Feldroboter gesättes Maisfeld auf der Swiss Future Farm, aufgenommen kurz vor der Ernte am 25. September 2021.

Empfehlungen und technische Lösungen

- Precision Planting vSet™-Saatgutdosierer und vDrive™-Elektroantriebe ermöglichen eine gleichbleibend hohe Genauigkeit bei Vereinzlung und Kornabstand.
- Der Precision Planting POGO-Stick und die Research POGO-App ermöglichen digitalisierte Bonituren des Pflanzenbestands und eine Bewertung der Sämaschinenleistung.



Abbildung 5: Precision Planting vSet-Saatgutdosierer (oben links), Precision Planting vDrive-Elektroantrieb (unten links), Precision Planting POGO-Stick (oben rechts) und Research POGO-App (unten rechts) für Messungen im Pflanzenbestand.

Ökonomische Betrachtung

Der höchste Erlös wurde mit Mais erzielt, der bei einer Standard-Ablagetiefe von 5.0 cm und einem Fahrzeuggewicht von 180 kg gesät wurde (4042 CHF/ha), dies sind 177 CHF/ha mehr Erlös als beim niedrigsten Ertragsniveau im Vergleich mit 5.0 cm Pflanztiefe und 230 kg Fahrzeuggewicht (Abbildung 6).

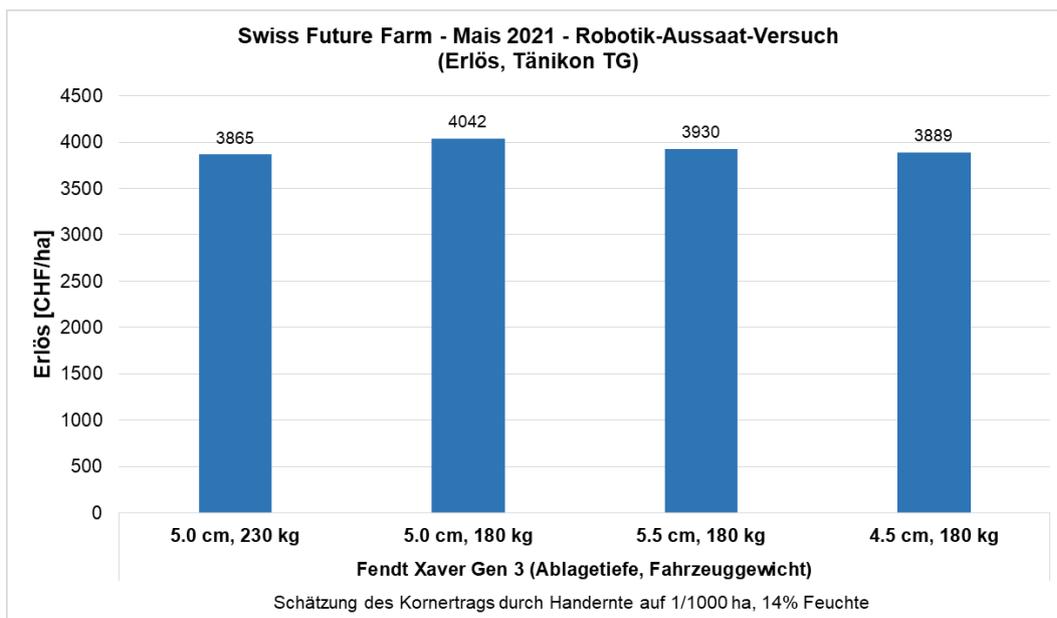


Abbildung 6: Erlöse des Robotik-Aussaat-Versuchs (Swiss Future Farm 2021) bei Mais.

Die Annahmen für die ökonomische Betrachtung beruhen auf dem Grundpreis für Körnermais von 365.00 CHF/t bei 14 % Feuchte (swiss granum 2021) exklusive Kosten für Ernte, Transport und Trocknung.

Versuchsübersicht

	Swiss Future Farm – Mais 2021 – Robotik-Aussaat-Versuch Nils Zehner, AGCO Agronomy and Farm Solutions Team, nils.zehner@agcocorp.com			
VERSUCHSÜBERSICHT		Standort (Kanton) Swiss Future Farm (TG)		Ertragssteigerung NA
		Kultur & Jahr Mais 2021		Einsparungen NA
		Thema Robotik & Autonomie		Effizienzsteigerung NA
		Technologie Fendt Xaver Gen 3		Mehrerlös NA

1.2 Beikrautregulierungsstrategien im Silomais in der Übersicht: Herbizidreduziert, herbizidfrei und mit Herbizid

Kontakt

Florian Abt, Swiss Future Farm, florian.abt@tg.ch

Versuchsziel

Das Ziel dieses Versuchs ist die Gegenüberstellung von mechanischen, herbizidreduzierten und chemischen Beikrautregulierungsmassnahmen im Silomais in praxisnahen, 15 m breiten Versuchsstreifen. Der Versuch dient als wichtiges Anschauungsmaterial für Betriebe, die eine herbizidreduzierte oder herbizidlose Pflege im Silomais bereits praktizieren oder sich zu diesem Thema informieren möchten. Nebst den beobachtbaren Effekten der Massnahmen im Feld werden auch die Kosten der einzelnen Verfahren direkt gegenübergestellt. Der Versuch wurde im Jahr 2020 zum ersten Mal durchgeführt. Aufgrund der Erfahrungen aus dem letzten Jahr wurden die Versuchsstreifen angepasst.

Versuchsanordnung

Der Versuch wurde auf der Fläche Mühlewiese durchgeführt, die sich durch eine geringe Heterogenität auszeichnet. Die Fläche weist vor allem auf der Westseite Kupierungen auf, weshalb die Striegelvarianten im östlichen Teil angeordnet wurden. Als Vorkultur stand eine mehrjährige Naturwiese auf der Fläche. Bei der gesäten Silomaisorte handelt es sich um KWS Amaroc mit Saatstärke 90'000 Pfl./ha.

Abbildung 7 zeigt die Einteilung der 15 m breiten und 70 m langen Versuchsstreifen.

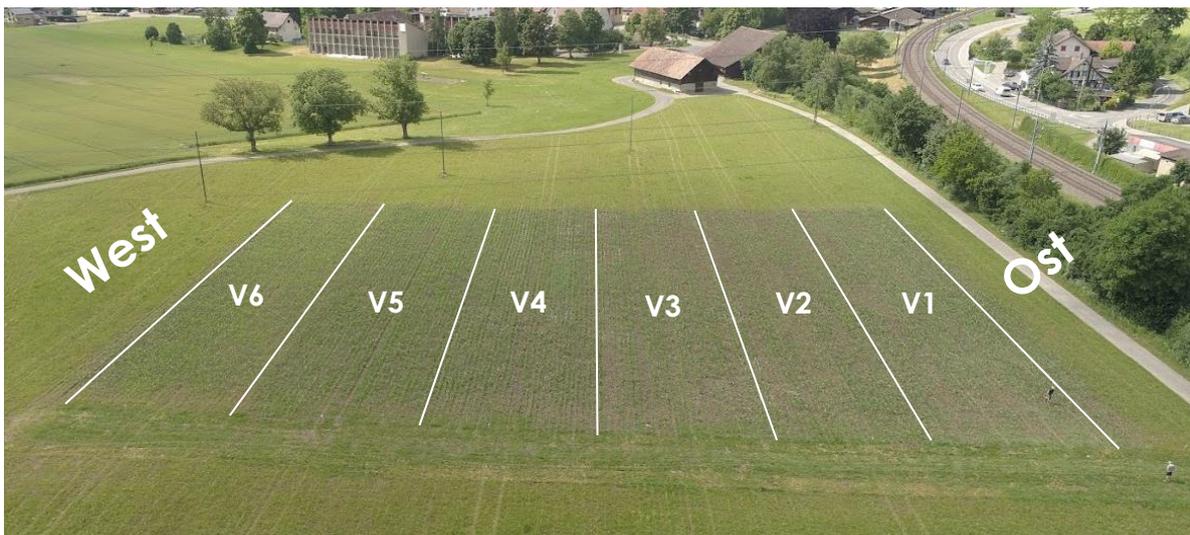


Abbildung 7: Anordnung der Verfahren auf der Fläche Mühlewiese.

Tabelle 1: Beikrautregulierungsmassnahmen pro Verfahren.

Verfahren	Blindstriegeln	Striegeln	Hacken	Herbizid	Band-spritzung	Untersaat
V1	Geplant, aber nicht durchgeführt	2x				
V2	Geplant, aber nicht durchgeführt	1x	1x			
V3	Geplant, aber nicht durchgeführt	1x	1x			
V4			1x		1x	
V5	Geplant, aber nicht durchgeführt	1x				1x
V6				1x		

In Tabelle 1 sind die Beikrautregulierungsmassnahmen pro Versuchsparzelle aufgelistet.

Tabelle 2: Feldkalender für die Fläche Mühlewiese.

Datum	Massnahme
10. Mai 2021	Güllen (36.8 m ³ /ha Rindergülle) Misten (11.7 t/ha Rindermist) Pflügen Kreiselegen Einzelkornsaat (Silomais Amaroc, 90'000 Pfl./ha)
04. Juni 2021	Striegeln Hackversuch aufgrund ungünstiger Bedingungen abgebrochen
14. Juni 2021	Herbizidapplikation in Verfahren 6 Banvel 4S: 0.5l/ha Equip Power: 1.5l/ha
21. Juni 2021	Untersaat mit Perserklee (von Hand gesät) Striegeln Hacken
22. Juni 2021	Düngung (Harnstoff 46%: 108 kg/ha)
25. Juni 2021	Bandspritzung in Verfahren 4 Banvel 4S: 0.5 l/ha Equip Power: 1.5 l/ha
27. September 2021	Ernte

Die Massnahmen in der Übersicht

Bodenbearbeitung und Aussaat

Am 10. Mai 2021 wurden auf der Fläche Mühlewiese Mist und Gülle ausgebracht. Aufgrund der drohenden Nasswetterperiode ab dem frühen Morgen des Folgetages wurde im Anschluss an die Düngung bei nicht optimalen Bedingungen gepflügt, geeeggt und gesät.



Abbildung 8: Bodenbearbeitung mit Pflug und Kreiselegge.

Blindstriegeln

Aufgrund des bis Ende Mai anhaltenden Regens konnte der geplante Blindstriegel-durchgang auf den Versuchspartellen 1, 2, 3 und 5 nicht durchgeführt werden.

Striegeln

Am 4. Juni 2021 war das Feld nach ein paar sonnigen und wärmeren Tagen erstmals wieder befahrbar. Die Striegelbedingungen waren aufgrund des nicht optimalen Zeitpunkts für Bodenbearbeitung und Saat sowie des nachfolgenden, anhaltenden Regens, welcher zu einem Wiederanwachsen der Naturwiese führte, nicht günstig. Es galt, die Zinkenspannung tief zu halten (Stärke 2 von 10), da der Boden sonst zu stark aufgerissen, Erdschollen freigelegt und die Maispflanzen verschüttet oder ausgerissen worden wären. Beikräuter im Keimblattstadium konnten gut mit dem Striegel reguliert werden. Gegen die Grasbüschel zeigte der Striegel aber erfahrungsgemäss keine Wirkung.

Der zweite Striegeldurchgang fand am 21. Juni 2021 statt. Die Zinkenspannung wurde im Vergleich zum ersten Durchgang auf Stufe 3 von 10 erhöht. Am 22. Juni erfolgte bereits wieder eine Regenperiode, sodass die Beikräuter nicht optimal austrocknen konnten.



Abbildung 9: Der erste Striegeleinsatz am 04. Juni 2021.



Abbildung 10: Bilder des zweiten Striegeleinsatzes am 21. Juni 2021.

Hacken

Am 4. Juni wurde ein erster Hackversuch auf der Versuchsparzelle gestartet. Aufgrund der längeren, vorgängigen Nassperiode und des schlecht entwickelten Maisbestandes wurde jedoch lediglich in einem Randstreifen ausserhalb des Versuchs probeweise gehackt. Der Hackdurchgang musste aber wieder abgebrochen werden, da die ausgehackten Grasbüschel ganze Erdschollen und auch Maispflanzen mitrissen. Weiter verstopften die Erdschollen auch die Hackschare.



Abbildung 11: Bilder des ersten abgebrochenen Hackversuchs am 4. Juni 2021.



Abbildung 12: Bilder des Hackdurchgangs am 21. Juni 2021. Die Fingerhacken im rechten Bild wurden demontiert, da sich darin Erdschollen verkeilten.

Am 21. Juni wurden die Verfahren 2, 3 und 4 gehackt. In Verfahren 3 war geplant, zusätzlich zu den Gänsefusscharen mit Fingerhacken zu arbeiten um auch Beikräuter in der Reihe zu regulieren. Die Wetterbedingungen waren bei sonnigen 25 Grad am Nachmittag optimal für einen Hackdurchgang. Die Bedingungen im Feld waren jedoch nach wie vor sehr herausfordernd. Der unebene und grobschollige Boden führte immer wieder zu einem Wegrutschen des Hackgerätes und die Kamera hatte aufgrund des sehr lückigen Maisbestandes Probleme bei der Reihenführung. Das Hacken mit den Fingerhacken in Verfahren 3 musste abgebrochen werden, da sich die Erdschollen darin verkeilten und die Maispflanzen mit- und ausrissen. Aus diesem Grund wurde in allen drei Verfahren lediglich mit Gänsefusscharen gehackt. Beim Hackdurchgang wurde mit 4 km/h gefahren.

Untersaat

Im Verfahren 5 wurde am 21. Juni Perserklée als Untersaat gesät. Durch die Wahl des Perserklees sollten die hohen Kosten des Untersaatverfahrens im Vorjahr reduziert

werden, da dieser günstiger ist als die im Vorjahr gewählte Untersaatenmischung UFA Maisfix. Weiter sollte nach der Saat des Perserklees, der wie im letzten Jahr mit dem pneumatischen Düngerstreuer hätte gesät werden sollen, auf ein Einstriegeln des Klees verzichtet und somit weitere Kosten gespart werden. Im Endeffekt entschieden wir uns aufgrund von zeitlichen Engpässen für ein manuelles Aussäen der Kleeuntersaat. Die Bedingungen waren für die Untersaat geeignet, da es am Folgetag der Aussaat bereits wieder regnete.

Herbizidapplikation

Die Herbizidbehandlung diente als Vergleichsverfahren zur mechanischen Beikrautregulierung und wurde im Verfahren 6 am 14. Juni breitflächig und im Verfahren 4 am 25. Juni als Bandspritzung in den Reihen durchgeführt. Als Herbizide wurden Banvel 4S (0.5 l/ha) und Equip Power (1.5 l/ha) eingesetzt.

Beikrautbonitur

Am 12. Juli 2021 wurde auf der Parzelle eine Beikrautbonitur in allen Versuchsstreifen durchgeführt. Dazu wurde mit drei Wiederholungen jeweils eine Fläche von 1 m² ausgezählt. Die Ergebnisse sind in Abbildung 13 zusammengefasst. Die visuelle Bonitur der Streifen ist in Abbildung 14 zu sehen. Es zeigt sich, dass in allen Verfahren ein starker Durchwuchs der Naturwiese stattfand. In Verfahren 6 wurde diese jedoch durch den Einsatz der Gräsermittel vernichtet. Die Naturwiese wirkte auch unterdrückend auf weitere Beikräuter. Dies kann ein Grund für die tiefen Beikrautzahlen im Verfahren 2 sein. Es zeigt sich zudem, dass lediglich in Verfahren 1 und 3 Kleewuchs bonitiert werden konnte. Dies widerspiegelt die schlechte Entwicklung der Untersaat mit Perserklee im Verfahren 5. Mit Ausnahme des Ehrenpreis-Besatzes war das Herbizid-Verfahren 6 sehr effektiv, da keine weiteren Beikräuter in den ausgezählten Boniturparzellen vorhanden waren. Der Beikrautbesatz war im Striegelverfahren 1 am höchsten. Auch die Vielfalt der ausgezählten Beikräuter war in diesem Verfahren hoch. Dies erstaunt nicht, da der Striegeleinsatz aufgrund der unebenen Bedingungen im Feld sehr schwierig war.

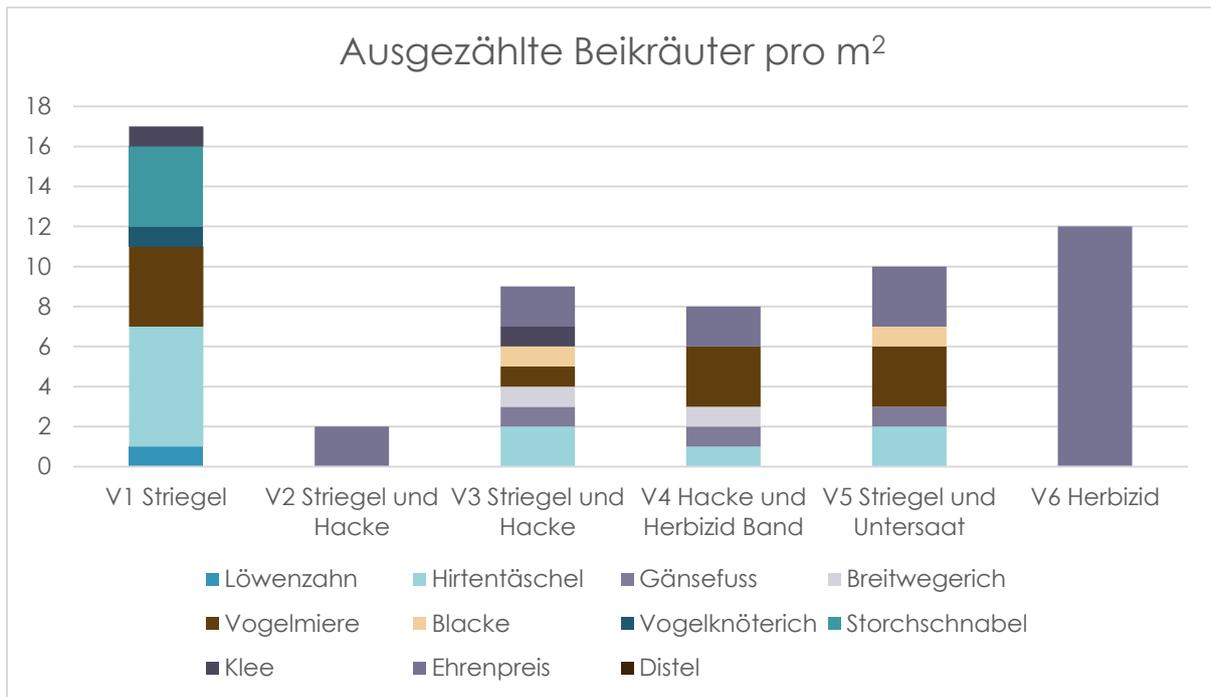


Abbildung 13: Ergebnisse der Beikrautbonitur vom 12. Juli 2021.

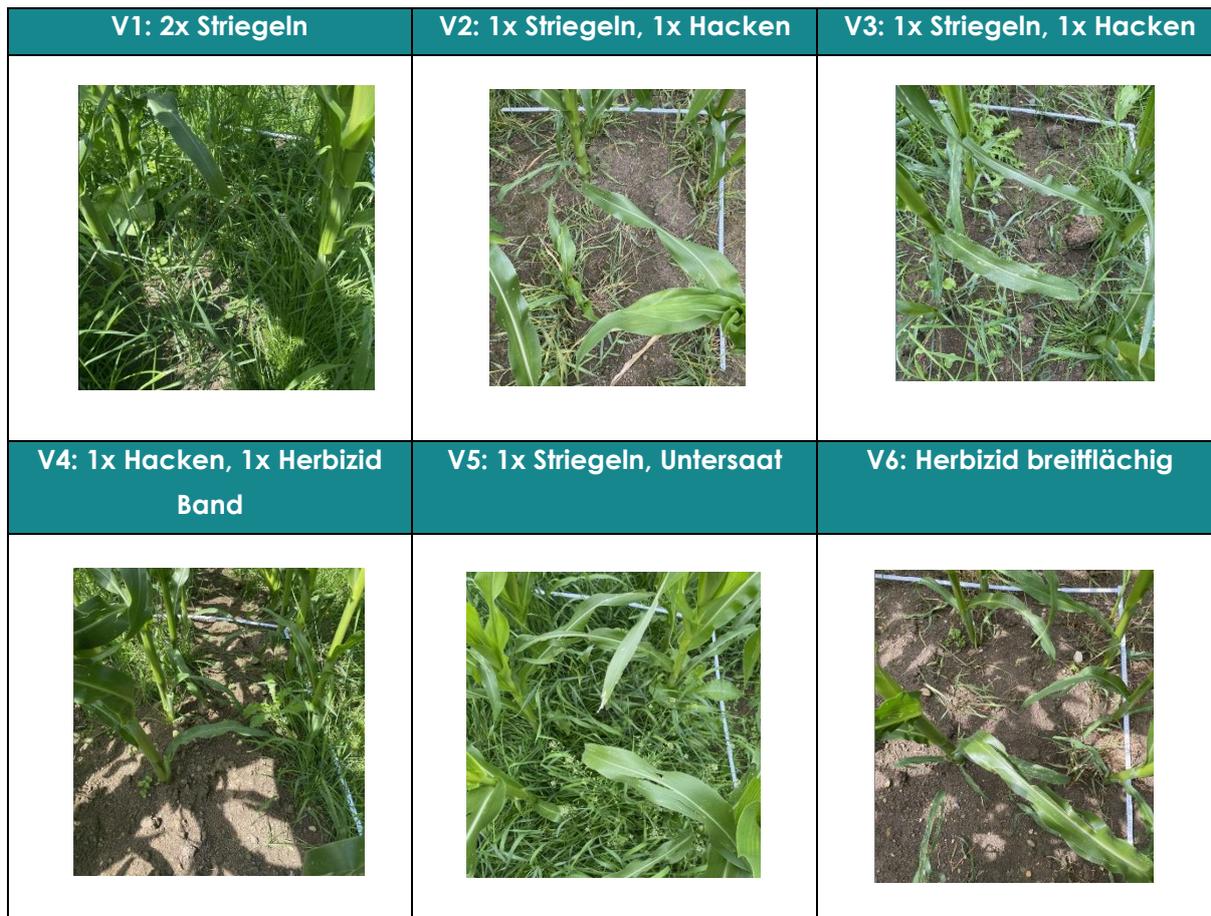


Abbildung 14: Bestandesbilder, die während der Beikrautbonitur am 12. Juli 2021 nach Abschluss aller Verfahren entstanden sind.

Resultate

Erträge

Die Versuchsstreifen wurden am 27. September 2021 bei bestem Wetter einzeln in die Kipper gehäckselt und dann gewogen. Die TS-Erträge in den Verfahren bewegten sich zwischen 15.1 t/ha (Verfahren 3) und 19.5 t/ha (Verfahren 6). Wie bereits im Versuchsjahr 2020 wurde der höchste Ertrag im Herbizidverfahren gefolgt vom Striegelverfahren erzielt. Die Unterschiede zwischen diesen zwei am Rand gelegenen und den restlichen Verfahren ist in diesem Jahr aber sehr auffällig und konnte nicht abschliessend geklärt werden. Im Jahr 2020 waren die Unterschiede zwischen den Verfahren deutlich geringer. Der Ertrag 2021 lag in allen Verfahren deutlich unter den Erträgen (8.1% - 21.9%) des Vorjahres (siehe Tabelle 3). Dies liegt einerseits an den ungünstig kühlen und nassen Wetterbedingungen 2021 für den Maisanbau und andererseits an der nicht optimal gelungenen Bodenbearbeitung und Aussaat. Auch die TS-Gehalte lagen 2021 unter den Werten des Vorjahres (Abbildung 15).

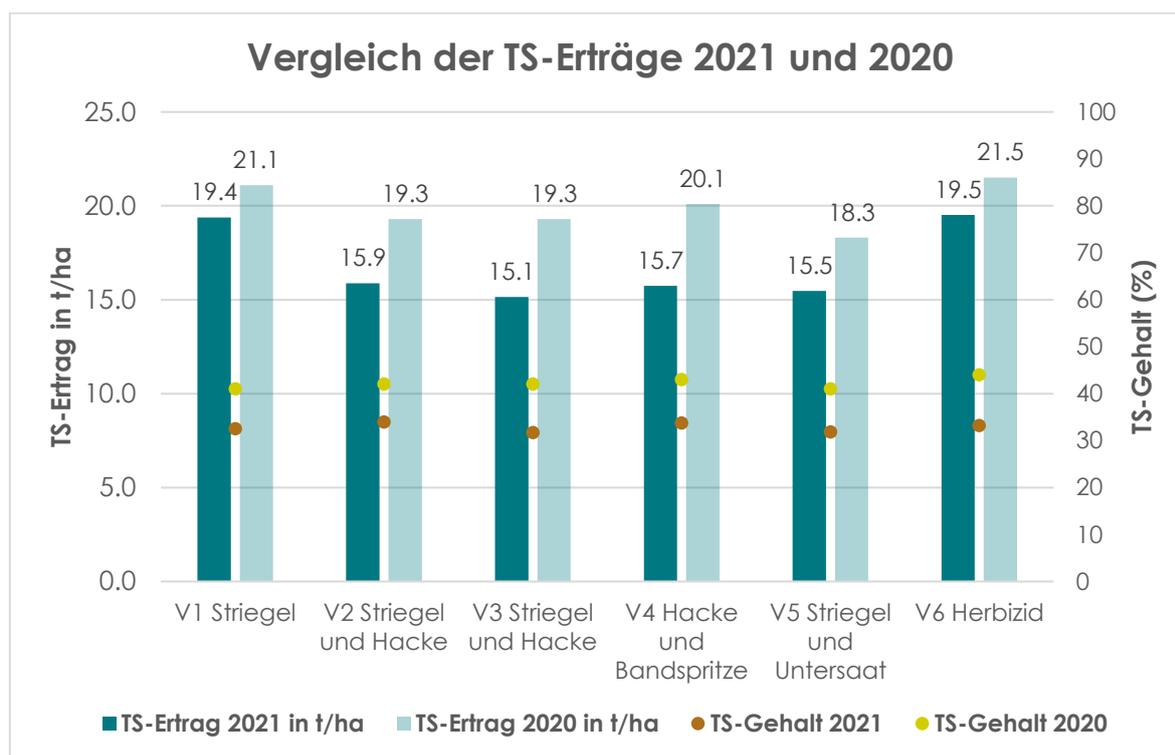


Abbildung 15: Vergleich der TS-Erträge (t/ha) und TS-Gehalte (%) zwischen den Jahren 2021 und 2020.

Tabelle 3: Ertragsvergleich 2020 und 2021 des SFF-Versuchs zur mechanischen Beikrautregulierung im Silomais.

Vergleich TS-Ertrag (t/ha) 2020 und 2021						
	V1 Striegel	V2 Striegel und Hacke	V3 Striegel und Hacke	V4 Hacke und Herbizid Band	V5 Striegel und Untersaat	V6 Herbizid
2020	21.1	19.3*	19.3*	20.1	18.3	21.5
2021	19.4	15.9	15.1	15.7	15.5	19.5
Prozentualer Unterschied des Ertrags 2021	-8.1%	-17.6%	-21.8%	-21.9%	-15.3%	-9.3%

*Als Referenzwert für 2020 wurde das Verfahren V4 aus 2020 gewählt, da dieses von den Arbeitsgängen her V2 und V3 aus 2021 entspricht.

Verfahrenskosten

Die Verfahrenskosten für die Beikrautregulierung bewegten sich zwischen 123 CHF/ha im Striegelverfahren (V1) und 545 CHF/ha im Verfahren mit Bandspritzung (V4). An zweiter Stelle bei den Verfahrenskosten standen die Verfahren 2 und 3, bei denen jeweils ein Striegel- und ein Hackdurchgang durchgeführt wurden. An dritter Stelle folgte das Herbizidverfahren mit einem Herbiziddurchgang. Die Pflanzenschutzspritze weist zwar eine doppelt so hohe Schlagkraft wie das Hackgerät und eine ähnliche Schlagkraft wie der Striegel auf, aber der Grossteil der Kosten (ca. 73 %) im Herbizidverfahren entstehen durch Ausgaben für die Pflanzenschutzmittel. Die Verfahrenskosten wurden basierend auf den Richtwerten des Maschinenkostenberichtes 2021 (Gazzarin et al. 2021) berechnet, da aufgrund der Versuchsstruktur mit vergleichsmässig kleinen Flächen keine aussagekräftigen Kostenaussagen gemacht werden können. Die Flächenleistung des Striegels wurde im Vergleich zu den Vorgaben im Maschinenkostenbericht von 7.18 ha/h auf 4 ha/h korrigiert. Diese Einschätzung erfolgte aufgrund von Erfahrungswerten auf der SFF. Alle berechneten Kosten beinhalten die Maschinen-, Arbeits- und Betriebsmittelkosten.

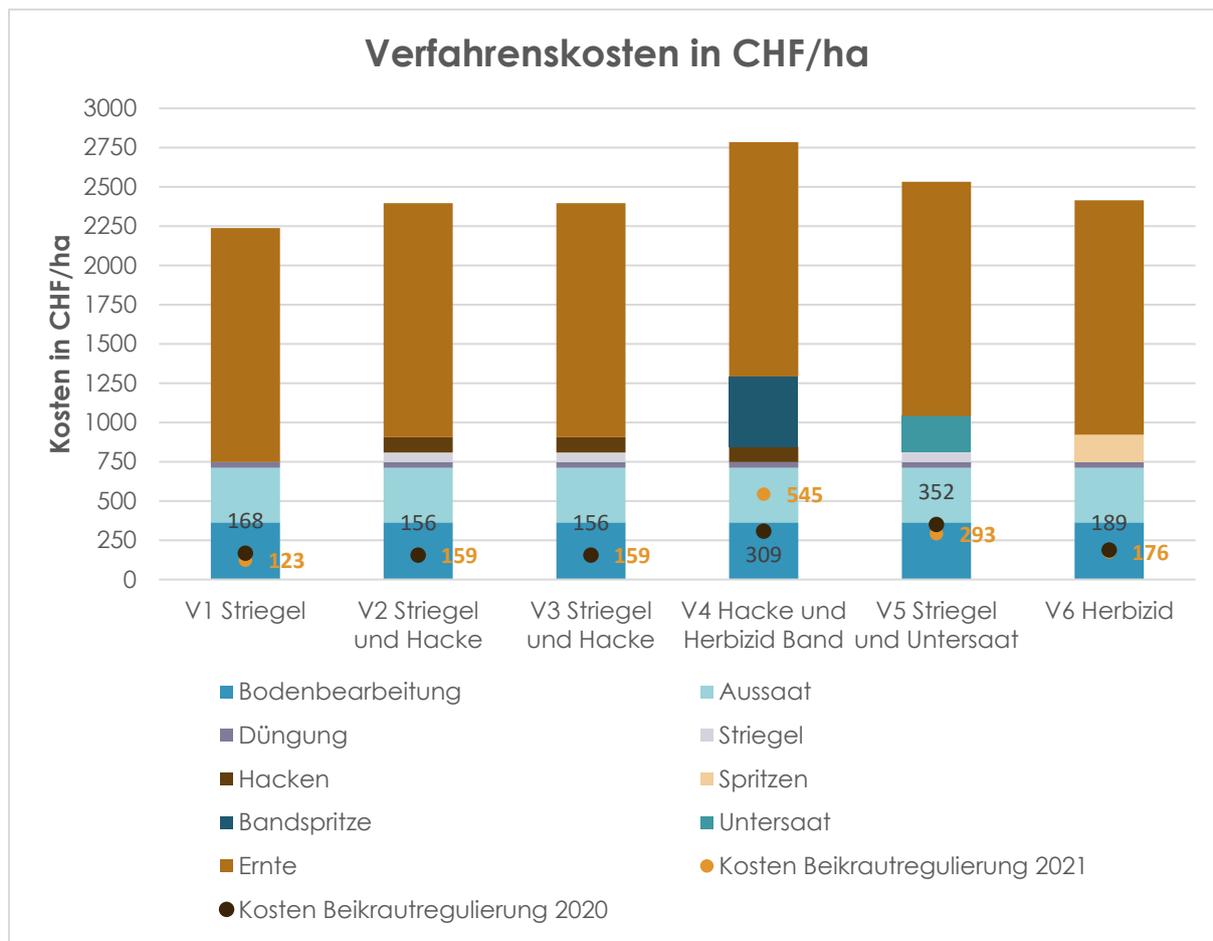


Abbildung 16: Verfahrenskosten 2021 in CHF/ha für alle Verfahren. Die Punkte zeigen die Kostenunterschiede zwischen der Beikrautregulierung 2020 und 2021.

Im Vergleich zum Vorjahr ist auffallend, dass die Striegelkosten unter den Werten des Vorjahres liegen. Dies kommt daher, dass 2021 aufgrund der Wetterbedingungen kein Blindstriegeldurchgang gemacht werden konnte. Die Verfahren 2 und 3 bewegen sich im gleichen Kostenbereich wie 2020. Im Verfahren 4 (Bandspritze und Hacken) liegen die Kosten 2021 236 CHF über den Kosten aus 2020. Die Diskrepanz kommt aus einer Anpassung der Flächenleistung der Bandspritze. Aufgrund der Erfahrungen aus 2020 und 2021 wurde diese Flächeleistung nach unten auf 0.25 ha/h angepasst. Obwohl die Untersaat 2021 von Hand eingesät wurde, wurde für die Kostenrechnung ein Maschinenkombination aus Traktor (Fendt 314) und Striegel mit pneumatischer Sämaschine (3 m) eingesetzt. 2021 konnten bei der Untersaat durch die Wahl von Perserklee anstelle der Mischung UFA Maisfix die Kosten beim Saatgut um 16 CHF/ha reduziert werden.

Deckungsbeiträge

Tabelle 4 zeigt die Deckungsbeiträge inklusive Maschinen-, Arbeits- und Betriebsmittelkosten für alle Verfahren. Mit 979 CHF/ha konnte im Striegelverfahren V6 der höchste Deckungsbeitrag erzielt werden. Dies ist vor allem auf den höchsten Ertrag

und die geringen Verfahrenskosten in diesem Verfahren zurückzuführen. Addiert man den Ressourceneffizienzbeitrag für den Herbizidverzicht dazu, so sind es 1229 CHF/ha. An zweiter Stelle steht das Herbizidverfahren V6 mit 877 CHF/ha.

Es ist ersichtlich (siehe Tabelle 5), dass 2021 alle Deckungsbeiträge unter dem Niveau von 2020 liegen. Der wichtigste Faktor für den Unterschied sind die tieferen Erträge und TS-Gehalte im Jahr 2021. Ein weiterer Faktor sind die höheren Erntekosten 2021. Die kleinsten Jahresunterschiede sind in den Verfahren 6 (Herbizidverfahren) und Verfahren 1 (Striegelverfahren) zu finden. Auch in diesem Jahr wiesen das Untersaat- und Bandspritzungsverfahren aufgrund der hohen Verfahrenskosten den tiefsten Deckungsbeitrag auf. Die Kombination aus Striegel und Hacke in den Verfahren V2 und V3 sind mit Blick auf die Verfahrenskosten konkurrenzfähig, die Erträge lagen in diesem Jahr jedoch deutlich unterhalb denen der Verfahren V1 und V6.

Tabelle 4: Deckungsbeiträge in der Übersicht

	V1 Striegel	V2 Striegel und Hacke	V3 Striegel und Hacke	V4 Hacke u. Herbizid Band	V5 Striegel und Untersaat	V6 Herbizid
Feuchtertrag (t/ha)	59.7	46.8	47.8	46.7	48.6	58.8
TS-Gehalt (%)	33	34	32	34	32	33
Richtpreis bei entsprechendem TS-Gehalt (CHF/t)*	CHF 56	CHF 58	CHF 54	CHF 58	CHF 54	CHF 56
Leistungen						
Erlös pro ha	CHF 3'340	CHF 2'716	CHF 2'581	CHF 2'709	CHF 2'627	CHF 3'292
Kosten						
Beikrautregulierung	CHF 123	CHF 159	CHF 159	CHF 545	CHF 305	CHF 176
Bodenbearbeitung	CHF 364	CHF 364	CHF 364	CHF 364	CHF 364	CHF 364
Saat	CHF 348	CHF 348	CHF 348	CHF 348	CHF 348	CHF 348
Düngung	CHF 36	CHF 36	CHF 36	CHF 36	CHF 36	CHF 36
Ernte	CHF 1'491	CHF 1'491	CHF 1'491	CHF 1'491	CHF 1'491	CHF 1'491
DB2 (inkl. Maschinen, Arbeit, Betriebsmittel)	CHF 979	CHF 319	CHF 184	-CHF 75	CHF 95	CHF 877
DB2 zzgl. REB Herbizidverzicht von 250CHF/ha	CHF 1229	CHF 569	CHF 434	CHF 175	CHF 345	CHF 877

*AGRIDEA Richtpreisansätze 2021

Tabelle 5: Vergleich der Deckungsbeiträge 2020 und 2021 ohne Miteinbezug der Ressourceneffizienzbeiträge.

Vergleich Deckungsbeitrag 2020 und 2021 (ohne REB Herbizidverzicht)						
	V1 Striegel	V2 Striegel und Hacke	V3 Striegel und Hacke	V4 Hacke u. Herbizid Band	V5 Striegel und Untersaat	V6 Herbizid
2020	CHF 1'190	CHF 892	CHF 892	CHF 546	CHF 611	CHF 1'054
2021	CHF 979	CHF 319	CHF 184	-CHF 75	CHF 95	CHF 877
Jahresunterschied pro ha	CHF -211	CHF -573	CHF -708	CHF -621	CHF -516	CHF -176

Fazit und nächste Schritte

Der Wetterunterschied zwischen den Jahren 2020 und 2021 hätte nicht grösser sein können. Herrschten im Frühling und Sommer 2020 beste Bedingungen für die Maissaat und die mechanische Beikrautregulierung, waren 2021 die möglichen Zeitfenster für die Beikrautregulierung sehr rar gesät. Beispielsweise fand sich aufgrund des anhaltenden Regens keine Möglichkeit zum Blindstriegeln. Auch führten die nassen und kühlen Bedingungen dazu, dass die umgebrochene Naturwiese breitflächig wieder anwuchs und der Mais sich nur sehr langsam entwickelte. Die Erträge lagen 2021 mit 8-21% deutlich unter dem Niveau von 2020. Interessanterweise haben sich aber sowohl 2020 und 2021 das reine Striegel- und das Herbizidverfahren mit den höchsten Deckungsbeiträgen als die rentabelsten Verfahren erwiesen. Zukünftig wäre es interessant, einen grossflächigeren Versuch anzulegen, um bei der Verfahrenskostenberechnung eine praxisnähere Einschätzung der Flächenleistungen zu erhalten.

Literatur

Gazzarin et al. 2021: Maschinenkosten 2021, Agroscope Transfer 408 / 2021

Link:

https://www.agroscope.admin.ch/agroscope/de/home/aktuell/newsroom/2021/09-08_maschinenkostenbericht-2020/_jcr_content/par/columncontrols/items/0/column/externalcontent_531767590.bitexternalcontent.exturl.pdf/aHR0cHM6Ly9pcmEuYWdyb3Njb3BILmNoLzAvQWpheC9FaW56ZW/xwdWJsaWthdGlvbi9Eb3dubG9hZD9laW56ZWxwdWJsaWthdGlv/bklkPTQ5OTQy.pdf

1.3 Tiefendüngungsversuch bei Raps in den Jahren 2020 und 2021

Kontakt

Roman Gambirasio, Swiss Future Farm, roman.gambirasio@gvs-agrar.ch

Zielsetzung

Ziel dieser Studie war es, den Einfluss einer in 20 cm Tiefe abgelegten Düngergabe mit Triple Super (46 kg P₂O₅ / ha) auf das Pflanzenwachstum im Raps zu untersuchen. Der Hintergrund dieses Versuches ist, dass einerseits durch die anziehende Wirkung des Phosphatdüngers eine tiefere Durchwurzelung des Bodens durch die Rapswurzeln gefördert werden soll, andererseits bleibt die Verfügbarkeit des Düngers in tieferen Bodenschichten auch in Jahren mit trockener Witterung hoch. Dank dem Einsatz von Spurführungssystemen mit RTK-Genauigkeit (2,5 cm) ist es problemlos möglich, immer eine Düngerspür zwischen zwei nachfolgend gesäten Rapsreihen zu platzieren.

Versuchsaufbau

Der Versuch wurde auf der Swiss Future Farm als Streifenversuch auf der Parzelle «Altkloster» angelegt. Die Bodenbearbeitung und kombinierte Tiefendüngung mit dem Grubber Horsch Terrano, welcher mit 40 mm breiten LD-Scharen («low disturbance») und Düngereinleger am Schar ausgestattet war, fand am 25. August 2020 statt. 50 % der Düngermenge (102 kg / ha Triple Super) wurde in 10 cm Tiefe und 50 % in 20 cm Tiefe abgelegt. Am 26. August wurden 50 Rapspflanzen pro Quadratmeter der Sorte «Tempo» mit der Kreiseleggen-Drillkombination Horsch Express 3KR gesät. Die weiteren Pflanzenschutzmassnahmen in diesem Bestand waren folgende:

- 27.08.20 Applikation von Brasan Trio
- 01.09.20 Schneckenkörner streuen
- 21.09.20 Applikation von Cypermethrin (0,25 l / ha) und Fusilade Max (1,5 l / ha)
- 22.09.20 Applikation von Ammonsalpeter Mg S (24 %)

Um das untersuchte Verfahren vergleichbar zu machen, wurden die beiden Varianten «Ohne Tiefenlockerung mit Breitdüngung» und «Tiefenlockerung mit Breitdüngung» dem hier beschriebenen neuen Verfahren «Tiefenlockerung mit Tiefendüngung» gegenübergestellt. Insgesamt wurden sieben Versuchsstreifen mit je 15 m Breite und drei Varianten angelegt, wie Tabelle 6 zeigt.

Tabelle 6: Die Versuchsvarianten in der Übersicht.

Streifen Nr.	Variante
1,7	Ohne Tiefenlockerung mit Breitdüngung
3,5	Tiefenlockerung mit Breitdüngung
2,4,6	Tiefenlockerung mit Tiefendüngung

Resultate und Diskussion

Es wurden Pflanzenbonituren am 26.10.2020 durchgeführt. Dabei wurden pro Variante jeweils bei zwölf randomisiert geernteten Pflanzen der Wurzeldurchmesser, die Wurzellänge und die Anzahl Spitzen gemessen. Zudem wurde der TS-Gehalt von Wurzel und Pflanze gemessen.



Abbildung 17: Bonitierte Pflanzen aus Streifen Nr. 7 (ohne Tiefenlockerung mit Breitdüngung).



Abbildung 18: Bonitierte Pflanzen aus Streifen Nr. 5 (Tiefenlockerung mit Breitdüngung).



Abbildung 19: Bonifizierte Pflanzen aus Streifen Nr. 4 (Tiefenlockerung mit Tiefendüngung).

Auf den Bildern ist gut erkennbar, dass die Wurzeln aus Versuchsstreifen 7 (ohne Tiefenlockerung mit Breitdüngung) kleiner sind als die der beiden Streifen 4 und 5 mit Tiefenlockerung. Auch Abbildung 20 zeigt den positiven Effekt der Tiefenlockerung auf den Wurzeldurchmesser und die Wurzellänge.

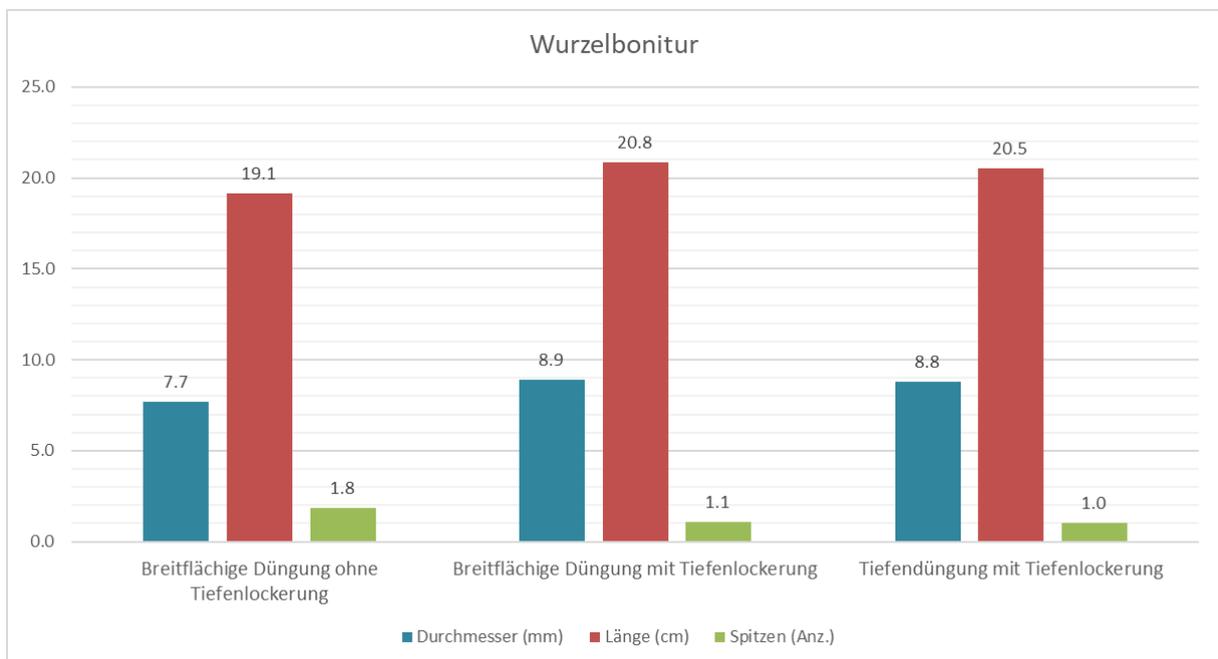


Abbildung 20: Wurzelbonitur bei den drei Varianten.

Die Variante ohne Tiefenlockerung unterscheidet sich merklich von den anderen beiden mit Tiefenlockerung. Es kann allerdings kein deutlicher Unterschied zwischen der Tiefendüngung und der Breitdüngung bei diesen beiden Varianten festgestellt werden. Das Resultat bestätigt den bisherigen Forschungsstand, nach welchem der

Raps in der Wurzelentwicklung von einem tiefgründig vorgelockerten Boden profitiert. Rein auf die Wurzelmasse bezogen, konnten jedoch im Herbst keine Vorteile der Tiefendüngung festgestellt werden.

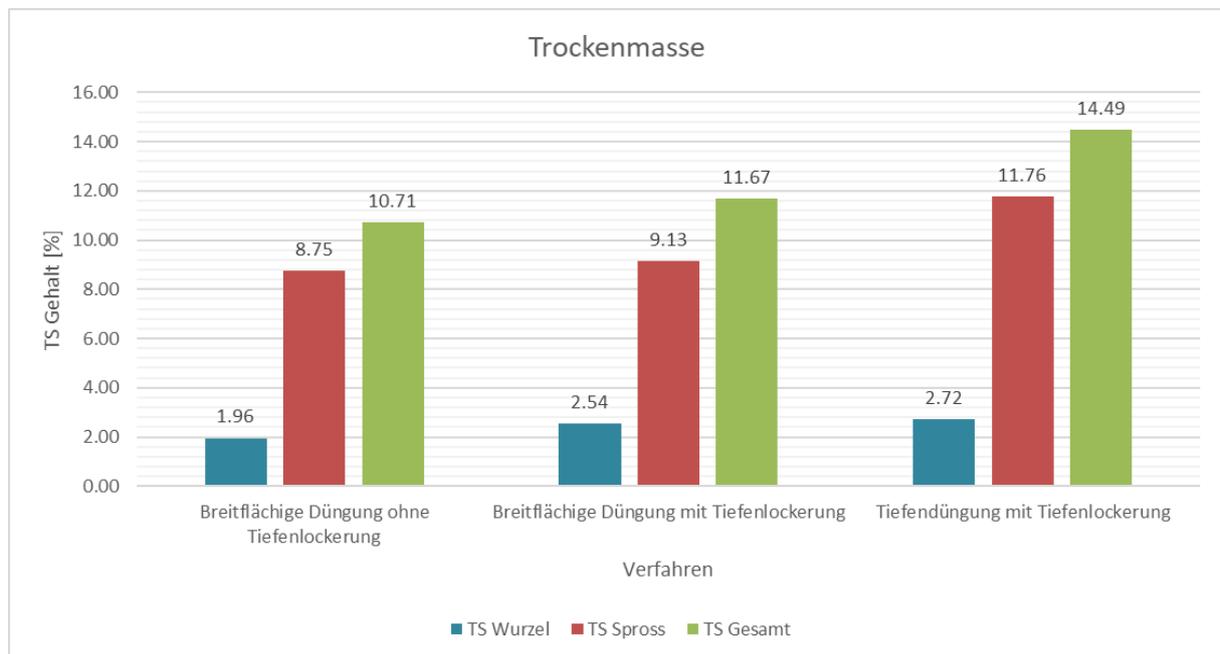


Abbildung 21: Resultate der Trockenmasse-Messung von Wurzel und Spross.

In Abbildung 21 ist ein deutlicher Unterschied zwischen dem Verfahren mit breitflächiger Düngung mit Tiefenlockerung und dem mit Tiefendüngung in Kombination mit Tiefenlockerung zu erkennen. Im Verfahren mit Tiefendüngung hatte der Spross im Schnitt 29 % und die gesamte Pflanze 24 % mehr TS-Gehalt als im Verfahren mit breitflächiger Düngung. Dies zeugt von einer physiologisch weiter entwickelten Pflanze, wofür eine bessere Nährstoffversorgung verantwortlich sein könnte. Es ist davon auszugehen, dass diese Pflanzen in der Frühjahrsentwicklung einen Vorsprung haben werden, dies müsste jedoch in einem weiteren Versuchsjahr genauer untersucht werden.

Aufgrund der erschwerenden Witterungsbedingungen zur Ernte 2021 konnten keine brauchbaren Ertragsmessungen zur Ernte durchgeführt werden.

Schlussfolgerungen

In diesem Versuch schien die Ausbildung der Wurzel hauptsächlich von der Art der Bodenbearbeitung und weniger von der Art der Düngung abzuhängen. Der höhere TS-Gehalt in der Pflanze zeigt eine physiologisch weiter entwickelte Pflanze im Verfahren mit Tiefendüngung und Tiefenlockerung. In einem weiteren Versuchsaufbau wäre es sinnvoll, die Pflanzen im Frühjahr nochmals zu bonitieren. Zudem wären allfällige Ertragsunterschiede sehr interessant zu sehen. Da im Erntejahr 2022 aufgrund

der ansonsten zu geringen Grundfuttermenge eine Kunstwiesenansaat dem Raps vorgezogen wurde, wird der Versuch erst im Erntejahr 2023 wiederholt.

1.4 Ablagetiefe-Versuch bei Silomais

Kontakt

Nils Zehner, Swiss Future Farm, nils.zehner@agcocorp.com

Zielsetzung

Ziel dieser Studie war es, den Ertrag von Silomais, der bei variabler Ablagetiefe mit der einzigartigen Precision Planting SmartDepth™-Ablagetiefensteuerung auf der Grundlage von Precision Planting SmartFirmer™-Bodensensorwerten gesät wurde, mit dem Ertrag bei einheitlicher Standard-Ablagetiefe zu vergleichen.

Versuchsaufbau

Der Versuch wurde auf der Swiss Future Farm im Jahr 2021 in Form eines Streifenversuchs durchgeführt. Folgende Ablagetiefen-Einstellungen wurden verglichen:

- Einheitliche Standard-Ablagetiefe: 5.1 cm
- Variable Ablagetiefe auf der Grundlage von Bodenfeuchtmessungen (soil moisture = SM) der Precision Planting SmartFirmer-Bodensensoren und der Precision Planting SmartDepth-Steuerung mit 3 Stufen: 3.8 – 5.1 – 6.4 cm Ablagetiefe:
 - SM > 40 % = 3.8 cm
 - SM 40 % - 30 % = 5.1 cm
 - SM < 30 % = 6.4 cm

Der Modus "SmartDepth Moisture Control" für die Einzelkornsaat passt die Ablagetiefe automatisch an die von den SmartFirmer-Bodensensoren gemessene, für das Saatgut verfügbare Bodenfeuchte an, um einen homogenen Pflanzenbestand auch unter heterogenen Bodenfeuchtebedingungen zu gewährleisten. Für diesen Versuch wurde die Saatstärke für beide Ablagetiefen-Einstellungen auf 90'000 Körner/ha festgelegt, was der lokalen Standard-Saatstärke für Silomais entspricht.

Der Versuch wurde auf einer Fläche mit mässig heterogenen Bodenbedingungen in Bezug auf Textur, Feuchtigkeit und organische Substanz angelegt (Abbildung 22).

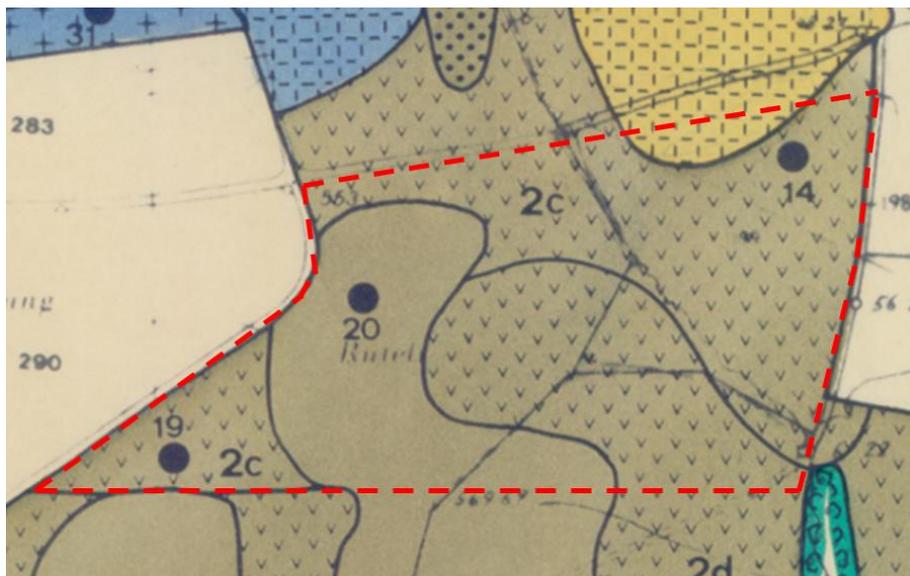


Abbildung 22: Bodenzonen auf der Versuchsfäche gemäss der Bodenuntersuchung in Tänikon von 1977.

Die Eigenschaften der Bodenzonen sind in Tabelle 7 beschrieben.

Tabelle 7: Bodeneigenschaften der Versuchsfäche des Swiss Future Farm 2021 Ablagetiefen-Versuchs bei Silomais.

Bodenzone	Bodentyp und Bodeneigenschaften
1d	Teilweise entkarbonatete, stagnogleyige Braunerde, skeletthaltig, schwach toniger Lehm und schwach sandiger Lehm, staufeucht, gute Wasserspeicherung, Flachhang 16-20 %
2c	Teilweise entkarbonatete, gleyige Braunerde, skelettarm, schwach sandiger und schwach toniger Lehm, hangfeucht, gute Wasserspeicherung, Talfächer 11-15 %
2d	Teilweise entkarbonatete, gleyige Braunerde, skelettarm, schwach sandiger und schwach toniger Lehm, hangfeucht, gute Wasserspeicherung, Flachhang 16-20 %

Die Aussaat des Versuchs erfolgte am 27. April 2021. Die Versuchsstreifen für jede Ablagetiefen-Einstellung wurden in allen vorhandenen Bodenzonen angelegt, um die Technik vollständig über die heterogenen Bodeneigenschaften zu erproben.

Resultate

Der Versuch wurde am 28. September 2021 (154 Tage nach der Aussaat) durch einen Feldhäcksler geerntet. Ein höherer Trockenmasseertrag wurde mit 16.1 t/ha bei der Versuchsvariante mit variabler Ablagetiefe (3.8 – 5.1 – 6.4 cm) erzielt, während die einheitliche Standard-Ablagetiefe (5.1 cm) mit 15.7 t/ha einen etwas geringeren Trockenmasseertrag ergab (Abbildung 23).

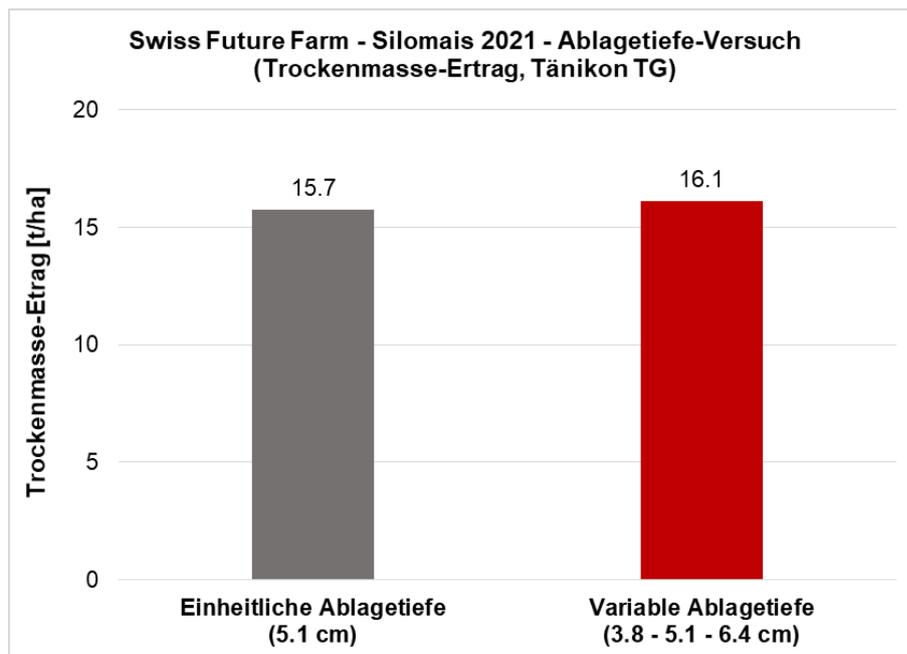


Abbildung 23: Trockenmasseertrag des Swiss Future Farm 2021 Ablagetiefe-Versuchs bei Silomais.

In unserer Studie betrug die Ertragssteigerung, die durch die Anwendung der variablen Ablagetiefe mit Precision Planting SmartDepth erzielt werden konnte, 2.5 % (mit 3 Stufen bei 3.8 – 5.1 – 6.4 cm Ablagetiefe) im Vergleich zur einheitlichen Standard-Ablagetiefe von 5.1 cm.

Weitere Beobachtungen

Die Funktionen des Precision Planting 20/20 Gen 3 Terminals ermöglichen eine hochauflösende Visualisierung der angewendeten Ablagetiefe zur Dokumentation der Feldarbeiten und zur Kontrolle der Sämaschinenereinstellungen. Die Visualisierung der angewendeten Ablagetiefen zeigt, dass die Ablagetiefe entsprechend den Messwerten der SmartFirmer-Bodensensoren und den für den Modus "Moisture Control" der Sämaschine im Versuchsstreifen mit variabler Rate in den definierten Stufen angepasst wurde (Abbildung 24). Die Veränderungen in der Ablagetiefe korrelieren teilweise mit den Hanglagen oder Bodentypen und den erwarteten Unterschieden in der Bodenfeuchtigkeit, die bei der Bodenuntersuchung auf diesem Feld festgestellt wurden.



Abbildung 24: Einheitliche Standard-Ablagetiefe (oben) und variable Ablagetiefen (unten) auf der Versuchsfläche des Swiss Future Farm 2021 Ablagetiefen-Versuchs bei Silomais, dargestellt im Precision Planting 20/20 Gen 3 Terminal.

Empfehlungen und weitere Lösungen

- Die Precision Planting SmartFirmer™-Bodensensoren messen Bodenfeuchte, Bodentemperatur und organische Substanz während der Aussaat in Echtzeit und liefern so wichtige Informationen über Bodeneigenschaften und Feldzonen.
- Die variable Ablagetiefen-Steuerung von Precision Planting SmartDepth™ passt die Ablagetiefe automatisch zwischen einer Mindest- und einer Maximaltiefe an, wobei die Zielvorgabe für die Bodenfeuchte auf der Grundlage der Messungen der SmartFirmer-Bodensensoren beibehalten wird.
- Das Lenksystem Fendt Guide mit RTK ermöglicht eine Aussaat mit maximaler Genauigkeit und hohem Bedienkomfort.
- Die Lenksystem-Funktionalität des Fendt Contour Assistant ermöglicht während der Aussaat eine optimale Anpassung der Spurlinien an die Konturen des Feldes.

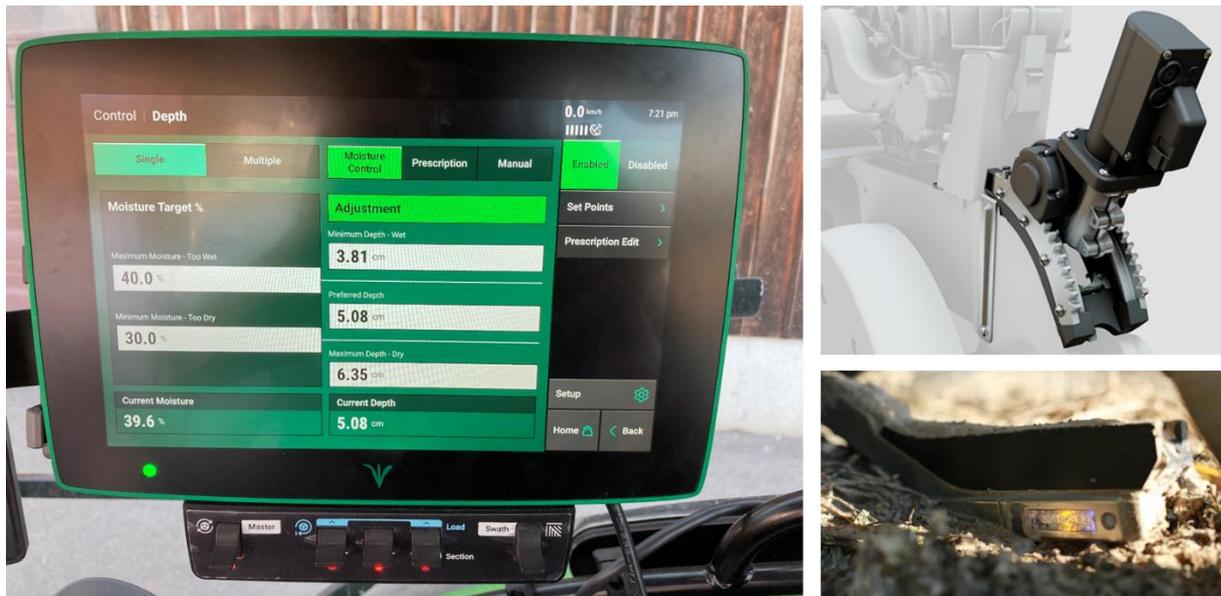


Abbildung 25: Variable Ablagetiefen-Einstellung im Precision Planting 20/20 Gen3 Terminal (links), Precision Planting SmartDepth zur Echtzeitanpassung der Ablagetiefe an die Bodenfeuchte (oben rechts) und Precision Planting SmartFirmer zur Messung der Bodenfeuchte.

Ökonomische Betrachtung

Bei Silomais, der mit variabler Ablagetiefe mit Precision Planting SmartDepth-Steuerung auf der Grundlage von Precision Planting SmartFirmer-Messwerten gesät wurde, konnte ein zusätzlicher Erlös von 48 CHF/ha im Vergleich zur Aussaat mit einheitlicher Standard-Ablagetiefe von 5.1 cm erzielt werden (Abbildung 26).

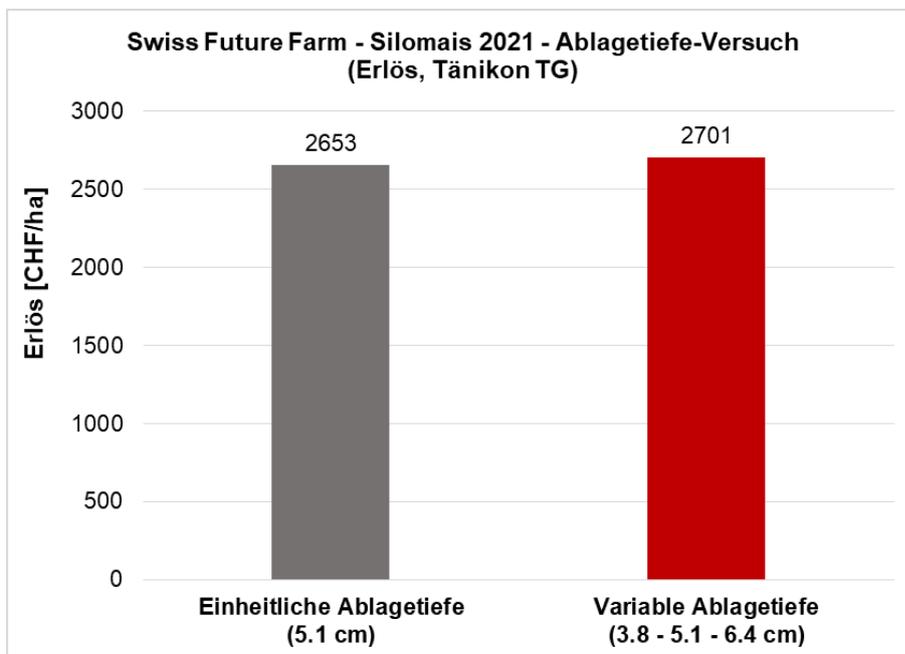


Abbildung 26: Erlöse des Swiss Future Farm 2021 Ablagetiefe-Versuchs in Silomais.

Die Preisberechnungen für Silomais beruhen auf den Richtlinien des Schweizer Bauernverbandes (SBV).

Preis für Silomais nach der Ernte nach Verkäufer: 65.00 CHF pro Tonne Frischmasse

Versuchsübersicht

VERSUCHSÜBERSICHT	 Swiss Future Farm – Silomais 2021 – Ablagetiefe-Versuch Nils Zehner, AGCO Agronomy and Farm Solutions Team, nils.zehner@agcocorp.com			
		Standort (Kanton) Swiss Future Farm (TG)		Ertragssteigerung 3 %
		Kultur & Jahr Silomais 2021		Einsparungen -
		Thema Ablagetiefe		Effizienzsteigerung -
		Technologie Precision Planting SmartDepth		Mehrerlös 48 CHF/ha

1.5 Mensch gegen Maschine: Ein Test des N-Tester Bluetooth und Yara Aftarm zur teilflächenspezifischen Düngung

Kontakt

Florian Abt, Swiss Future Farm, florian.abt@tg.ch

Versuchsziel

In den letzten Jahren wurden von Agroscope und der ETH Zürich auf der SFF Versuche zur teilflächenspezifischen Düngung im Winterweizen durchgeführt. Dabei konnte im dreijährigen Versuch gezeigt werden, dass durch den Einsatz von Drohnentechnologie in Kombination mit Bodeninformationen und Expertenwissen im Schnitt eine N-Einsparung von 23 % bei gleichbleibenden Weizenerträgen erzielt wurde. Weiter wurde die N-Nutzungseffizienz um 13 % verbessert.

Nebst den oben beschriebenen Forschungsansätzen gibt es bereits kommerzielle Anbieter, die mit sensorbasierten Düngeempfehlungen einen optimierten N-Einsatz versprechen. Bei den meisten dieser Lösungen fliesst im Gegensatz zur Methodik von Agroscope kein zusätzliches, beratendes Expertenwissen und keine Bodeninformationen ein.

Im vorliegenden Versuch wurden die Produkte N-Tester Bluetooth in Kombination mit der Plattform Aftarm des Anbieters Yara getestet und die daraus resultierenden satelliten- und sensorbasierten Düngeempfehlungen in einem Streifenversuch der Einschätzung des Betriebsleiters der SFF gegenübergestellt. Ganz nach dem Motto „Mensch gegen Maschine“. Folgende Fragestellungen wurden dabei behandelt:

- Was ist Yara Aftarm und der N-Tester Bluetooth und wie lassen sich diese Produkte einsetzen?
- Wie viel Stickstoff wurde in den jeweiligen Verfahren (Mensch und Maschine) gesamthaft eingesetzt?
- Welcher Ertrag wurde in den Verfahren erwirtschaftet?
- Ist die eingesetzte Technologie für den Einsatz in der Schweiz geeignet?

Versuchsanordnung

Der Versuch wurde auf der Fläche Schürpünt (2.5 ha) durchgeführt, die sich durch eine geringe Heterogenität auszeichnet. Als Vorkultur stand Winterraps auf der Fläche. Als Weizensorte wurde die Futterweizensorte Mulan gewählt, da es für diese Sorte eine hinterlegte Kalibrationskurve für den verwendeten Sensor N-Tester Bluetooth gibt. Es wurden 180 kg/ha gesät.

Als Basis für die Anordnung des Versuchs diente die in Abbildung 27 ersichtliche, historische Bodenkarte von Tänikon, die in den 1970er-Jahren am Standort Tänikon von Agroscope erstellt wurde. Die Versuchsplots wurden so angelegt, dass die Bodeneigenschaften der beiden Plots möglichst einheitlich sind. Dazu wurden eine Fahrgasse an der Hauptstrasse Richtung Aadorf (Westseite) und zwei Fahrgassen Richtung Lützelmurg (Ostseite) von der Versuchsfläche und nachfolgenden Auswertung ausgeschlossen.



Abbildung 27: Auf der linken Seite sind die Bodenzonen sichtbar. Die Versuchsstreifen wurden so angelegt, dass diese alle möglichst in derselben Bodenzone liegen.

Das Verfahren „Maschine“ umfasst drei Fahrgassen auf der Westseite. Das Verfahren „Mensch“ umfasst drei Fahrgassen auf der Ostseite. In beiden Parzellen liegt eine Null-Parzelle als Referenz. Die Verfahren unterscheiden sich mit Blick auf die Düngung wie in Tabelle 8 beschrieben.

Tabelle 8: Die Verfahren zum SFF-Düngungsversuch 2021 „Mensch gegen Maschine“ im Überblick.

	Verfahren Mensch (ME)	Verfahren Maschine (MA)
1. Düngergabe im Frühjahr	Betriebsübliche Düngung nach Einschätzung des Betriebsleiters SFF	Wie im Verfahren ME abzüglich der gemessenen N_{\min} -Werte (0-30 cm)
2. und 3. Düngergabe	Betriebsübliche Düngung nach Einschätzung des Betriebsleiters SFF	Bestimmung Düngermenge: <ul style="list-style-type: none"> • Yara N-Tester Bluetooth Bestimmung Verteilung: <ul style="list-style-type: none"> • Satellitenbasierte Applikationskarten auf der Plattform at.farm

Technologie Yara Atfarm und N-Tester Bluetooth

Am Markt gibt es verschiedene Tools, die die Landwirtinnen und Landwirte bei der teilflächenspezifischen Düngung unterstützen sollen. Bei den meisten Produkten handelt es sich um satellitenbasierte Biomasse-Viewer, die aufzeigen, wie die Biomasse im Feld verteilt ist. Oftmals wird dazu der NDVI als Biomasse-Index verwendet. Dieser Index ist geeignet, um in frühen Wachstumsstadien zwischen gesunder und kranker Vegetation zu unterscheiden. Bei geschlossenem Pflanzendach weist der NDVI aber eine Sättigung auf, sodass er für die 2. und 3. Düngergabe meist nicht mehr verwendet werden kann (vgl. Argento et al. 2020). Die Information über die Verteilung der Biomasse gibt der Landwirtin oder dem Landwirt zwar eine gute Übersicht über die Situation im Feld, die Entscheidung über die Höhe der zu düngenden Menge sowie die Strategie der Verteilung liegt aber nach wie vor bei den Betriebsleitenden. Die Firma Yara geht mit ihrem Produkt Atfarm im Vergleich zu den meisten Anbietern einen Schritt weiter. Nebst dem NDVI bietet sie mit der N-Sensor-Ansicht einen satellitenbasierten Index, der später sättigt. Weiter vertreibt Yara mit dem N-Tester



Abbildung 28: Nutzung des N-Tester Bluetooth für die Bestimmung der 2. Düngergabe am 28. April 2021.

Bluetooth einen Handsensor, der im Feld genutzt werden kann, um die relative Menge des vorhandenen Chlorophylls zu messen (Produktinformation: <https://www.yara.de/pflanzenernaehrung/tools-und-services/n-tester/>; Zugriff am 31.01.2022). Diese Chlorophyll-Werte hat Yara für diverse Sorten kalibriert, um zu bestimmen, ob eine Pflanze mit Stickstoff unter- oder überversorgt ist. Der N-Tester Bluetooth wird mit dem Smartphone gekoppelt und danach muss die Nutzer*in an mindestens dreissig Stellen im Feld Messungen direkt am Weizenblatt durchführen um den Chlorophyll-Gehalt zu bestimmen (siehe Abbildung 28). Die Messwerte werden direkt ans Smartphone übermittelt und unter Miteinbezug der bereits gedüngten Mengen und der N_{\min} -Gehalte zu einer Düngeempfehlung mit der für die Sorte und Bedingungen optimalen Düngermenge zusammengefasst. Diese Düngermenge kann dann als Ausgangswert für die satellitenbasierte Biomassekarte genutzt werden. Das in diesem Versuch getestete Paket aus N-Tester Bluetooth und satellitenbasierten Biomassekarten kostet für die Nutzerinnen und Nutzer 395 Euro pro Jahr (<https://at.farm/de/preise>; Zugriff am 31.01.22).

Feldkalender

Tabelle 9: Feldkalender für die Fläche Schürpünt für den SFF-Düngungsversuch 2021 „Mensch gegen Maschine“.

Datum	Massnahme
25. August 2020	Grubbern
11. September 2020	Eggen mit Federzinkenegge
01. Oktober 2020	Drillsaat mit Kreiseleggenkombination Sorte Mulan, 180 kg/ha
21. Oktober 2020	Herbizideinsatz 0.8 l/ha Herold Flex
02. November 2020	31 m ³ Rindergülle (in allen Verfahren)
09. März 2021	1. Düngergabe (Bestockungsgabe) Mg-Ammonsalpeter 24 % N + 7 % S (Details siehe unten)
10. März 2021	1. Düngergabe (Bestockungsgabe) Rindergülle (Details siehe unten)
30. März 2021	Halmverkürzer 0.7 l/ha CCC Herbizideinsatz 1.25 l/ha Othello
21. April 2021	Wachstumsregler 0.5 l/ha Medax Fungizideinsatz 1.5 l/ha Kantik
28. April 2021	2. Düngergabe (Schossergabe) Mg-Ammonsalpeter 27 % N + 2.5 % Mg
31. Mai 2021	Fungizidapplikation 1 l/ha Elatus Era

	Wachstumsregler 0.7 l/ha Ethephon
29. Juli 2021	Ernte

Düngung

Tabelle 10 gibt einen Überblick über den ausgebrachten Dünger in den zwei Versuchsvarianten. Die gesamte Versuchsfläche (inkl. Null-Parzellen) wurde im Herbst einheitlich mit 31 m³ Rindergülle gedüngt. Die erste Düngergabe im Frühjahr erfolgte am 9. März. Im Verfahren ME wurde die vom Betriebsleiter vorgegebene Menge von 60 kg N/ha aufgeteilt auf einen Teil mit 35 kg N/ha Rindergülle und einen Teil mit 25 kg N/ha Mg-Ammonsalpeter (24 % N + 7 % S). Im Verfahren MA wurde von den 60 kg N/ha die in der Teilparzelle gemessenen N_{min}-Werte (22 kg N/ha) abgezogen. Gesamthaft wurden in Parzelle MA in der ersten Gabe deshalb lediglich 35 kg N/ha als Rindergülle ausgebracht. Als zweite Düngergabe wurden im Verfahren ME 60 kg N/ha als Ammonsalpeter (27 % N + 2.5 % Mg) ohne teilflächige Differenzierung ausgebracht. Im Verfahren MA wurde die zu düngende Menge anhand von 30 über das Feld verteilten Messungen mit dem Yara N-Tester hergeleitet. Dieser Vorgang wurde zweimal wiederholt. Bei beiden Wiederholungen empfahl der N-Tester eine N-Menge von 100 kg/ha. Da die N-Ausnutzung mit zunehmender N-Ausbringung sinkt (vgl. Levy und Brabant 2016), wurde vom Versuchsverantwortlichen korrigierend eingegriffen und der empfohlene Wert des N-Testers auf eine N-Menge von 80 kg/ha herunterkorrigiert, um das Risiko möglicher N-Auswaschungen zu reduzieren.



Abbildung 29: Messung mit dem N-Tester am 27.4.21 vor der zweiten Düngergabe im Verfahren MA

Die dritte Düngergabe konnte aufgrund der wetterbedingt unpassenden Düngetermine nicht mehr durchgeführt werden. Mit dem N-Tester Bluetooth wurde am

2. Juni aber trotzdem nochmals eine Messung durchgeführt. Auch bei dieser Messung wurde wiederum ein N-Bedarf von 100 kgN/ha angegeben.

Tabelle 10 zeigt die gesamthaft gedüngten Mengen in den Verfahren ME und MA. Im Verfahren MA wurden mit 146 kg N/ha ca. 3.3 % weniger Stickstoff pro Hektar ausgebracht als im Verfahren ME. Diese Einsparung gilt es aber zu relativieren, da aufgrund des Auswaschungsrisikos die empfohlene Düngermenge im Verfahren MA vom Versuchsverantwortlichen bei der 2. Gabe um 20 kg N/ha reduziert wurde. Weiter zeigte die Messung mit dem N-Tester zum Zeitpunkt der (nicht durchgeführten) dritten Düngergabe erneut eine N-Empfehlung von 100 kg/ha. Daher ist davon auszugehen, dass die totale N-Menge im MA-Verfahren über den Mengen im ME-Verfahren gelegen hätte.

Tabelle 10: Übersicht über die Düngergaben in den zwei Verfahren

Gabe	Mensch (ME)				Maschine (MA)			
	kgN/ha	Dünger	kg/ha m ³ /ha	Verteilung	kgN/ha	Dünger	kg/ha m ³ /ha	Verteilung
Herbst	31	Rinder- gülle	31	homogen	31	Rinder- gülle	31	homogen
N_{min} Frühling	0-30 cm: 15 30-60 cm: 10 60-90 cm: 10	N _{min} nicht mit- einbezog- en			0-30 cm: 22 30-60 cm: 14 60-90 cm: 8	N _{min} mit- einbezog- en		
1 (Besto- ckung)	35 25	Rinder- gülle Mg- Ammon- salpeter 24% N + 7% S	35 104	homogen	35 0	Rinder- gülle Mg- Ammon- salpeter 24% N + 7% S	35 0	homogen
2 (Schos- sen)	60	Ammon- salpeter 27% N + 2.5% Mg	222	homogen	80	Ammon- salpeter 27% N + 2.5% Mg	296	homogen , da at.farm nicht verfügbar war
3	Keine Gabe	Keine Gabe	Keine Gabe	Keine Gabe	Keine Gabe	Keine Gabe	Keine Gabe	Keine Gabe
Total kgN/ha	151				146			

Die geplante Differenzierung der 2. Düngergabe im Verfahren MA durch den Einsatz von Satellitenbildern auf der Plattform Atfarm konnte leider nicht durchgeführt werden, da sich die Plattform zum Zeitpunkt der Düngung in einer technischen Umstellung befand und trotz Kontaktaufnahme mit Verantwortlichen bei Yara keine Satellitenbilder für die Schweiz nutzbar waren.

Zwischenzeitlich ist es nun wieder möglich, dass man über einen kleinen Trick bei der Angabe des Bundeslandes auf der Yara Atfarm-Plattform Satellitenbilder für die Schweiz nutzen kann. Dieser Trick wurde im Rahmen des Verfassens dieses Versuchsberichts angewandt, um rückwirkend eine Applikationskarte für den Düngetermin am 28.04.21 zu rechnen. Am 26.04.21 wurde für das Gebiet um Tänikon eine Satellitenaufnahme gemacht. Diese ist in Abbildung 30 als NDVI (linkes Bild) und als N-Sensor-Ansicht (rechtes Bild) dargestellt. Bei der N-Sensor-Ansicht fällt die bereits angesprochene feinere und spätere Sättigungsabstufung auf. Weiter sind auf der westlichen Feldseite Randeffekte sichtbar. Im Versuchsdesign wurden deshalb Fahrgassen an den Versuchsrändern ausgespart.

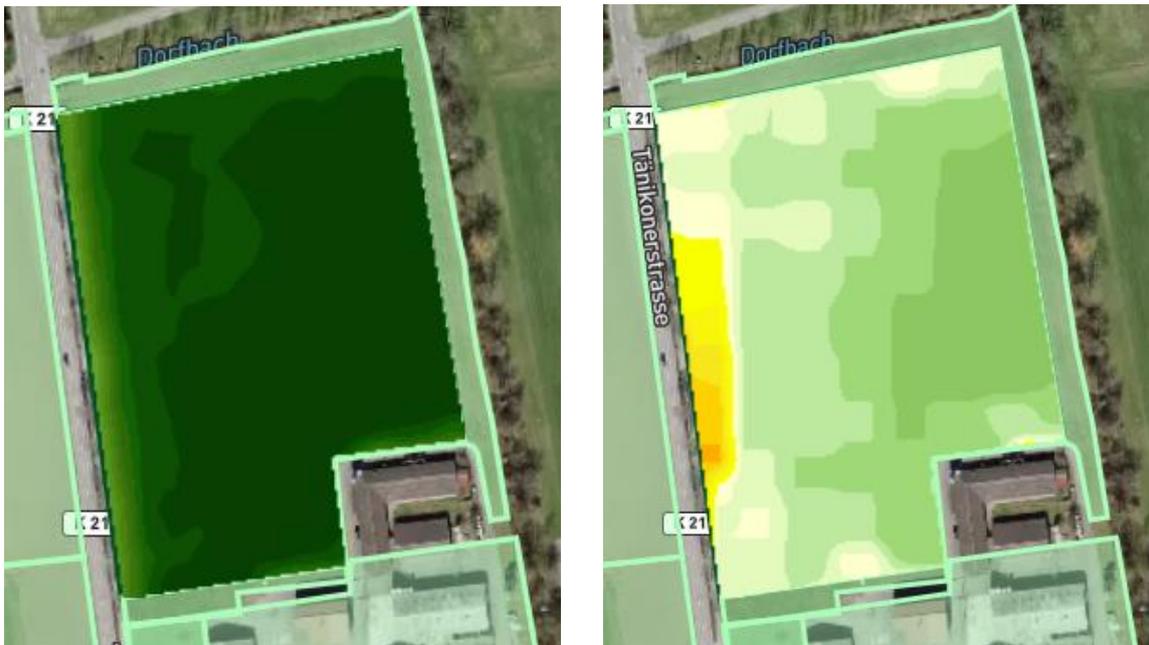


Abbildung 30: Rückblickender Vergleich des NDVI (links) und der Yara N-Sensor-Ansicht (rechts).

Abbildung 31 zeigt die von der Plattform aufgrund des N-Sensor-Indizes gerechnete Zonenkarte für die Generierung einer Applikationskarte. Die Zonenkarte ist grob aufgelöst und gruppiert Punkte mit ähnlichen Werten zu einer Teilfläche. Die in Abbildung 32 dargestellte Rasterkarte hingegen generiert einen Wert pro 20x20 m Pixel. Da wir in diesem Versuch den Schwerpunkt auf eine möglichst praxisnahe

Anwendung der teilflächenspezifischen Düngung gelegt haben, hätten wir mit der Rasterkarte gearbeitet. Aus diesem Grund hätte in der Teilfläche MA auch unter Einbezug einer Applikationskarte keine Differenzierung stattgefunden.

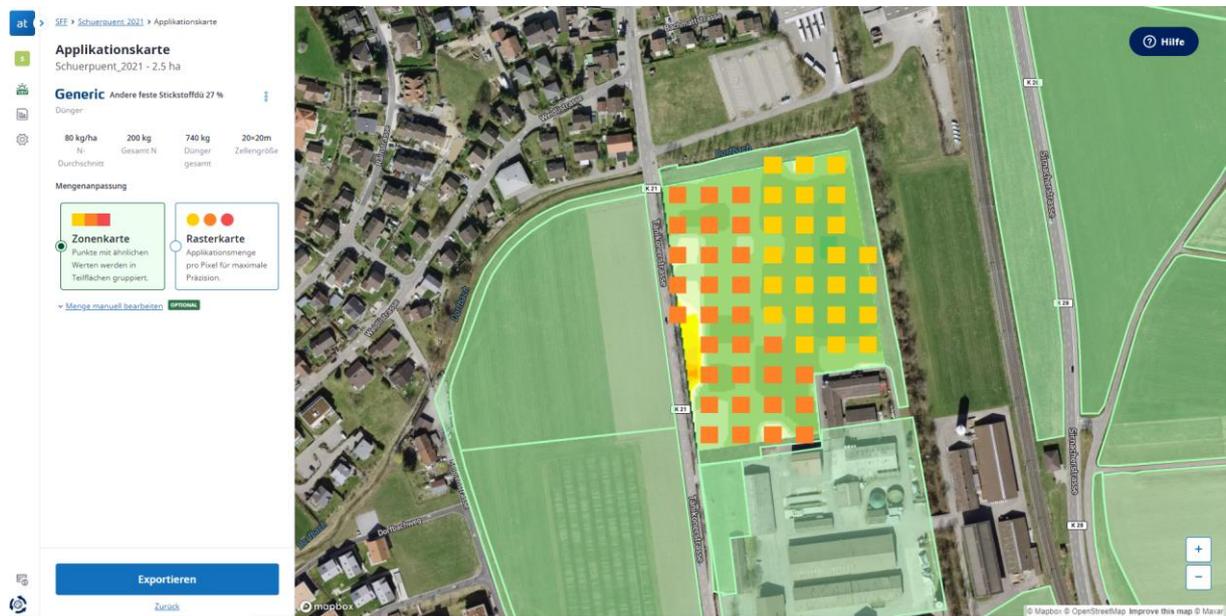


Abbildung 31: Zonenkarte für teilflächenspezifische Düngung am 28.4.2021

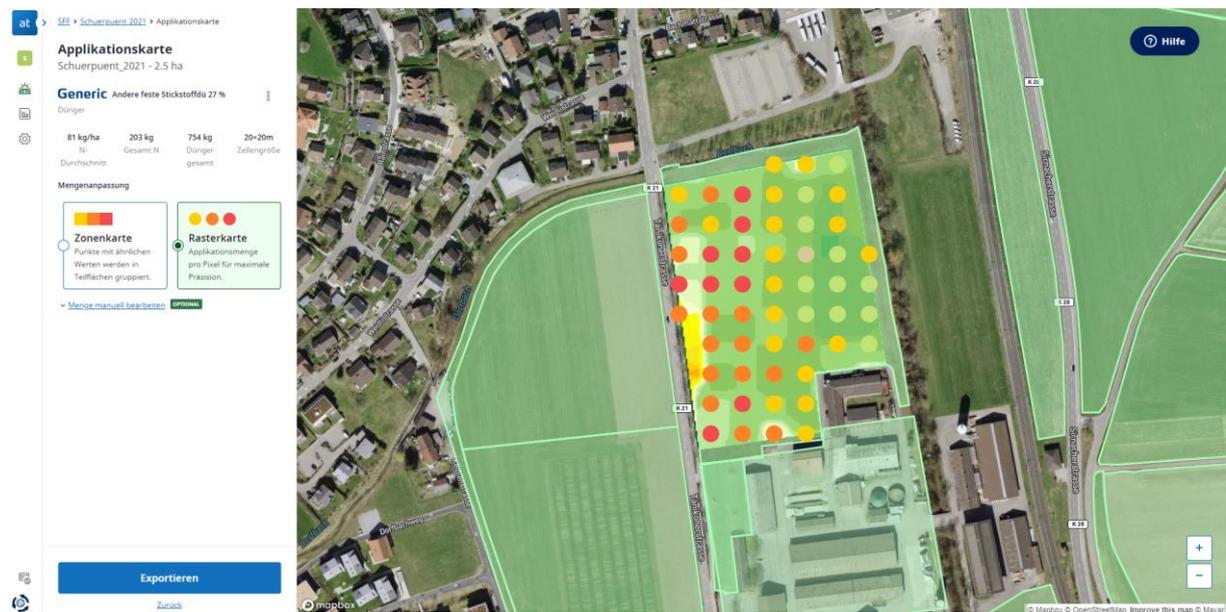


Abbildung 32: Rasterkarte für die teilflächenspezifische Düngung am 28.4.2021

Resultate

Im Versuch wurden begleitend zur Ertragserfassung nach der zweiten Düngergabe am 28.04.2021 und zum Zeitpunkt der angedachten, aber nicht durchgeführten dritten Düngergabe am 01.06.2021 auf je 2x1 m² der Blattmasseertrag (siehe Abbildung 33) in den zwei Verfahren sowie in den beiden Null-Parzellen erhoben. Der Blattmasseertrag in den beiden Verfahren liegt zu beiden Zeitpunkten über den gemessenen Werten in der Null-Parzelle. Weiter nimmt der Blattmasseertrag in allen Verfahren im zeitlichen Verlauf der zwei Messtermine zu. Zum Zeitpunkt der ersten Messung liegt das Blattmassegewicht im Verfahren MA mit 4.87 t/ha am höchsten. Dieses Resultat erstaunt, da bei der ersten Düngergabe im Verfahren ME zusätzlich zu den 35 kg N/ha Gülle (beide Verfahren), 25 kg N/ha in Form von Mg-Ammonsalpeter gedüngt wurden. Bei der Messung am 01.06.2021 war der Blattmasseertrag im Verfahren ME mit 6.25 t/ha am höchsten. Bis zu diesem Zeitpunkt wurden im Verfahren ME 151 kg N/ha und im Verfahren MA 146 kg N/ha gedüngt.

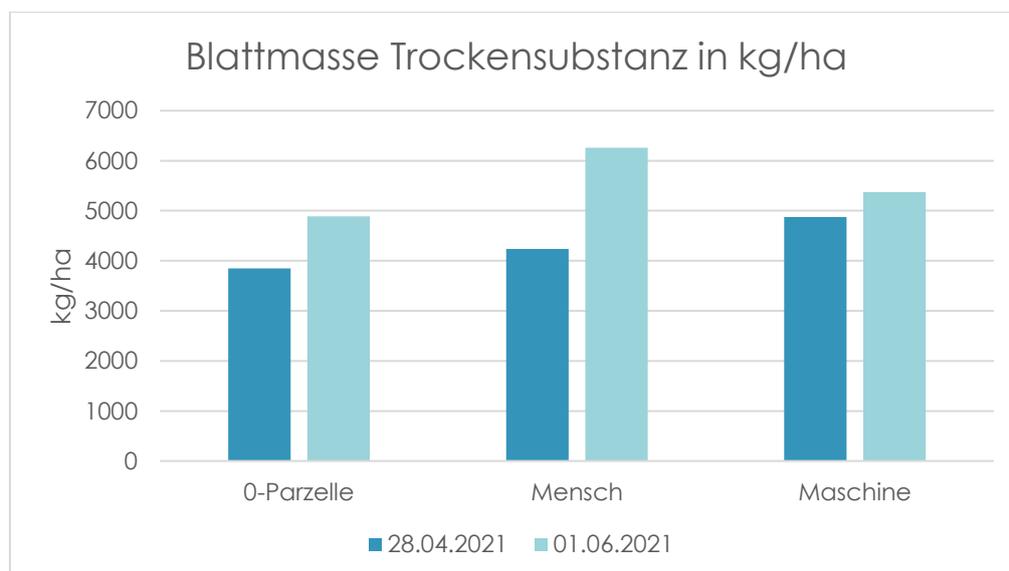


Abbildung 33: Bestimmung der Blattmasse in den Verfahren an je zwei Messpunkten von 1m²

Für die Ertragserfassung zur Ernte am 29.07.2021 wurden die Verfahrenspartzen (exkl. Vorgewende und Randstreifen) gedroschen, in Kipper verladen und gewogen. Die Erträge in den Null-Parzellen wurden aufgrund deren Kleinräumigkeit (4x6 m) nicht separat erhoben. Die Erträge in den beiden Teilparzellen liegen mit 78.5 dt/ha im Verfahren MA und 77.1 dt/ha im Verfahren ME jeweils über dem Felddurchschnitt von 74.7 dt/ha. Die Erträge sind in Abbildung 34 zusammengefasst. Da in beiden Verfahren eine ähnliche N-Menge gedüngt wurde, die Parzelle in den Versuchsabschnitten homogen ist und der Dünger im Verfahren MA aufgrund der nicht verfügbaren Luftbilder homogen ausgebracht wurde, ist es nicht erstaunlich, dass die Erträge sehr nahe beieinander liegen.

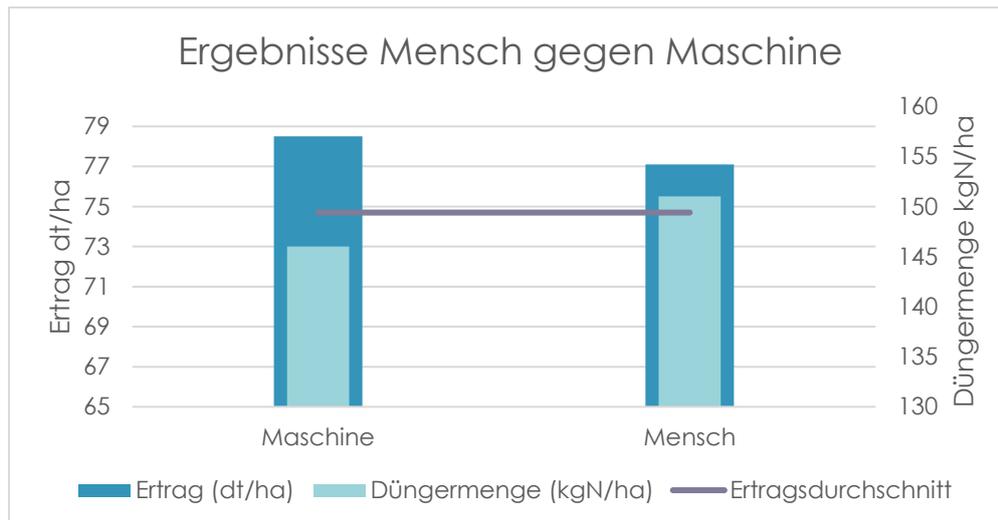


Abbildung 34: Ausgebrachte N-Mengen und gemessener Ertrag in den beiden Verfahren bei 12 % Feuchtigkeit

Erkenntnisse zur Anwendung des getesteten Produkts in der Schweiz

Das Ziel dieses Versuchs war es, den am Markt verfügbaren N-Tester Bluetooth in Kombination mit der Atfarm-Plattform, auf welcher aktuelle Satellitenbiomassekarten bereitgestellt werden, im Praxiseinsatz zu testen und Erkenntnisse für die Anwendung in der Schweiz zu sammeln.

N-Tester Bluetooth

Die Nutzung des N-Testers Bluetooth in Kombination mit der Yara Irix-App (neuerdings kann der N-Tester direkt über die Atfarm-App genutzt werden) stellte anfänglich eine erste Hürde dar, da dieser mit einem älteren iPhone 5S keine Verbindung herstellte. Mit dem im Büro vorhandenen Android-Smartphone WIKO Prime View klappte die Verbindung dann aber umgehend. Der N-Tester wurde daraufhin in der App registriert. Die Menüführung in der App und die Messung im Feld waren selbsterklärend und funktionierten gut. Für die Bestimmung der N-Unter- respektive Überversorgung des Weizens wurde der N-Tester für eine Vielzahl an Weizensorten kalibriert. Für die Schweiz stehen lediglich die Futterweizensorte Mulan und die Sorte Genius (Kl. I) zur Verfügung. Für den Versuch wurde die Sorte Mulan verwendet. Obwohl es für die erwähnten Sorten eine Kalibration gibt, sind diese nicht für die Schweiz als Standort mit entsprechendem Wetter und Sonnenscheinstunden optimiert. Weiter wird in der Software keine Rücksicht auf vorhandene in der Schweiz vorhanden legislative Düngeeinschränkungen genommen. Mit diesen Argumenten lassen sich auch die hohen Düngeempfehlungen, die uns der Sensor bei den Messterminen am 28.04.2021 und 02.06.2021 empfahl, erklären. Versuchstechnisch hätte es Sinn gemacht, zumindest auf einem kleinen Streifen die vorschgeschlagenen 100 kg N bei der zweiten

Düngergabe auszubringen. Dies müsste bei einer erneuten Versuchsdurchführung beachtet werden.

Atfarm-Plattform

Die Atfarm-Plattform steht den Nutzenden bereits seit einigen Jahren als kostenloses Tool zur Anzeige von Biomasseunterschieden und Erstellung von Applikationskarten zur Verfügung, welches sich durch eine einfache Bedienung auszeichnete und nebst dem NDVI auch einen Biomasse-Index anbot, welcher zu späteren Zeitpunkten sättigte. Im Frühjahr 2021 erfolgte eine Umstellung auf der Plattform, die in einem kostenpflichtigen Service mündete. Die Nutzung der Plattform kostet nun 195 Euro/Jahr. In Kombination mit dem N-Tester Bluetooth sind es 395 Euro/Jahr (Stand der Preise 31.01.2022). Mit der Umstellung fiel leider auch die Verfügbarkeit des Services für die Schweiz weg, sodass wir keine Satellitenbilder miteinbeziehen konnten. Aus diesem Grund haben wir den Dünger auch im Verfahren MA homogen ausgebracht. Wie sich beim Schreiben dieses Versuchsberichtes und erneuter Überprüfung herausstellte, sind die Atfarm-Services nach wie vor nicht mehr offiziell (der Work-Around ist weiter oben beschrieben) für die Schweiz verfügbar. Aus diesem Grund sind sie für Schweizer Landwirtinnen und Landwirte nicht nutzbar.

Zusammenfassung

Die Vielzahl neuer am Markt verfügbarer Sensoren und Apps macht es für die Betriebe schwierig, sich einen Überblick zu verschaffen, und „die Spreu vom Weizen“ zu trennen. Mit diesem plakativ angelegten Versuch zur Düngung wurde ein ausgewählter Sensor in Kombination mit einer Webplattform für die teilflächenspezifische Düngung getestet. Während der Sensor N-Tester Bluetooth in der praktischen Handhabung überzeugte, ist der Nutzen für Schweizer Betriebe aufgrund der fehlenden Sorten- und Standortkalibrationen derzeit leider nicht gegeben. Ansonsten wäre der N-Tester ein interessantes Hilfsmittel, um die Pflanzenbauerin und den Pflanzenbauer im Entscheidungsprozess zur Wahl der Düngermengen zu unterstützen.

Die Plattform Atfarm erwies sich in den letzten Jahren als gutes Tool zur Generierung von Applikationskarten. Mit der Plattformumstellung und der damit wegfallenden Verfügbarkeit des Services für die Anwendung in der Schweiz, kann die Plattform hierzulande nicht mehr genutzt werden. Im Versuch musste das leider schmerzlich festgestellt werden, als die Services im Frühjahr plötzlich nicht mehr zur Verfügung standen. Dies zeigt deutlich, dass eine Nutzung von Cloud-Services nebst all den Vorteilen, die sie bietet, immer mit Vorsicht genossen werden muss.

Quellen

Argento F. et al. (2021): Site-specific nitrogen management in winter wheat supported by low-altitude remote sensing and soil data. *Precision Agriculture* 22 (2-3).

Levy L. und Brabant C. (2016): Die Kunst, den Stickstoffdünger für einen optimalen Ertrag und Proteingehalt von Weizen aufzuteilen. *Agrarforschung Schweiz* 7 (2): 80-87.

1.6 Schardruck-Versuch bei Zuckerrüben 2019 - 2021

Kontakt

Nils Zehner, Swiss Future Farm, nils.zehner@agcocorp.com

Zielsetzung

Ziel dieser Studie war es, mit Hilfe des automatischen Schardruck-Regelsystems DeltaForce™ unterschiedliche Schardrücke bei der Aussaat anzuwenden und den daraus resultierenden Ertrag bei Zuckerrüben zu untersuchen.

Versuchsaufbau

Die Studie wurde auf der Swiss Future Farm als Streifenversuch von 2019 bis 2021 mit folgenden Einstellung beim Schardruck (DF = down force) durchgeführt:

- Auto DF Standard (45 kg) = automatisch nachregulierter Schardruck mit Zielwert 45 kg
- Fixed DF (45 kg) = fix eingestellter Schardruck auf 45 kg

Alle Versuchsstreifen wurden mit einer Ablagetiefe von 3.8 cm und einer Saatstärke von 100'000 Pflanzen pro Hektar gesät, wobei der vom DeltaForce-System von Precision Planting ausgeübte Schardruck zwischen den oben beschriebenen Einstellungen geändert wurde. Die Aussattermine in den Versuchsjahren lagen in der letzten Märzwoche und in der ersten Aprilwoche.

Resultate

Die Versuchsparzellen wurden im Oktober oder November eines jeden Versuchsjahres gerodet.

Die Versuchsvariante mit automatischer Schardruck-Regulierung (Automatic Standard DF) hatte im Durchschnitt der Versuchsjahre mit 81.7 t/ha einen leichten Ertragsvorteil gegenüber der festen Schardruck-Einstellung (Fixed DF) mit 79.6 t/ha (Abbildung 35), so dass eine Ertragssteigerung von 2.6 % erzielt werden konnte, wenn die Aussaat mit der automatischen Schardruck-Regulierung von Precision Planting DeltaForce anstelle des herkömmlichen fix eingestellten Schardrucks erfolgte.

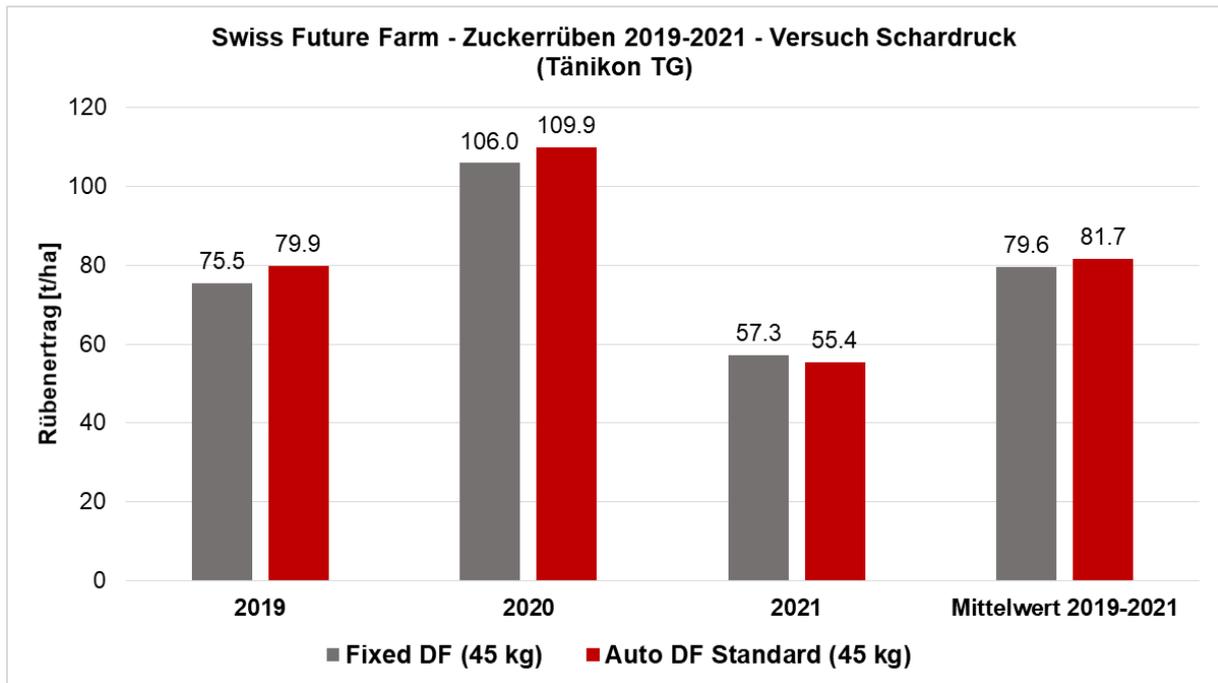


Abbildung 35: Rübenenerträge des Schardruck-Versuchs bei Zuckerrüben (Swiss Future Farm 2019-2021).

Der höchste Zuckergehalt von 17.43 % wurde mit der Einstellung "Fixed DF (45 kg)" erzielt, während die Einstellung "Auto Standard DF (45 kg)" einen niedrigeren Zuckergehalt von durchschnittlich 17.28 % aufwies (Abbildung 36).

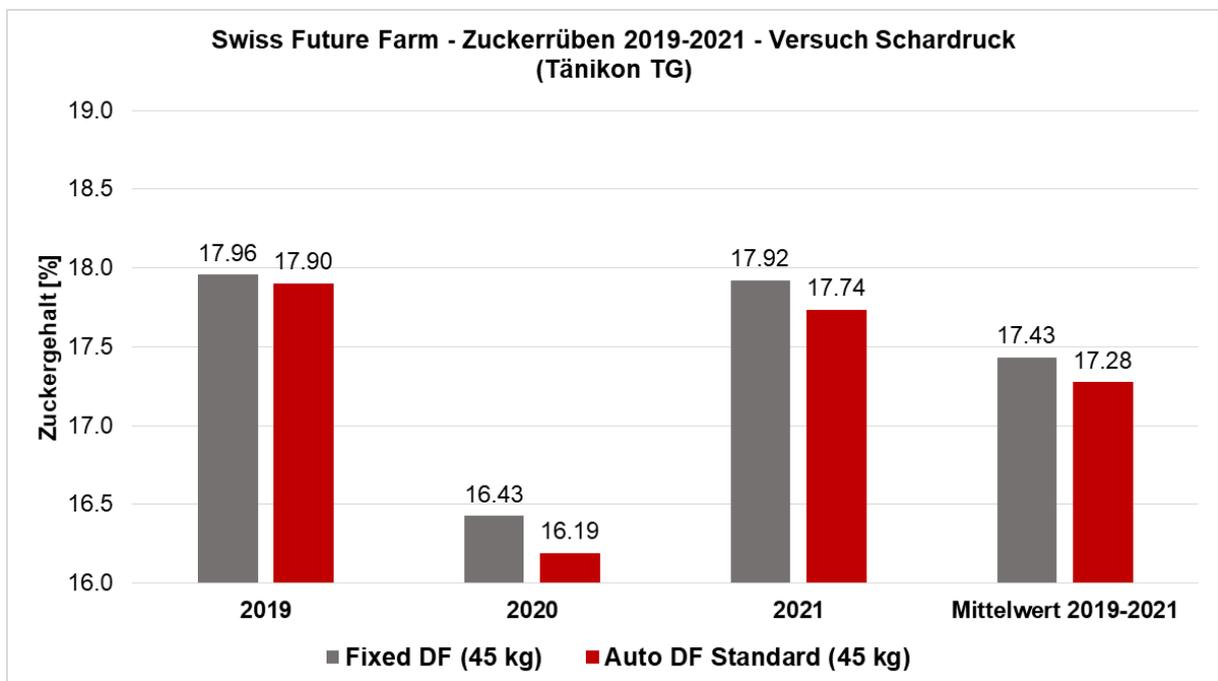


Abbildung 36: Zuckergehalte des Schardruck-Versuchs bei Zuckerrüben (Swiss Future Farm 2019-2021).

Im Durchschnitt der Versuchsjahre lieferte die automatische Schardruck-Einstellung mit 12.4 t/ha den höchsten Zuckerertrag im Vergleich, während die Versuchsstreifen mit

fix eingestelltem Schardruck einen etwas geringeren Zuckrertrag von 12.2 t/ha erzielten (Abbildung 37).

In unserer Studie beläuft sich die Steigerung des Zuckrertrags, die bei Aussaat mit dem automatisch angepassten Schardruck von Precision Planting DeltaForce anstelle des herkömmlichen fix eingestellten Schardrucks erzielt werden kann, auf 1.6 %.

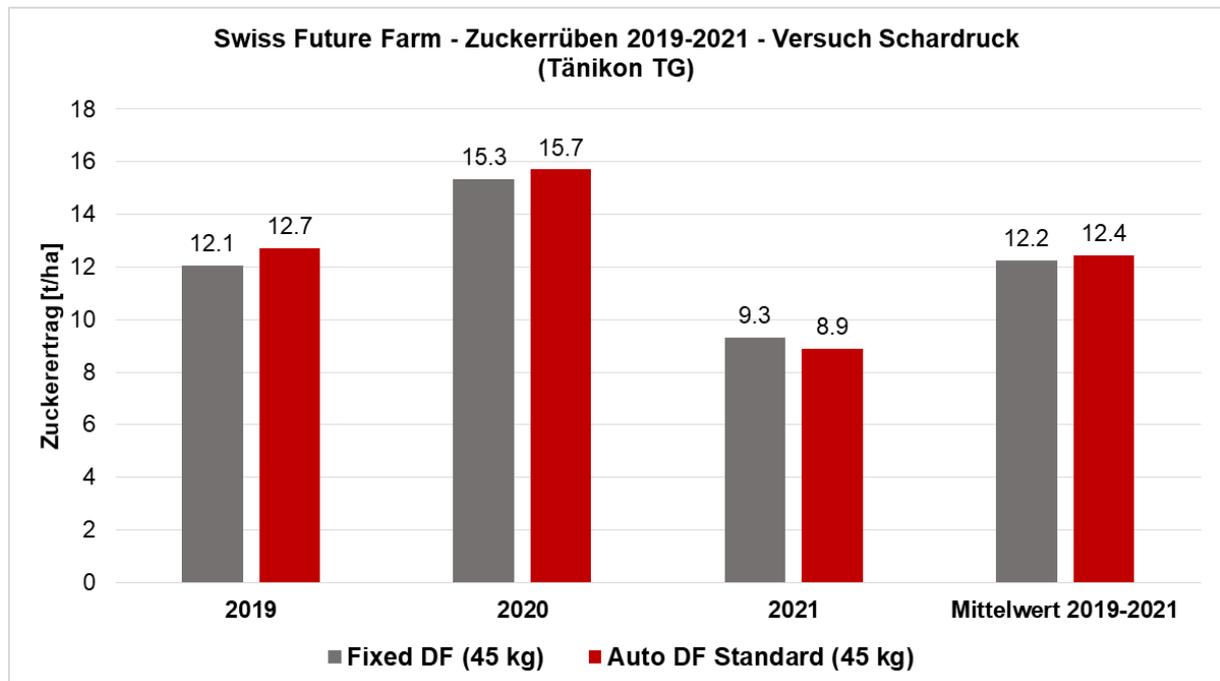


Abbildung 37: Zuckrerträge des Swiss Future Farm 2019-2021 Schardruck-Versuchs bei Zuckerrüben.

Weitere Beobachtungen

Zuckerrüben, die mit automatischer Schardruckregelung mit Precision Planting DeltaForce gesät wurden, wiesen in den Versuchsjahren 2019 und 2020 einen Ertragsvorteil gegenüber dem konventionellen fixen Schardruck auf, als die Versuchsfläche auf Feldern mit ausgeprägter Bodenheterogenität lag, die durch die Anzahl der bei einer Bodenuntersuchung erfassten unterschiedlichen Bodenzonen angezeigt wurde, während die Versuchsfläche 2021 auf einem Feld mit weitgehend homogenen Bodenbedingungen lag (Abbildung 38).

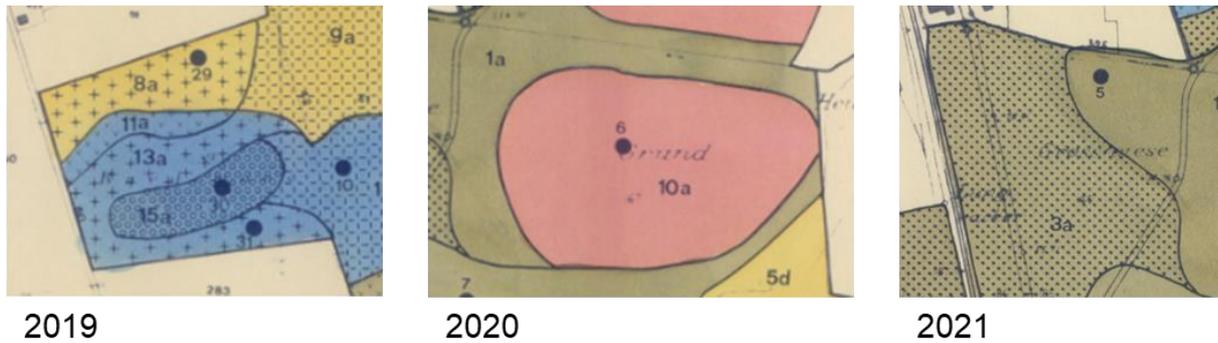


Abbildung 38: Bodenzonen in den Versuchspartellen des Swiss Future Farm 2019-2021 Schardruck-Versuchs bei Zuckerrüben.

Empfehlungen und technische Lösungen

- Die automatische Schardruckregelung mit Precision Planting DeltaForce™ gewährleistet eine gleichbleibende Ablagetiefe auch bei heterogenen Bodenverhältnissen.
- Mit dem Precision Planting 20/20 Gen3 Terminal werden die Einstellungen der Sämaschine in hoher Auflösung überwacht und dokumentiert, hierdurch erfolgt eine Information an den Anwender, wenn eine Anpassung des Schardrucks aufgrund der Bodenbedingungen erforderlich ist.
- Das Lenksystem Fendt Guide mit RTK ermöglicht eine Aussaat mit maximaler Genauigkeit und hohem Bedienkomfort.
- Die Lenksystem-Funktionalität des Fendt Contour Assistant ermöglicht während der Aussaat eine optimale Anpassung der Spurlinien an die Konturen des Feldes.



Abbildung 39: Einzelkorn-Sämaschine mit DeltaForce-Schardruck-Regelungssystem auf der Versuchsfläche.

Ökonomische Betrachtung

Bei einer Gesamtbetrachtung der Versuchsjahre ergibt sich ein zusätzlicher Gelderlös von 52 CHF/ha durch die Aussaat mit automatisch angepasstem Schardruck mit dem Precision Planting DeltaForce-System bei Zuckerrüben (Abbildung 40).

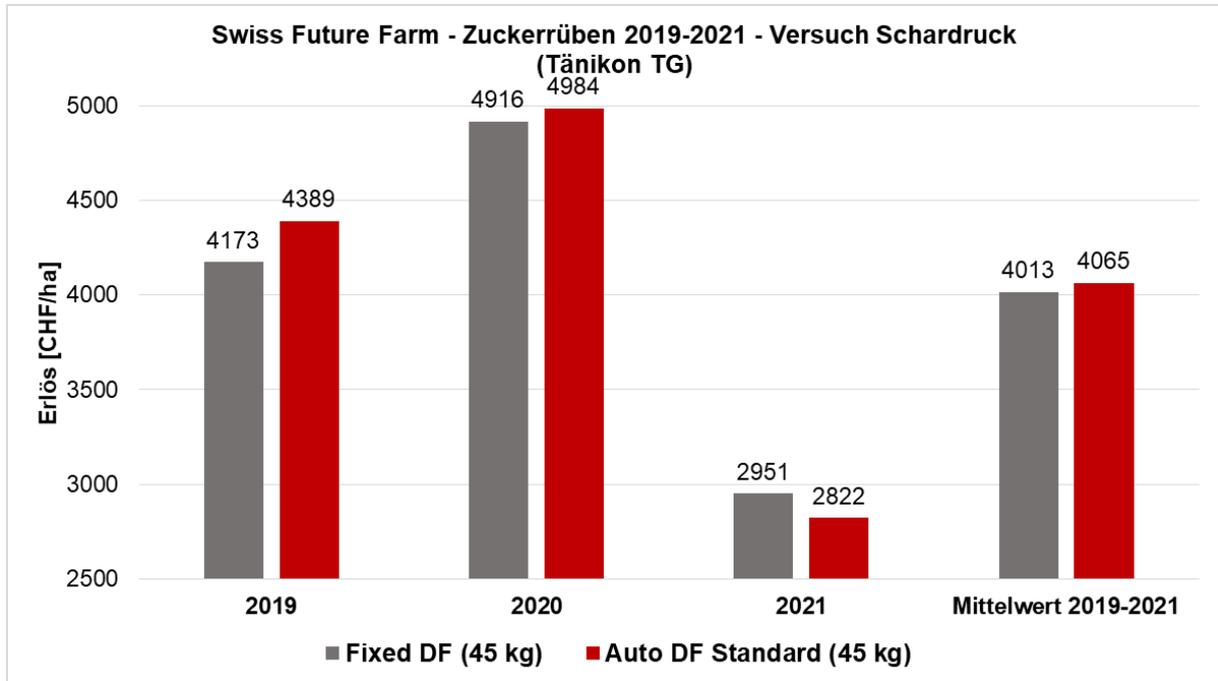


Abbildung 40: Erlöse des Schardruck-Versuchs bei Zuckerrüben (Swiss Future Farm 2019-2021).

Die Annahmen für die ökonomische Betrachtung beruhen auf den Bedingungen des Schweizer Zuckerrübenanbau- und Liefervertrags zwischen der Schweizer Zucker AG und dem Schweizerischen Verband der Zuckerrübenpflanzer von 2021.

Grundpreis Zuckerrübe: 45.00 CHF/t

Aufschlag oder Abzug pro Tonne Zuckerrübe pro 0.1 % Zuckergehalt:

- < 15 %: - 0.35 CHF
- 15.0-16.0 %: 0.00 CHF (Grundpreis ohne Aufschlag oder Abzug)
- > 16%: + 0.35 CHF

Versuchsübersicht

	<p>Swiss Future Farm – Zuckerrüben 2019-2021 – Schardruck-Versuch Nils Zehner, AGCO Agronomy and Farm Solutions Team, nils.zehner@agcocorp.com</p>			
VERSUCHSÜBERSICHT		Standort (Kanton) Swiss Future Farm (TG)		Ertragssteigerung 2 %
		Kultur & Jahr Zuckerrüben 2019-2021		Einsparungen -
		Thema Schardruck		Effizienzsteigerung -
		Technologie Precision Planting DeltaForce		Mehrerlös 52 CHF/ha

1.7 Flüssigdünger-Versuch bei Zuckerrüben 2019 - 2021

Kontakt

Nils Zehner, Swiss Future Farm, nils.zehner@agcocorp.com

Zielsetzung

Ziel dieses Versuchs war es, die Pflanzenentwicklung und den Ertrag von Zuckerrüben zu vergleichen, die mit Flüssigdünger zur Aussaat unter Verwendung von Precision Planting FurrowJet und FlowSense gesät wurden, und Zuckerrüben, die ohne Flüssigdünger als Startgabe gesät wurden.

Versuchsaufbau

Der Versuch wurde von 2019 bis 2021 auf der Swiss Future Farm als Streifenversuch durchgeführt. Die folgenden Behandlungen wurden verglichen:

- Keine Flüssigdüngergabe zur Aussaat (Kontrolle)
- Flüssigdüngergabe Hasorgan 0-0-5 zur Aussaat (angewendet mit 1.16 kg K₂O/ha)

Die Aussaattermine lagen in allen Versuchsjahren in der letzten Märzwoche oder in der ersten Aprilwoche. Alle Versuchsstreifen wurden mit einer Ablagetiefe von 3.8 cm und einer Saatstärke von 100'000 Pflanzen pro Hektar gesät, wobei die automatische DeltaForce-Schardruckregelung auf einen Zielwert von 45 kg eingestellt war. Der Flüssigdünger wurde während der Aussaat mit dem FurrowJet- und FlowSense-Flüssigdüngersystem von Precision Planting ausgebracht.

Resultate

Die Versuchsparzellen wurden im Oktober oder November eines jeden Versuchsjahres gerodet.

Der Rübenenertrag ging im Durchschnitt der Untersuchungsjahre bei Anwendung von flüssigem Startdünger, im Vergleich zu keinem Flüssigdünger, geringfügig um 0.2 % zurück (Abbildung 41).

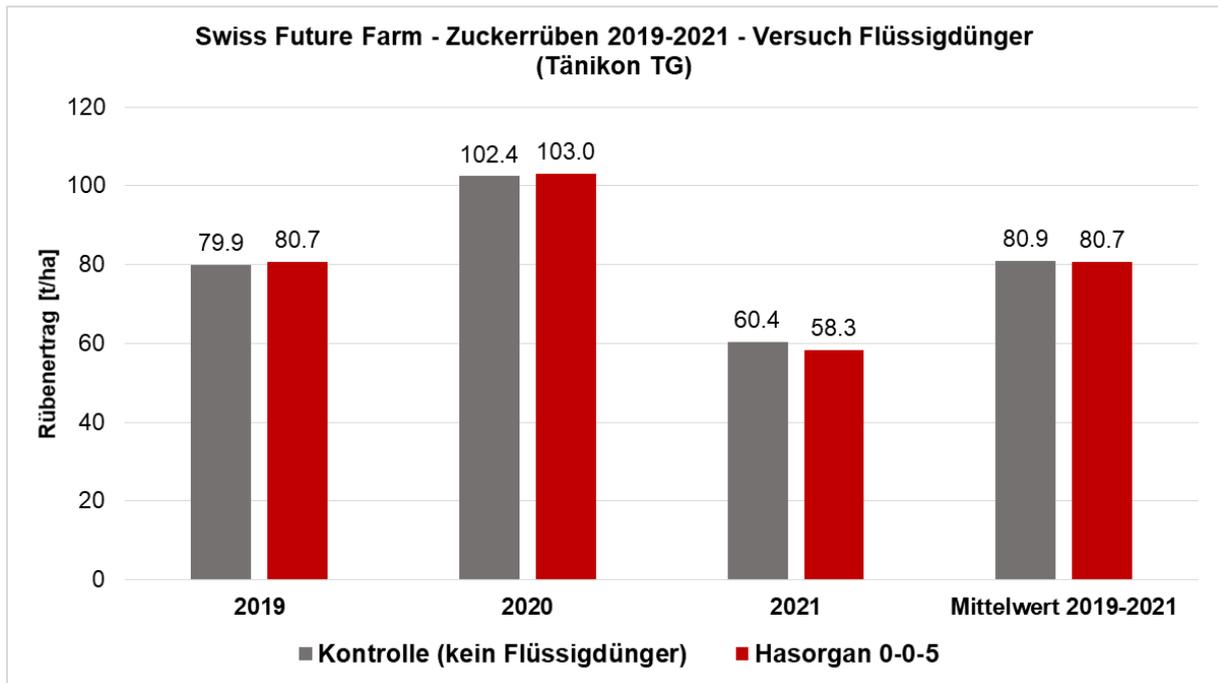


Abbildung 41: Rübenenerträge des Flüssigdünger-Versuchs bei Zuckerrüben (Swiss Future Farm 2019-2021).

Im Gegensatz dazu lag der Zuckergehalt bei der ungedüngten Kontrollvariante bei 17.32 % und bei den Versuchsstreifen mit flüssigem Starterdünger im Durchschnitt der Versuchsjahre bei 17.49 %, so dass eine Steigerung des Zuckergehalts um 0.17 % erzielt werden konnte (Abbildung 42).

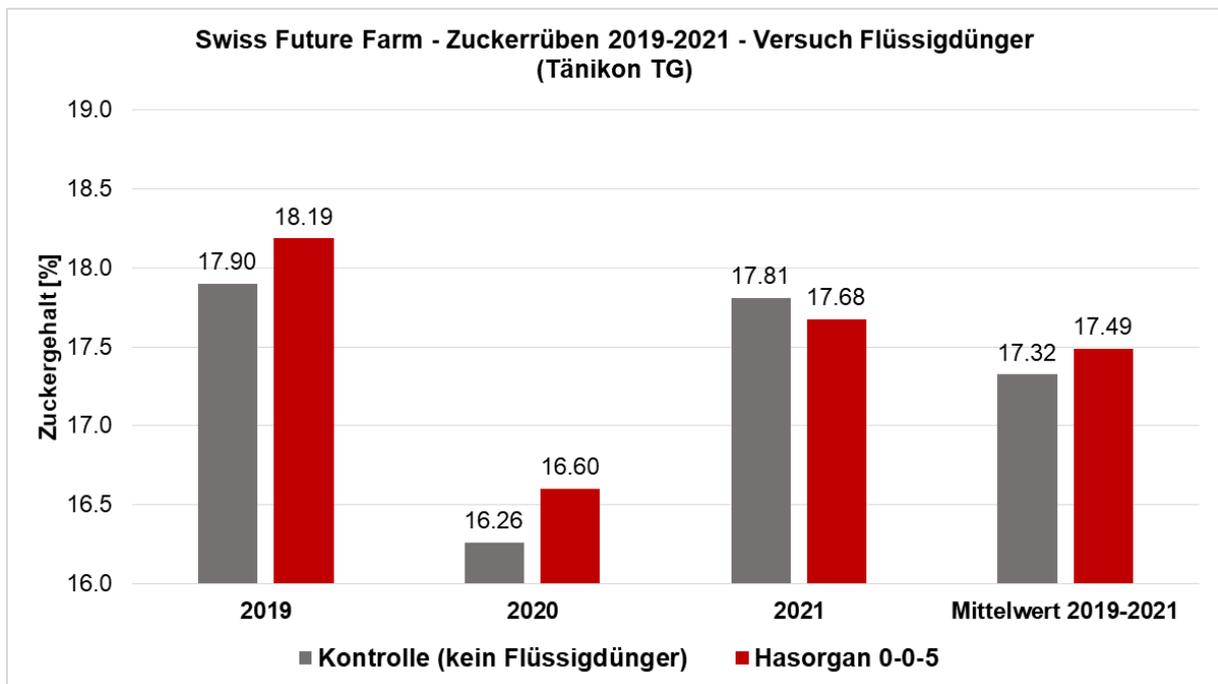


Abbildung 42: Zuckergehalte des Flüssigdünger-Versuchs bei Zuckerrüben (Swiss Future Farm 2019-2021).

Der Zuckerertrag war im Mittel der Versuchsjahre bei Flüssigdüngung mit Hasorgan 0-0-5 mit durchschnittlich 12.5 t/ha etwas höher als bei der Kontrollvariante ohne flüssigen Startdünger (Abbildung 43).

Die Steigerung des Zuckerertrags, die durch die Ausbringung von flüssigem Startdünger mit dem Precision Planting FurrowJet-System im Vergleich zu keinem Flüssigdünger erzielt werden konnte, betrug im Durchschnitt der Versuchsjahre 1.6 %.

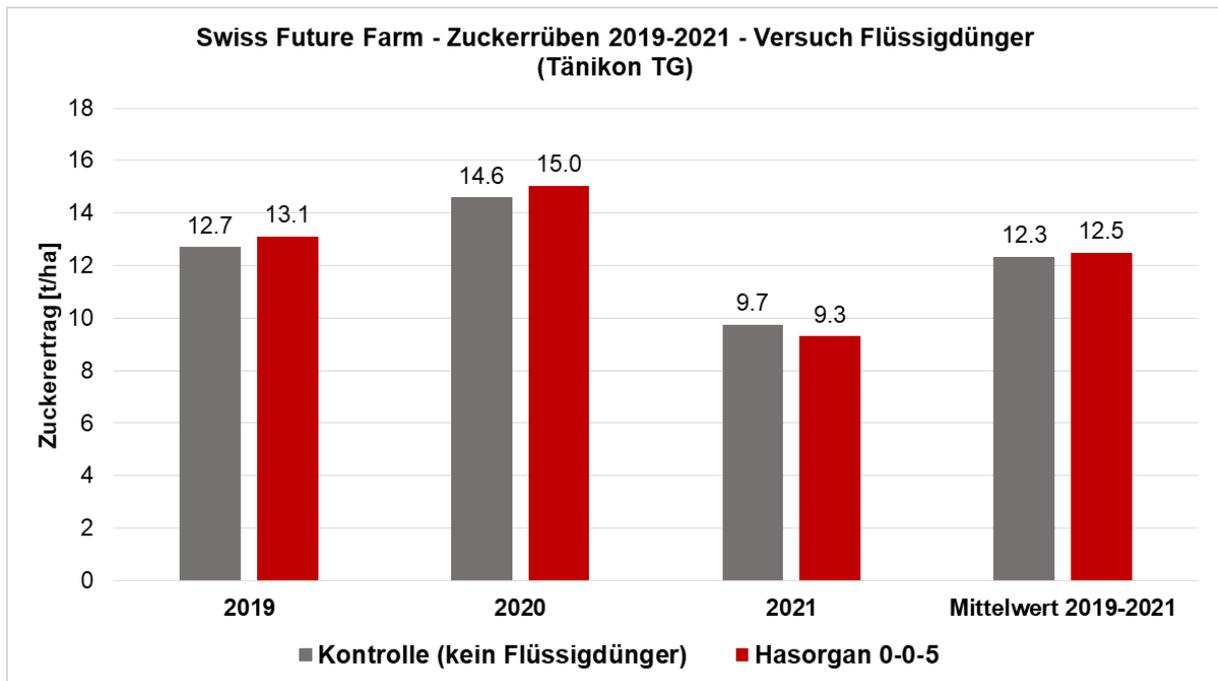


Abbildung 43: Zuckererträge des Flüssigdünger-Versuchs bei Zuckerrüben (Swiss Future Farm 2019-2021).

Weitere Beobachtungen

In den drei Versuchsjahren wurde der Feldaufgang zweimal während des Versuchs in der Wachstumsperiode bis zum 6-Blatt-Stadium gemessen. Die Ergebnisse zeigen, dass in allen Versuchsjahren keine deutlichen Unterschiede im endgültigen Feldaufgang zwischen Versuchstreifen mit und ohne Flüssigdüngerausbringung festgestellt werden konnten (Abbildung 44).

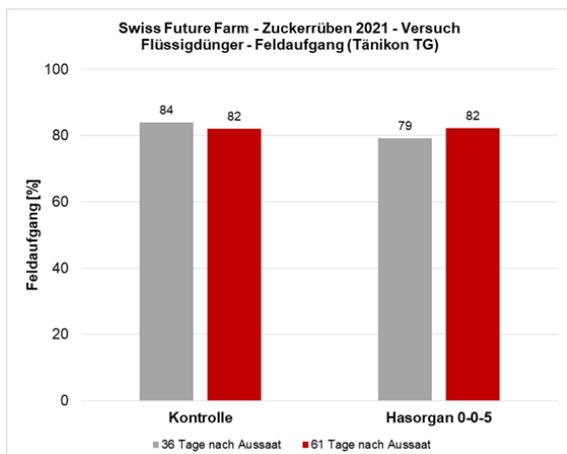
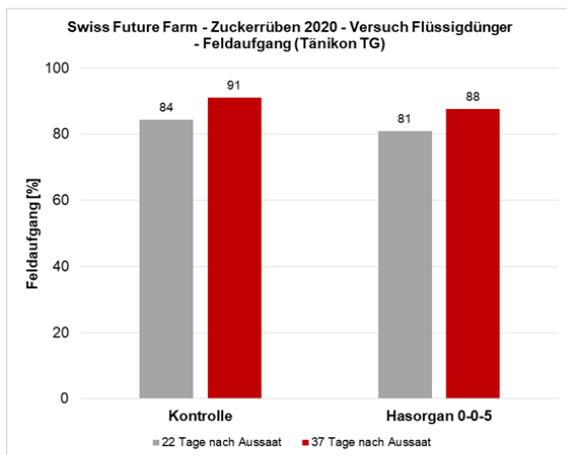
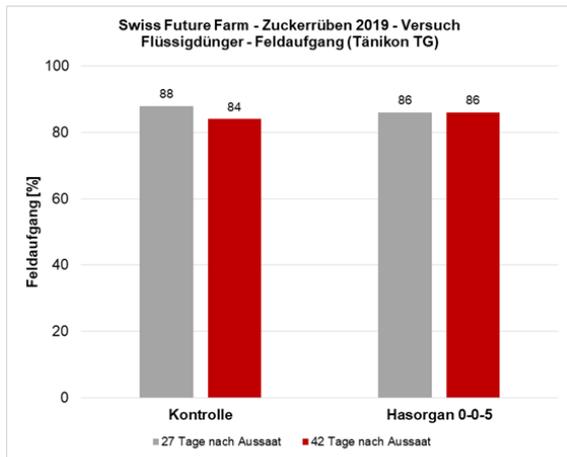


Abbildung 44: Feldaufgang des Flüssigdünger-Versuchs bei Zuckerrüben (Swiss Future Farm 2019-2021).

Empfehlungen und technische Lösungen

- Das FurrowJet-Flüssigdüngerausbringungssystem von Precision Planting ermöglicht eine exakte Platzierung des Düngers in der Saatzfurche.
- Mit dem Precision Planting 20/20 Gen3 Terminal wird die Funktion und Leistung der Sämaschine in hoher Auflösung überwacht und dokumentiert und ermöglicht dem Anwender einen genauen Überblick über alle Sämaschineneinstellungen und Ausbringungssysteme zu behalten.
- Das Lenksystem Fendt Guide mit RTK ermöglicht eine Aussaat mit maximaler Genauigkeit und hohem Bedienkomfort.

- Die Lenksystem-Funktionalität des Fendt Contour Assistant ermöglicht während der Aussaat eine optimale Anpassung der Spurlinien an die Konturen des Feldes.



Abbildung 45: Precision Planting-Säaggregat mit FurrowJet-Flüssigdüngersystem für die Aussaat der Versuchsparzellen.

Ökonomische Betrachtung

In einer Gesamtbetrachtung der Versuchsjahre betrug der zusätzliche Gelderlös durch die Ausbringung von flüssigem Startdünger mit dem Precision Planting FurrowJet-System bei Zuckerrüben im Durchschnitt 76 CHF/ha (Abbildung 46).

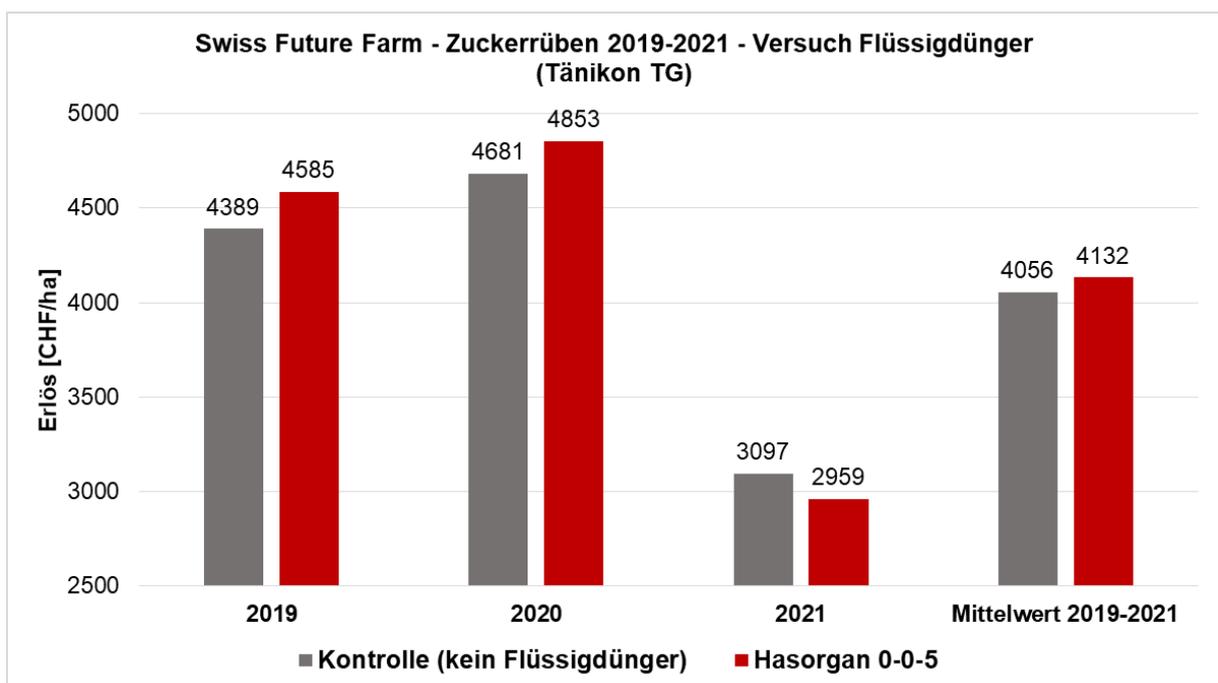


Abbildung 46: Erlöse aus den Versuchsstreifen des Flüssigdünger-Versuchs bei Zuckerrüben (Swiss Future Farm 2019-2021).

Die Annahmen für die ökonomische Betrachtung beruhen auf den Bedingungen des Schweizer Zuckerrübenanbau- und Liefervertrags zwischen der Schweizer Zucker AG und dem Schweizerischen Verband der Zuckerrübenpflanzer von 2021.

Grundpreis Zuckerrübe: 45.00 CHF/t

Aufschlag oder Abzug pro Tonne Zuckerrübe pro 0.1 % Zuckergehalt:

- < 15 %: - 0.35 CHF
- 15.0-16.0 %: 0.00 CHF (Grundpreis ohne Aufschlag oder Abzug)
- >16 %: + 0.35 CHF

Versuchsübersicht

VERSUCHSÜBERSICHT	 Swiss Future Farm – Zuckerrüben 2019-2021 – Flüssigdünger-Versuch Nils Zehner, AGCO Agronomy and Farm Solutions Team, nils.zehner@agcocorp.com			
		Standort (Kanton) Swiss Future Farm (TG)		Ertragssteigerung 2 %
		Kultur & Jahr Zuckerrüben 2019-2021		Einsparungen -
		Thema Flüssigdünger		Effizienzsteigerung -
		Technologie Precision Planting FurrowJet		Mehrerlös 76 CHF/ha

1.8 Ablagetiefe-Versuch bei Zuckerrüben 2019 - 2021

Kontakt

Nils Zehner, Swiss Future Farm, nils.zehner@agcocorp.com

Zielsetzung

Ziel dieses Versuchs war es, den Ertrag von Zuckerrüben zu bewerten, die mit unterschiedlichen Ablagetiefen gesät wurden, wobei eine Einzelkornsämaschine mit Precision Planting DeltaForce™-Schardruck-Regelungssystem zum Einsatz kam.

Versuchsaufbau

Die Studie wurde von 2019 bis 2021 auf der Swiss Future Farm (Tänikon, Kanton Thurgau, Schweiz) als Streifenversuch durchgeführt. Die folgenden Ablagetiefen wurden angewendet:

- 2.5 cm (praxisüblich)
- 3.8 cm (leicht tiefer)

Um eine konsistente Ablagetiefe zu gewährleisten, wurden beide Versuchsvarianten mit der automatischen DeltaForce-Schardruckregelung mit einem Zielwert von 45 kg und einer Saatstärke von 100'000 Pflanzen pro Hektar gesät. Die Aussattermine für den Versuch lagen in der letzten Märzwoche und in der ersten Aprilwoche.

Resultate

Die Versuchsparzellen wurden im Oktober oder November eines jeden Versuchsjahres gerodet.

Die höchsten Zuckerrübenenerträge im Durchschnitt der Versuchsjahre wurden in den Versuchsstreifen mit einer leicht tieferen Ablagetiefe von 3.8 cm (81.0 t/ha) erzielt, während die praxisübliche Ablagetiefe von 2.5 cm (74.4 t/ha) geringere Erträge lieferte (Abbildung 47).

Der erzielbare Mehrertrag bei Zuckerrüben betrug 8.9 %, wenn eine Ablagetiefe von 3.8 cm anstatt 2.5 cm angewendet wurde.

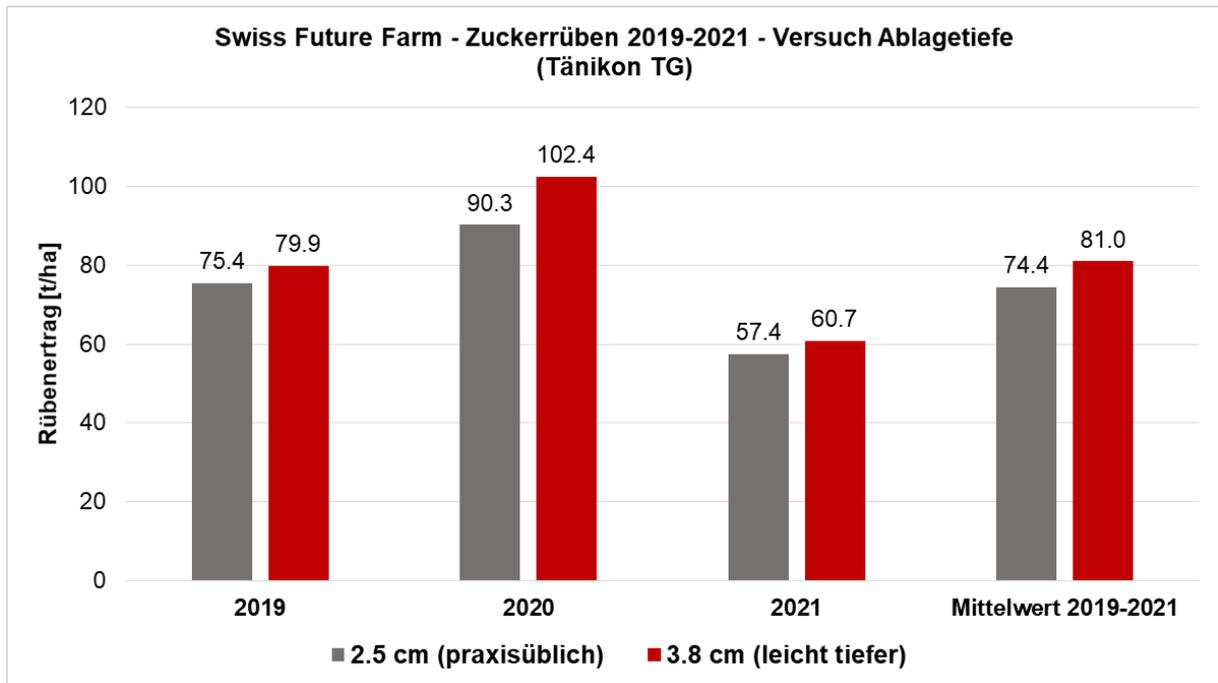


Abbildung 47: Rübenenerträge des Ablagetiefen-Versuchs bei Zuckerrüben (Swiss Future Farm 2019-2021).

Der höchste Zuckergehalt wurde bei Zuckerrüben erzielt, die in der praxisüblichen Ablagetiefe von 2.5 cm gesät wurden (17.47 %), während eine leicht tiefere Ablagetiefe einen geringeren Zuckergehalt von 17.28 % aufwies (Abbildung 48).

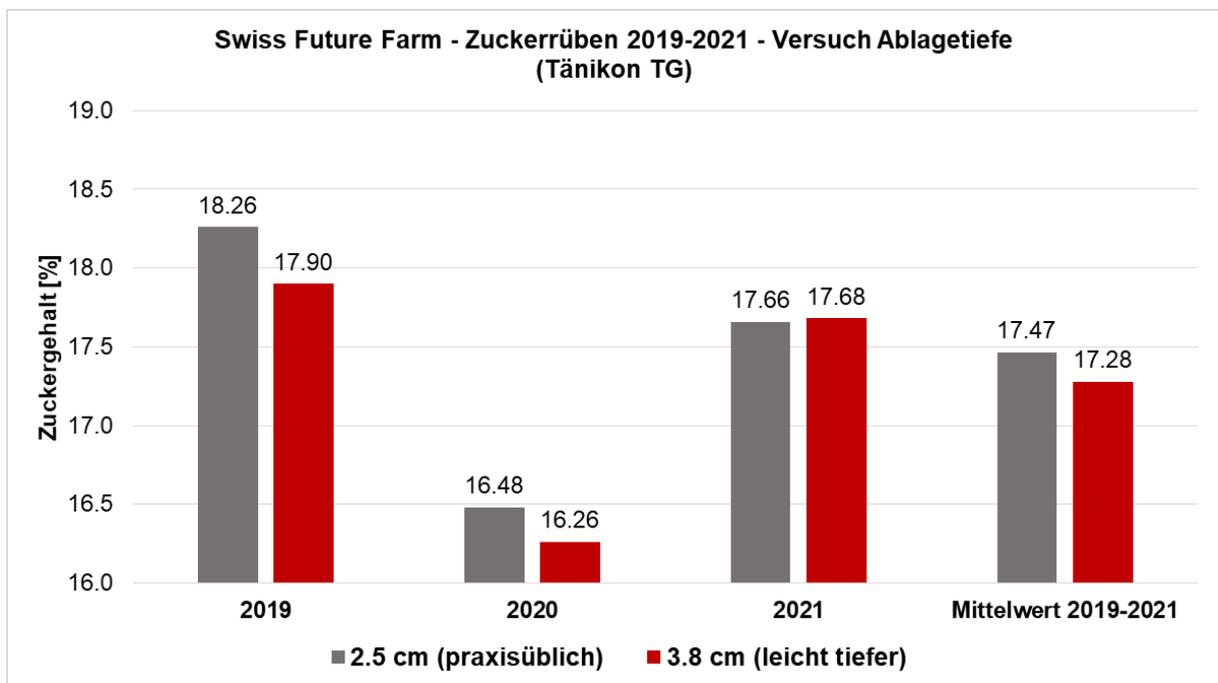


Abbildung 48: Zuckergehalte des Ablagetiefe-Versuchs bei Zuckerrüben (Swiss Future Farm 2019-2021).

Der höchste Zuckerertrag wurde in den Versuchsstreifen mit einer leicht tieferen Ablagetiefe von 3.8 cm erzielt, während der Zuckerertrag bei einer Ablagetiefe von 2.5 cm geringer ausfiel (Abbildung 49).

In unserem Versuch beträgt die Steigerung des Zuckerertrags, die durch eine Ablagetiefe von 3.8 cm statt 2.5 cm erzielt werden kann, durchschnittlich 7.0 %.

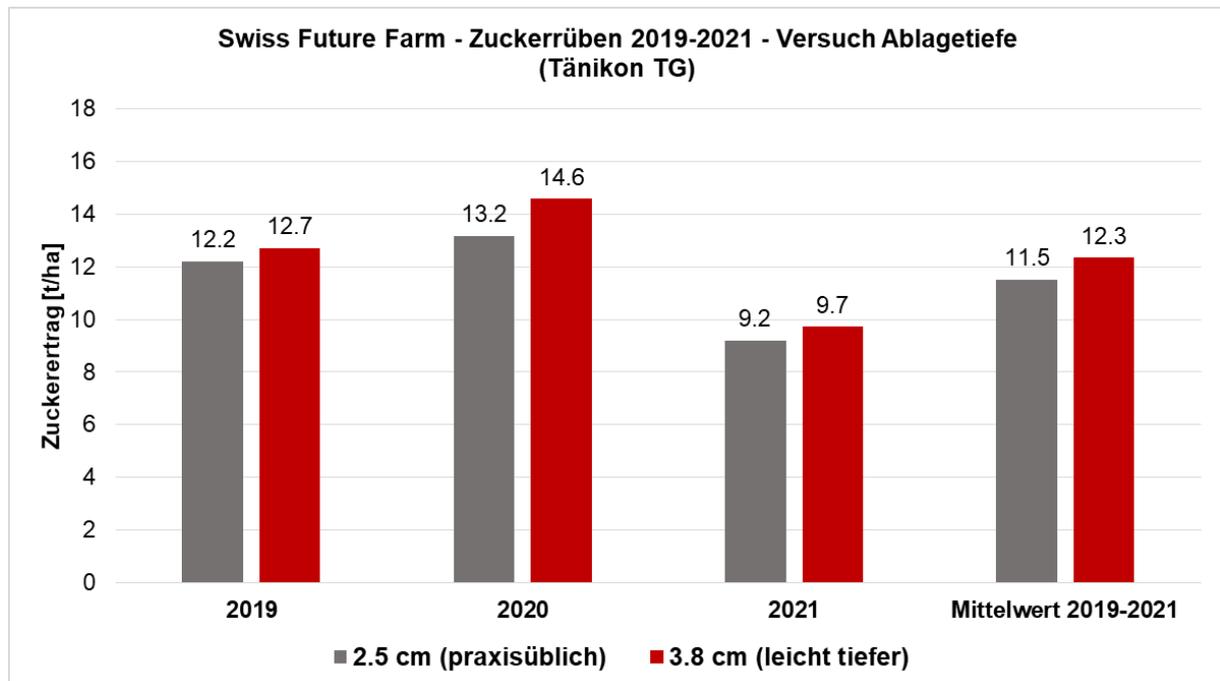


Abbildung 49: Zuckererträge des Ablagetiefe-Versuchs bei Zuckerrüben (Swiss Future Farm 2019-2021).

Weitere Beobachtungen

Der Ertragsvorteil von Zuckerrüben, die mit einer leicht tieferen Ablagetiefe von 3.8 cm gesät wurden, war in Jahren mit Frühjahrstrockenheit sehr deutlich, insbesondere im Jahr 2020 mit einer Frühjahrsperiode mit ausserordentlich geringen Niederschlägen während des Aussaat-Zeitraums für Zuckerrüben im März und April im Vergleich zum langjährigen Durchschnitt am Versuchsstandort (Abbildung 50). Eine leicht tiefere Ablage (3.8 cm) im Vergleich zur praxisüblichen Ablagetiefe (2.5 cm) ermöglichte es, das Saatgut während der Keimphase ausreichend feucht zu halten und somit bessere Auflaufbedingungen zu schaffen.

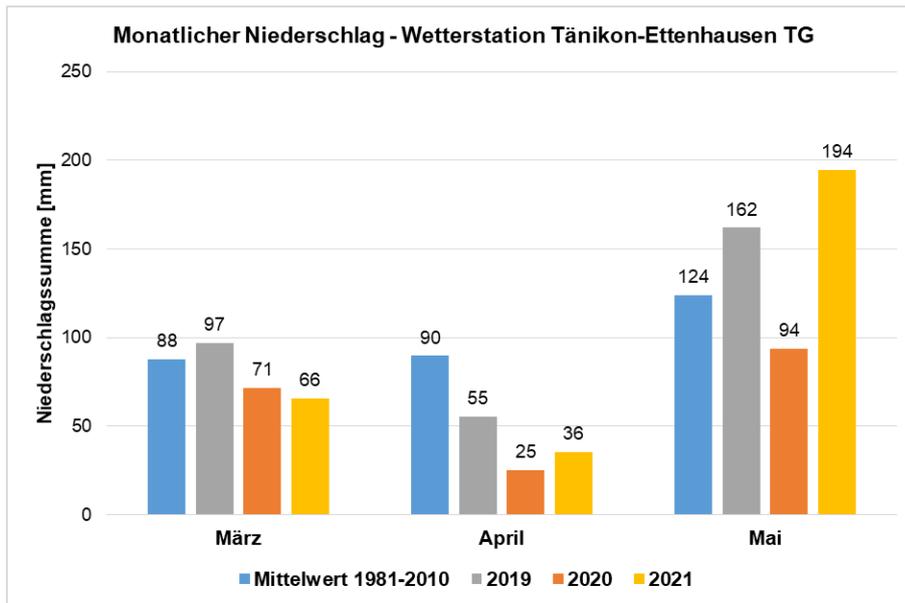


Abbildung 50: Niederschlag während der Frühjahrsmonate am Versuchsstandort in der Nordostschweiz 2019-2021 im Vergleich zum langjährigen Mittel.

Empfehlungen und technische Lösungen

- Eine leicht tiefere Ablage bei Zuckerrüben von 3.8 cm (1.5 inch) im Vergleich zu praxisüblich 2.5 cm (1.0 inch) bietet dem Saatgut ausreichende Feuchtigkeit und ermöglicht bessere Keimbedingungen und einen besseren Feldaufgang unter trockenheitsgeprägten Aussaat-Bedingungen.
- Das Lenksystem Fendt Guide mit RTK ermöglicht eine Aussaat mit maximaler Genauigkeit und hohem Bedienkomfort.
- Die Lenksystem-Funktionalität des Fendt Contour Assistant ermöglicht während der Aussaat eine optimale Anpassung der Spurlinien an die Konturen des Feldes.
- Die automatische Schardruckregelung mit Precision Planting DeltaForce™ gewährleistet eine gleichbleibende Ablagetiefe, auch bei heterogenen Bodenverhältnissen.
- Precision Planting SmartFirmer™-Bodensensoren messen während der Aussaat in Echtzeit die Bodenfeuchtigkeit, die Bodentemperatur und die organische Substanz.
- Mit dem Precision Planting 20/20 Gen3 Terminal werden die Sensorparameter der Sämaschine in hoher Auflösung überwacht und dokumentiert, hierdurch erfolgt eine Information an den Anwender, wenn eine Anpassung der Ablagetiefe aufgrund unzureichender Feuchtigkeit oder Temperatur erforderlich ist.
- Precision Planting SmartDepth™ passt die Ablagetiefe automatisch zwischen einer Mindest- und einer Maximaltiefe an und hält dabei die angestrebte Bodenfeuchtigkeit ein.



Abbildung 51: Precision Planting SmartFirmer zur Messung der Bodenfeuchtigkeit in der Furche (links) und Precision Planting SmartDepth zur Echtzeit-Anpassung der Pflanztiefe an den Feuchtigkeitsgehalt des Bodens (rechts).

Ökonomische Betrachtung

Der höchste Gelderlös wurde mit Zuckerrüben erzielt, die in einer leicht tieferen Ablagetiefe von 3.8 cm gesät wurden (4048 CHF/ha), dies bedeutet einen Mehrerlös von 263 CHF/ha als bei einer praxisüblichen Ablagetiefe von 2.5 cm (Abbildung 52).

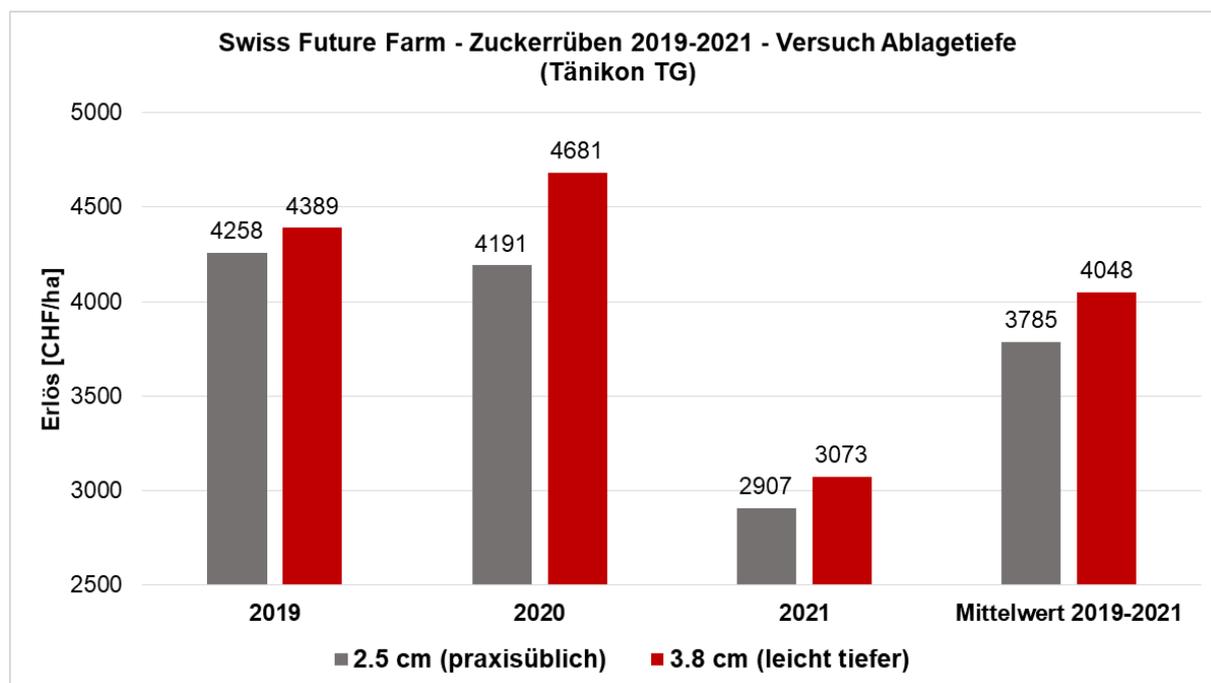


Abbildung 52: Erlöse aus den Versuchsstreifen des Ablagetiefen-Versuchs bei Zuckerrüben (Swiss Future Farm 2019-2021).

Die Annahmen für die ökonomische Betrachtung beruhen auf den Bedingungen des Schweizer Zuckerrübenanbau- und Liefervertrags zwischen der Schweizer Zucker AG und dem Schweizerischen Verband der Zuckerrübenpflanzer von 2021.

Grundpreis Zuckerrübe: 45.00 CHF/t

Aufschlag oder Abzug pro Tonne Zuckerrübe pro 0.1 % Zuckergehalt:

- < 15v%: - 0.35 CHF
- 15.0-16.0 %: 0.00 CHF (Grundpreis ohne Aufschlag oder Abzug)
- > 16 %: + 0.35 CHF

Versuchsübersicht

	<p>Swiss Future Farm – Zuckerrüben 2019-2021 – Ablagetiefe-Versuch Nils Zehner, AGCO Agronomy and Farm Solutions Team, nils.zehner@agcocorp.com</p>		
<p>VERSUCHSÜBERSICHT</p>		Standort (Kanton) Swiss Future Farm (TG)	 Ertragssteigerung 7%
		Kultur & Jahr Zuckerrüben 2019-2021	 Einsparungen -
		Thema Ablagetiefe	 Effizienzsteigerung -
		Technologie Precision Planting DeltaForce	 Mehrerlös 263 CHF/ha

2 Projekte

2.1 Beratungsprojekt Smart-N

Das Beratungsprojekt Smart-N ist das erste Projekt im Rahmen der Versuchsstation Smarte Technologien in der Landwirtschaft in der Anwendungsregion Schaffhausen und Thurgau. Die Versuchsstation ist ein Konsortium aus der Forschungsanstalt Agroscope, den Kantonen Thurgau und Schaffhausen sowie der Beratungszentrale AGRIDEA mit dem Ziel, die Digitalisierungsmöglichkeiten in der Landwirtschaft zugunsten einer ressourcen- und klimaschonenden Bewirtschaftung zu testen und gezielt für den Einsatz in der Praxis weiterzuentwickeln. Das Projekt Smart-N hat als Pilotprojekt das Ziel, die sensorgestützte, teilflächenspezifische Stickstoffdüngung am Beispiel von Winterweizen in die Praxis zu tragen. Dazu werden ab 2022 auf drei Landwirtschaftsbetrieben in den Kantonen Thurgau und Schaffhausen satellitengestützte Düngeempfehlungen für die Düngung im Winterweizen genutzt und mit der Düngung nach korrigierter Norm der GRUD- sowie der betriebsüblichen Methode verglichen. In den Jahren 2023 und 2024 kommen insgesamt sieben weitere Betriebe dazu. Die Grundlagen für das Smart-N-Projekt stammen aus den Erkenntnissen zur teilflächenspezifischen Düngung, die zwischen 2018-2021 von Agroscope auf der Swiss Future Farm erarbeitet werden konnten. Im Smart-N agiert die Swiss Future Farm als Beraterin im Bereich der Anwendung der Technologien.

Weitere Informationen zur Versuchsstation Smarte Technologien in der Landwirtschaft und zum Projekt Smart-N:

<https://www.agroscope.admin.ch/agroscope/de/home/ueber-uns/standortstrategie/versuchsstationen/versuchsstation-smarte-technologien.html>

3 Öffentlichkeitsarbeit

3.1 Öffentliches Besucherprogramm auf der SFF

Trotz der Corona-bedingten Erschwernisse durften wir 2021 im Rahmen unseres Besucherprogramms wieder um die 1000 Personen bei uns in Tänikon begrüßen. Nebst Exkursionen von Firmen und Verbänden durften wir auch 2021 wieder zahlreiche Lernende von verschiedenen Schweizer landwirtschaftlichen Schulen und Studierende von Hochschulen wie der HAFL, ZHAW und HEPIA in Tänikon empfangen.

Für die breite Öffentlichkeit organisierten wir während zwei Sommerferienwochen der Kantone TG und ZH die digitale Schnitzeljagd «Vom Getreidekorn zum Brötli». Auf einem Lehrpfad zur Produktion von Getreide und diesbezüglichen Versuchen auf der SFF, konnten die Teilnehmenden an verschiedenen Posten auf der SFF Punkte sammeln. Nach Abschluss des Postenlaufs durften sich die Teilnehmenden bei der Bäckerei Rüedi in Aadorf ein wohlverdientes Dinkelbrötli abholen. Der Dinkel für zukünftige Aadorfer-Brötli wird derzeit auf einer SFF-Fläche zusammen mit Einkorn und Waldstaudenroggen zur Verwendung in der Bäckerei Rüedi ab 2022 angebaut.



Abbildung 53: SFF-Ferienprogramm "Vom Getreidekorn zum Brötli".

3.2 Flurbegehung am 24.06.2021

Am 24.06.2021 fand auf der Swiss Future Farm in Zusammenarbeit mit dem Beratungsteam des Arenenbergs, der IP-Suisse und Regionalz statt.

Im Feld wurde an drei Posten zu folgenden Themen informiert:

- Unkrautregulierung ohne Herbizide im Weizen: Auswirkung auf Ertrag, Qualität sowie Wirtschaftlichkeit
- Neue Erkenntnisse aus dem Weizensortenversuch 2021
- Beeinflussen neue Technologien bei der Zuckerrübensaat den Ertrag?
Wo liegt die optimale Ablagetiefe des Saatkorns?

Aufgrund des angesagten Gewitters wurde der vierte Posten zum Braugerstenanbau in der Schweiz ins Innere verlegt. Dabei berichtete das junge Team von Regionalz über ihre Pläne zur Eröffnung der ersten Schweizer Mälzerei in der Ostschweiz. Weiter wurden die Zwischenergebnisse des Braugerstensortenversuchs des Arenenbergs auf der Swiss Future Farm vorgestellt und mit freundlicher Unterstützung von Regionalz begossen.



Abbildung 54: Nach der Präsentation von Regionalz zum Potential von Braugerste liess man den Abend gesellig ausklingen.

3.3 Innovationsforum Ernährungswirtschaft

Am 03. Dezember 2021 fand die zweite Austragung des Innovationsforums Ernährungswirtschaft Tänikon zum ersten Mal als physische Veranstaltung vor Ort in Tänikon zum Thema *Smarte Lösungen für nachhaltige Lebensmittel* statt.

Das Ziel des jährlich stattfindenden Innovationsforums ist die Vernetzung von Forschenden, Unternehmenden sowie landwirtschaftlichen Produzierenden entlang der gesamten Wertschöpfungskette.

Am Vormittag referierten Vertreter aus Forschung und Industrie über umweltrelevante Aspekte der Lebensmittelproduktion. In weiteren Vorträgen wurden Einsatzmöglichkeiten von modernen digitalen Technologien vorgestellt. Nebst Robotiklösungen für den Feldbau berichtete der Tiefkühlproduzent Verdunova AG über die Digitalisierung als Feintuning-Instrument in der Prozessoptimierung. Am Nachmittag begaben sich die gut hundert Teilnehmenden auf einen Rundgang auf der Swiss Future Farm und informierten sich an den Posten der Swiss Future Farm, der Agroscope, der OST und der Startup-Förderung des Kantons Thurgau.

Die nächste Austragung findet am Donnerstag, 8. Dezember 2022, in Tänikon statt.

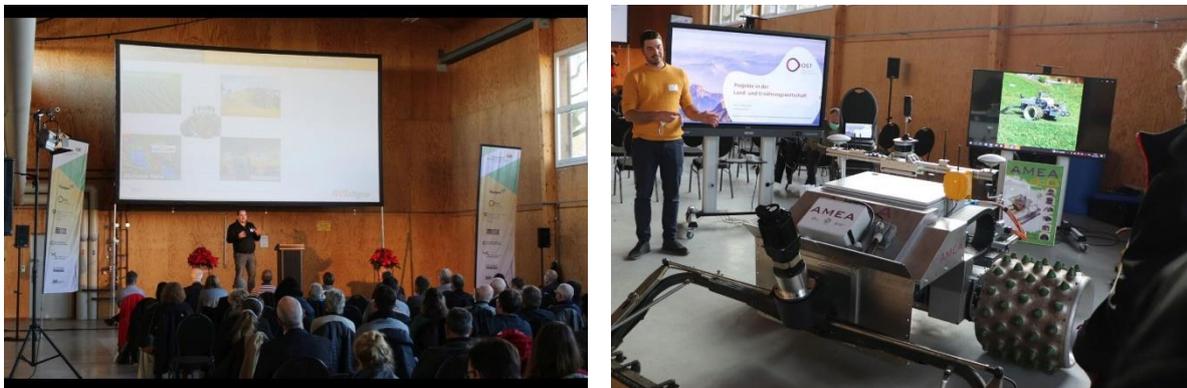


Abbildung 55: Nicolas Helmstetter von der GVS Agrar AG informiert über Robotik im Feldbau (links). Vertreter der OST stellen ihren hangtauglichen Mähroboter vor (rechts).

Mehr Informationen sind auf folgender Seite zu finden:

<https://innovationsforum-ernaehrungswirtschaft.tg.ch>

4 Schulungen und Weiterbildung

4.1 Aktivitäten im Wissenstransfer

Angebot für landwirtschaftliche Schulen in der Schweiz

In diesem Jahr durften wir zusätzlich zu den Lernenden des Arenenbergs Schülerinnen und Schüler von den landwirtschaftlichen Schulen Liebegg, Wallierhof und St. Gallen auf der SFF begrüßen. In halbtägigen Exkursionen wurde über die Projekte der Swiss Future Farm sowie über die Themen Lenksystem und ISOBUS und über den Emissionsversuchsstall in Zusammenarbeit mit Forschenden von Agroscope informiert.



Abbildung 56: Lernende der Liebegg und des Wallierhofs während der Exkursion auf der Swiss Future Farm im Rahmen des Wahlfachs «GPS».

Modul Smart Farming BF30

Im Jahr 2021 wurde das Modul «BF30 Smart-Farming» zusammen mit dem Strickhof und dem Landwirtschaftlichen Zentrum St. Gallen zum ersten Mal erfolgreich durchgeführt. Das Modul wurde von 25 Teilnehmenden besucht, die in diesem Grundlagenmodul Einblicke in die Bereiche Lenksysteme, ISOBUS, Sensorik in der Innen- und Aussenwirtschaft, Geografische Informationssysteme und Farm Management- und Informationssysteme erhielten.

Impulskurs der Begabungs- und Begabtenförderung (BFF) des Kantons Thurgau

Im Impulskurs der BFF des Kt. Thurgaus auf der SFF in Tänikon konnten die teilnehmenden Schülerinnen und Schüler aus der 5. bis 7. Klasse während eines Nachmittags in die Welt des Smart Farmings eintauchen. Der Nachmittag startete mit einem Theorieteil zum Thema «Digitalisierung im Pflanzenbau». Anschliessend lernten die Schüler*innen im Stall den Smartbow-Sensor kennen und konnten

Verbesserungsvorschläge für diesen Sensor anbringen. Zum Abschluss durften die Schülerinnen und Schüler eine Runde mit Traktor und Lenksystem drehen.

Smart-Farming-Block im Mastermodul Agroecology and Food Systems der ZHAW

Am 4. November 2021 fand zum ersten Mal ein Modultag im ZHAW-Mastermodul Agroecology and Foodsystems zum Thema Smart Farming auf der SFF statt. Im Rahmen der Exkursion gewannen die Studierenden einen breiten Einblick in die praktische Landwirtschaft und deren Herausforderungen sowie in die Anwendung digitaler Technologien in der Aussen- und Innenwirtschaft. Für einen optimalen Lernerfolg wurde das Programm in theoretische und praktische Teile aufgeteilt.

5 Links

5.1 Websites

www.swissfuturefarm.ch

www.agcocorp.com

www.bbz-arenenberg.ch

www.gvs-agrar.ch

www.fusesmartfarming.com/de

www.agrar-landtechnik.ch

www.precisionplanting.com

eu.precisionplanting.com

www.agroscope.admin.ch/agroscope/de/home/themen/wirtschaft-technik/smart-farming/swiss-future-farm.html

5.2 Social Media

<https://www.instagram.com/swissfuturefarm>

<https://www.facebook.com/swissfuturefarm>

https://www.youtube.com/channel/UCzsEm9mMLs0X_IT3MoaCJXQ

6 Impressum

Autoren:

Florian Abt, Roman Gambirasio, Dr. Nils Zehner

Swiss Future Farm

Tänikon 1

CH-8356 Ettenhausen

info@swissfuturefarm.ch

www.swissfuturefarm.ch

Operating Team:

Florian Abt (Arenenberg), Christian Eggenberger (Arenenberg), Hansueli Zellweger (Arenenberg), Roman Gambirasio (GVS Agrar AG), Nicolas Helmstetter (GVS Agrar AG), Dr. Nils Zehner (AGCO International GmbH)

Steering Team:

Christian Eggenberger (Arenenberg), Nicolas Helmstetter (GVS Agrar AG), Dr. Nils Zehner (AGCO International GmbH)

Executive Board:

Ueli Bleiker (Kanton Thurgau), Ugo Tosoni (GVS Gruppe), Jürgen Linder (AGCO International GmbH)