



SWISS FUTURE FARM



Jahresbericht 2022



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:

- Aufzeigen von Nutzen und Chancen der Digitalisierung in der inner- und ausserbetrieblichen Anwendung, Vernetzung, Datengewinnung und Dokumentation sowie als Entscheidungshilfe im Alltag.
- Aufzeigen wie mit Smart Farming Technologien Bewirtschaftungsprozesse neugestaltet und damit die Nachhaltigkeit (ökologisch und ökonomisch) der Nahrungsmittelproduktion wesentlich verbessert wird.
- Forschungs- und Entwicklungstätigkeiten der Partner sowie Agroscope und weiteren Drittparteien unterstützen und im praktischen Einsatz umsetzen.
- Zeichen setzen im innovativen Zusammenwirken von Unternehmen der Agrarwirtschaft mit der staatlichen Forschung, Bildung und Beratung.
- Dauerhafter Versuchsbetrieb mit Besuchsmöglichkeiten und Weiterbildungsmöglichkeiten für Mitarbeitende sowie den Wissenstransfer an die praktische Landwirtschaft, Öffentlichkeit und weitere Anspruchsgruppen. Tänikon als Treffpunkt der Landwirtschaft etablieren.
- Laufend Innovationen und Entwicklungen in Produktionsprozessen in einem landwirtschaftlichen Betrieb umsetzen. Die Swiss Future Farm bietet eine Plattform für den Einsatz und die Erprobung neuer Technologien. Um fortlaufend auf dem neuesten Stand zu bleiben, betreibt die Swiss Future Farm gezielte Recherchen zu neuen Lösungen (Innovation Survey und Scouting) und integriert diese in die betrieblichen Prozesse.

Die Partner



AGCO International GmbH

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



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	6
1.1	Unkrautbekämpfung-Versuch in Zuckerrüben.....	6
1.2	Robotik- und Setzrüben-Versuch bei Zuckerrüben	15
1.3	Bodenbearbeitungs-Versuch bei Zuckerrüben.....	27
1.4	Furchenräumer-Versuch bei Zuckerrüben	35
1.5	Andruckrollen-Versuch bei Zuckerrüben.....	44
1.6	Ablagetiefe-Versuch bei Zuckerrüben	53
1.7	Cover Crop Banding-Versuch bei Silomais.....	61
1.8	Bodenbearbeitungs-Versuch bei Silomais	71
1.9	Robotik- und Autonomie-Versuch bei Silomais	79
1.10	Ablagetiefe- und Saatstärke-Versuch bei Silomais	88
1.11	Anbau von Weisshafer für die Produktion von verarbeiteten Haferprodukten 96	
1.12	Weite Reihen und Herbizidverzicht bei Winterweizen.....	104
1.13	Agronomische Bewertung von Controlled Traffic Farming in der Bewirtschaftung landwirtschaftlicher Flächen anhand eines Praxisversuchs.....	115
1.14	Bindungs- und Ballendichte-Versuch bei Grassilage	119
1.15	Technologie-Test der SEAR-Technologie des Startups Digit Soil zur Messung der Bodenenzymaktivität	124
2	Projekte	132
2.1	Beratungsprojekt Smart-N erfolgreich gestartet	132
2.2	Aktivitäten der Agrar Academy der GVS Agrar AG	141
2.3	Anbau von Waldstaudenroggen, Dinkel und Einkorn für die Bäckerei Rüedi in Aadorf.....	144
3	Öffentlichkeitsarbeit	145
3.1	Flurbegehung am 22.06.2022	145
3.2	Innovationsforum Ernährungswirtschaft	146

4	Schulungen und Weiterbildung.....	147
4.1	Aktivitäten im Wissenstransfer	147
5	Links.....	149
5.1	Websites.....	149
5.2	Social Media	149
6	Impressum.....	150

1 Versuche

1.1 Unkrautbekämpfungs-Versuch in Zuckerrüben

Kontakt zum Versuch:

Nils Zehner, Agronomy and Farm Solutions Manager, Swiss Future Farm,
nils.zehner@agcocorp.com

Zielsetzung:

Ziel dieses Versuchs war es, den Ertrag und die Verfahrenskosten von Zuckerrüben zu vergleichen, die mit verschiedenen Unkrautbekämpfungs-Massnahmen angebaut werden, d. h. mit herbizidfreier, herbizidreduzierter und konventioneller chemischer Unkrautbekämpfung.

Aufbau des Versuchs:

Der Versuch wurde auf der Swiss Future Farm im Jahr 2022 in Form eines Streifenversuchs durchgeführt. Die Versuchsfläche wurde nach wendender Bodenbearbeitung und Phacelia (*Phacelia tanacetifolia*) als Zwischenfrucht über den Winter gesät. Die Zuckerrüben wurden am 28. März 2022 mit einer 6-reihigen Einzelkornsämaschine im Reihenabstand von 50 cm mit 100'000 Pflanzen/ha (Sorte: KWS Smart Manja) gesät. Mit Ausnahme der Unkrautbekämpfung wurden alle Feldarbeiten zur Saatbettbereitung, Aussaat, Kulturführung (ausser Unkrautbekämpfung) und Ernte einheitlich auf allen Versuchstreifen durchgeführt (Tabelle 1). Zur chemischen Unkrautbekämpfung wurde das Komplementärherbizid Bayer Conviso® One eingesetzt, entweder als ein Split (1x 0.5 l/ha) für die herbizidreduzierte Behandlung oder als zwei Splits (2x 0.5 l/ha) für die konventionelle Herbizidbehandlung, während die mechanische Unkrautbekämpfung mit einer kameragesteuerten Hacke durchgeführt wurde (Abbildung 1).

Tabelle 1. Mechanisierung und Unkrautbekämpfungs-Massnahmen, die im Rahmen des SFF 2022 Unkrautbekämpfungs-Versuchs in Zuckerrüben getestet wurden.

Versuchsstreifen	Unkrautbekämpfung	Massnahmen
1	Herbizid-frei (mechanisch) 0% Herbizid	<ul style="list-style-type: none"> • Aussaat mit Einzelkornsämaschine (1x) • Düngerausbringung mit Schleuderstreuer (3x) • Mechanisches Jäten mit Hacke (3x) • InsektizidAusbringung mit Spritze (1x) • FungizidAusbringung mit Spritze (2x)
2	Herbizid-reduziert (Herbizid bis zum 4-Blatt-Stadium, danach mechanisch) 50% Herbizid	<ul style="list-style-type: none"> • Aussaat mit Einzelkornsämaschine (1x) • Düngerausbringung mit Schleuderstreuer (3x) • Chemische Unkrautbekämpfung mit Spritze (1x): Bayer Conviso® One (1x 0.5 l/ha) • Mechanisches Jäten mit Hacke (1x) • InsektizidAusbringung mit Spritze (1x) • FungizidAusbringung mit Spritze (2x)
3	Herbizid-konventionell (chemisch) 100% Herbizid:	<ul style="list-style-type: none"> • Pflanzung mit Einzelkornsämaschine (1x) • Düngerausbringung mit Schleuderstreuer (3x) • Chemisches Unkrautbekämpfung mit Spritze (2x): Bayer Conviso® One (1x 0.5 l/ha) • InsektizidAusbringung mit Spritze (1x) • FungizidAusbringung mit Spritze (2x)



Abbildung 1. Kameragesteuerte Hacke zur mechanischen Unkrautbekämpfung auf der Versuchsfläche des SFF 2022 Unkrautbekämpfungs-Versuchs in Zuckerrüben.

Ergebnisse:

Der Versuch wurde 210 Tage nach der Aussaat gerodet.

Die Ergebnisse zeigen, dass im Vergleich zu Zuckerrüben, die nur mit mechanischer Unkrautbekämpfung angebaut wurden, sowohl mit herbizidreduzierter als auch mit herbizidkonventioneller Unkrautbekämpfung 11% höhere Rübenerträge erzielt wurden (Abbildung 2).

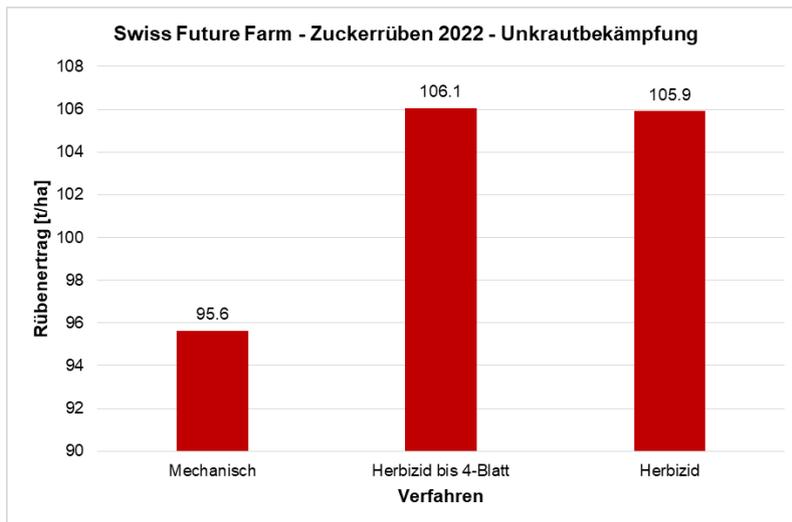


Abbildung 2. Rübenertragsergebnisse des SFF 2022 Unkrautbekämpfungs-Versuchs bei Zuckerrüben.

Der Zuckergehalt von Zuckerrüben, die mit herbizidreduzierter und konventioneller Unkrautbekämpfung angebaut wurden, war um 0.9 % bis 1.2 % höher als bei der herbizidfreien Versuchsvariante (Abbildung 3).

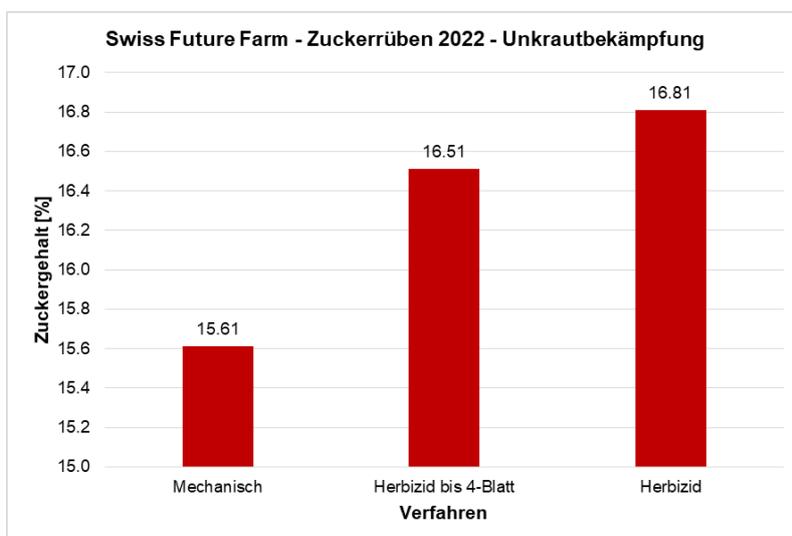


Abbildung 3. Ergebnisse zum Zuckergehalt des SFF 2022 Unkrautbekämpfungs-Versuchs in Zuckerrüben.

Entsprechend dem Trend der Ergebnisse bei Rübenenertrag und Zuckergehalt wurde bei herbizidreduzierter und herbizidkonventioneller Unkrautbekämpfung ein um 18.3 % und 20.6 % höherer Zuckerertrag erzielt als bei der herbizidfreien Behandlung (Abbildung 4).

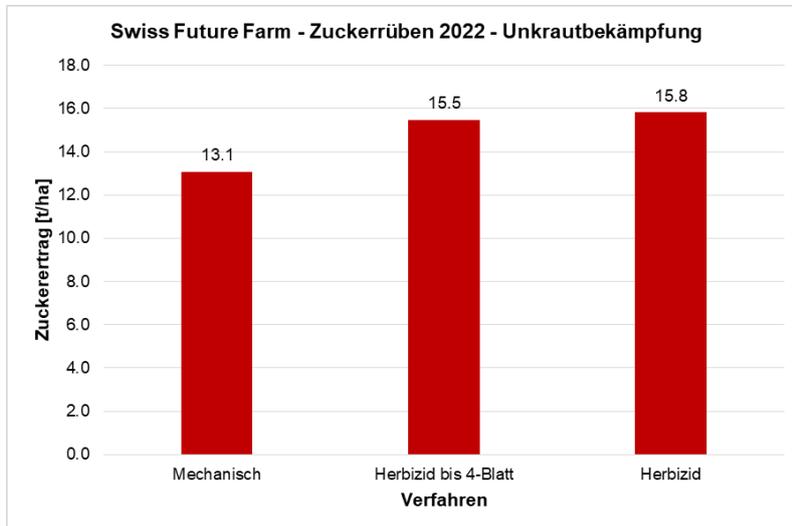


Abbildung 4. Ergebnisse zum Zuckerertrag des SFF 2022 Unkrautbekämpfungs-Versuchs in Zuckerrüben.

Tabelle 2 zeigt die Ergebnisse zu Erlösen, Verfahrenskosten, Produktionskosten pro Tonne Zuckerrüben und Deckungsbeitrag 2 für Zuckerrüben, der unter den getesteten Unkrautbekämpfungsregimen angebaut wurde. Die Verfahrenskosten umfassen Maschinen-, Betriebsmittel- und Arbeitskosten für alle Feldarbeiten während des gesamten Anbauzyklus, von der Düngung vor der Aussaat über die Bodenbearbeitung und Saatbettvorbereitung, die Aussaat und die Kulturführung bis zur Ernte der Zuckerrüben. Mit Ausnahme der Unkrautbekämpfung wurden alle Feldarbeiten einheitlich auf allen Versuchsstreifen durchgeführt. Die niedrigsten Verfahrenskosten ergaben sich für die konventionelle Herbizidbehandlung, und in Übereinstimmung mit den höheren Erträgen und Einnahmen lieferte diese Versuchsvariante den höchsten Deckungsbeitrag im Vergleich.

Tabelle 2. Kostenrechnungsergebnisse des SFF 2022 Unkrautbekämpfung-Versuchs in Zuckerrüben.

	Herbizidfrei (mechanisch)	Herbizid-reduziert (bis zum 4-Blatt-Stadium)	Herbizid-konventionell (chemisch)
Zuckerrübenertrag (t/ha)	95.6	106.1	105.9
Zuckergehalt (%)	15.61	16.51	16.81
Zuckerertrag (t/ha)	13.1	15.5	15.8
Leistungen (CHF/ha)			
Erlös	5146.15	6015.50	6244.95
Kosten (CHF/ha)			
Bodenbearbeitung	569.11	569.11	569.11
Aussaat Zwischenfrucht	155.68	155.68	155.68
Aussaat Zuckerrüben	633.13	633.13	633.13
Düngung	763.15	763.15	763.15
Herbizidanwendung	0.00	88.64	186.18
Insektizidanwendung	136.33	136.33	136.33
Fungizidanwendung	403.45	403.45	403.45
Mechanische Unkrautbekämpfung	336.00	112.00	0.00
Ernte	720.00	720.00	720.00
Arbeit	348.18	311.29	297.73
Ergebnisse			
Verfahrenskosten (CHF/ha) inkl. Maschinen-, Arbeits- und Betriebsmittelkosten	4065.03	3892.78	3864.76
Produktionskosten (CHF/t Zuckerrüben)	42.51	36.70	36.49
Deckungsbeitrag 2 (CHF/ha) inkl. Maschinen-, Arbeits- und Betriebsmittelkosten	1081.12	2122.72	2380.19
Deckungsbeitrag 2 (CHF/ha) inkl. Maschinen-, Arbeits-, Betriebsmittelkosten und Einzelkulturbeitrag	3181.12	4222.72	4480.19

Abbildung 5 zeigt einen grafischen Vergleich der Erlöse, Verfahrenskosten und Produktionskosten pro Tonne Zuckerrüben als Ergebnis dieses Versuchs.

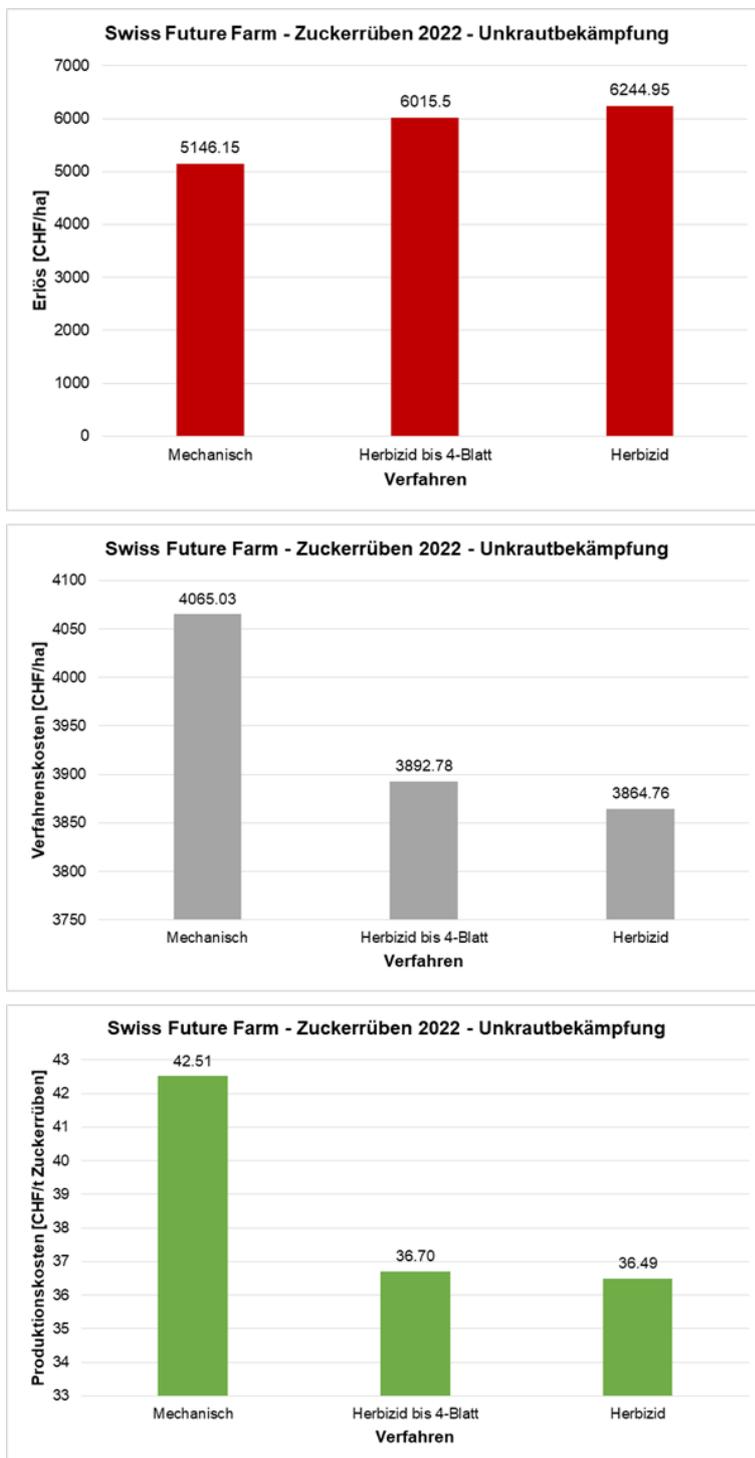


Abbildung 5. Erlöse, Verfahrenskosten und Produktionskosten pro Tonne Zuckerrüben für den SFF 2022 Unkrautbekämpfungs-Versuch in Zuckerrüben.

Weitere Beobachtungen:

Die Morphologie von Zuckerrüben, die unter verschiedenen Unkrautbekämpfungsregimen angebaut werden, zeigte keine deutlichen Unterschiede zwischen den Versuchsvarianten (Abbildung 6).



Abbildung 6. Morphologie von Zuckerrüben, die im Rahmen des SFF 2022 Unkrautbekämpfungs-Versuchs beprobt wurden.

Empfehlungen und technische Lösungen:

- Das Lenksystem AGCO Guide mit RTK ermöglicht Anschlussfahrten der Sämaschine mit maximaler Genauigkeit und Bedienerkomfort und ermöglicht die Verwendung identischer Spurlinien für die Unkrautbekämpfung.
- Die Lenksystem-Funktion AGCO Contour/Wayline-Assistent ermöglicht während der Aussaat eine optimale Anpassung der Spurlinien an die Konturen des Feldes.

Ökonomische Betrachtung:

Für Zuckerrüben, die mit konventionellem Herbizideinsatz zur Unkrautbekämpfung angebaut werden, konnte im Vergleich der höchste Deckungsbeitrag von 2380.19 CHF/ha (ohne Einzelkulturbeitrag) bzw. 4480.19 CHF/ha (inkl. Einzelkulturbeitrag) erzielt werden, was 257.47 CHF/ha bzw. 1299.07 CHF/ha mehr sind als bei der herbizidreduzierten bzw. herbizidfreien Behandlung (Abbildung 7).

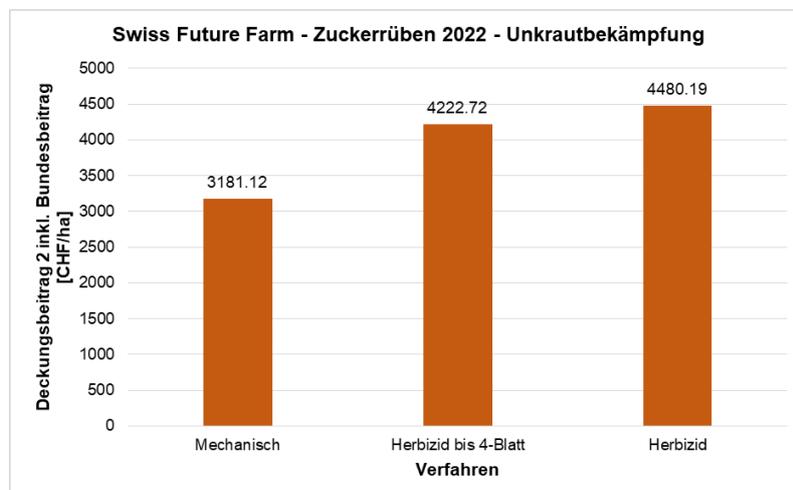
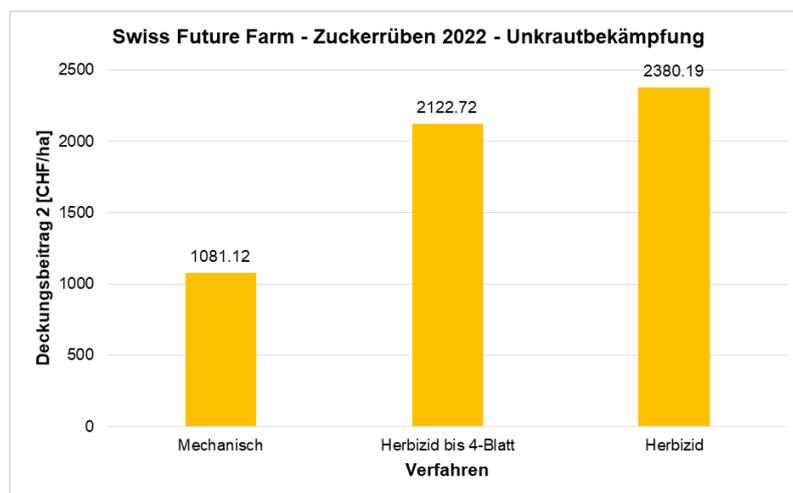


Abbildung 7. Deckungsbeitrag 2 aus dem SFF 2022 Unkrautbekämpfungs-Versuch bei Zuckerrüben.

Annahmen für die ökonomische Betrachtung:

Die Annahmen zur ökonomischen Betrachtung basieren auf den Bedingungen des Schweizer Zuckerrübenanbau- und Liefervertrags 2022 zwischen der Schweizer Zucker AG und dem Schweizerischen Zuckerrübenanbauerverband.

Richtpreis A-Rüben: 50.00 CHF/t

Versuchsbeteiligte:

Der Versuch wurde vom Swiss Future Farm Operating Team durchgeführt.

1.2 Robotik- und Setzrüben-Versuch bei Zuckerrüben

Kontakt zum Versuch:

Nils Zehner, Agronomy and Farm Solutions Manager, Swiss Future Farm, nils.zehner@agcocorp.com

Zielsetzung:

Ziel dieses Versuchs war es, den Ertrag und die Verfahrenskosten von Zuckerrüben zu vergleichen, die mit Hilfe eines Feldroboters (FarmDroid FD20, FarmDroid ApS, Vejen, Dänemark) gesät wurden, sowie die Verfahrenskosten von Setzrüben im Vergleich zu Feldarbeiten mit konventionellen Landmaschinen (Traktoren und Anbaugeräten).

Aufbau des Versuchs:

Der Versuch wurde auf der Swiss Future Farm im Jahr 2022 als Streifenversuch durchgeführt. Die Versuchsfläche wurde nach wendender Bodenbearbeitung nach Phacelia (*Phacelia tanacetifolia*) als Zwischenfrucht über den Winter gesät. Die Zuckerrüben wurden am 28. März 2022 mit dem FarmDroid FD20-Roboter (Sorte: KWS Smart Manja) und am 14. April 2022 als Setzrüben (Sorte: SESVanderHave Xerus) mit 100'000 Pflanzen/ha gesät und gepflanzt (Abbildung 8). Mit Ausnahme der Aussaat wurden alle Feldarbeiten zur Saatbettbereitung, Kulturführung inkl. mechanischer Unkrautbekämpfung und Ernte einheitlich über alle Versuchsstreifen mit konventionellen Maschinen durchgeführt und mit zwei Kontrollbehandlungen mit konventioneller Aussaat mittels Traktor und Einzelkornsämaschine und entweder mechanischer oder chemischer Unkrautbekämpfung verglichen (Tabelle 3).

Die rein mechanischen Verfahren wurden am 27. Mai und am 29. Juli zusätzlich noch mittels Handarbeit gehakt. Ohne diese Massnahme wäre es nicht möglich gewesen, den Bestand in einer zumutbaren Verunkrautung zu halten.

Tabelle 3. Getestete Mechanisierung und Unkrautbekämpfungs-Massnahmen für den SFF 2022 Robotik- und Setzrüben-Versuch bei Zuckerrüben.

Versuchsstreifen	Aussaat + Unkrautbekämpfung	Massnahmen
1	Setzrüben + mechanische Unkrautbekämpfung	<ul style="list-style-type: none"> • Pflanzung von Setzrüben (1x) • Düngerausbringung mit Traktor und Schleudertreuer (3x) • Mechanisches Jäten mit Traktor und Hacke (3x) • Mechanisches Jäten von Hand (2x) • Insektizidabringung mit Traktor und Spritze (1x) • Fungizidabringung mit Traktor und Spritze (2x)
2	Farmdroid Roboter + mechanische Unkrautbekämpfung	<ul style="list-style-type: none"> • Aussaat mit Farmdroid FD20 Feldroboter (1x) • Düngerausbringung mit Traktor und Schleudertreuer (3x) • Mechanisches Jäten mit Traktor und Hacke (3x) • Mechanisches Jäten von Hand (2x) • Insektizidabringung mit Traktor und Spritze (1x) • Fungizidabringung mit Traktor und Spritze (2x)
3	Konventionelle Mechanisierung + mechanische Unkrautbekämpfung (Kontrolle 1)	<ul style="list-style-type: none"> • Aussaat mit Traktor und Einzelkornsämaschine (1x) • Düngerausbringung mit Traktor und Schleudertreuer (3x) • Mechanisches Jäten mit Traktor und Hacke (3x) • Mechanisches Jäten von Hand (2x) • Insektizidabringung mit Traktor und Spritze (1x) • Fungizidabringung mit Traktor und Spritze (2x)
4	Konventionelle Mechanisierung + chemische Unkrautbekämpfung (Kontrolle 2)	<ul style="list-style-type: none"> • Aussaat mit Traktor und Einzelkornsämaschine (1x) • Düngerausbringung mit Traktor und Schleudertreuer (3x) • Chemische Unkrautbekämpfung mit Traktor und Spritze (2x) • Insektizidabringung mit Traktor und Spritze (1x) • Fungizidabringung mit Traktor und Spritze (2x)



Abbildung 8. FarmDroid FD20 Feldroboter beim Säen von Zuckerrüben (links), Setzrüben am Tag des Pflanzens (rechts) auf der Versuchsfläche des SFF 2022 Robotik- und Setzrüben-Versuchs bei Zuckerrüben.

Der solarbetriebene Feldroboter FarmDroid FD20 (<https://farmdroid.dk/en/product/>) kann autonom Zuckerrüben oder Gemüsekulturen mit RTK-Präzision säen. Zusätzlich ist eine mechanische Unkrautbekämpfung möglich, indem die maschinenspezifischen Anbaugeräte von Aussaat- auf Unkrautbekämpfungswerkzeuge umgestellt werden. Menschliche Arbeitskraft ist erforderlich, um sich von Feld zu Feld zu bewegen, Feldgrenzen für die Fahrrouenplanung des Lenksystems zu erfassen, die Arbeitsgeräte einzustellen und Saatgut nachzufüllen.

Setzrüben werden im Gewächshaus gezogen und werden erst später, etwa im 6-Blatt-Stadium, auf dem Feld gepflanzt, um die Anfälligkeit der Zuckerrüben für Schädlinge in der Auflaufphase zu überwinden, für die insbesondere unter ökologischen Anbaubedingungen nur begrenzte Eingriffsmöglichkeiten gegeben sind. Der Prozess des Pflanzens von Rüben ist arbeitsintensiv und erfordert mehrere Mitarbeiter für die Handhabung der Setzlinge und das Einlegen der Rüben in die Pflanzmaschine.

Ergebnisse:

Der Versuch wurde 189 Tage (Setzrüben), 206 Tage (Farmdroid-Roboter-Versuchsstreifen) und 210 Tage (Kontroll-Variante mit konventioneller Mechanisierung) nach der Aussaat der jeweiligen Versuchsstreifen gerodet.

Die Ergebnisse zeigen, dass der höchste Rübenenertrag bei der Kontrollbehandlung mit konventioneller Mechanisierung und chemischer Unkrautbekämpfung erzielt wurde (101.0 t/ha), was einem Ertragsvorteil von 16.5% gegenüber Setzrüben, 9.2% gegenüber mit dem Farmdroid-Roboter gesäten Rüben und 5.7% gegenüber der konventionellen Mechanisierung und mechanischer Unkrautbekämpfung entspricht (Abbildung 9).

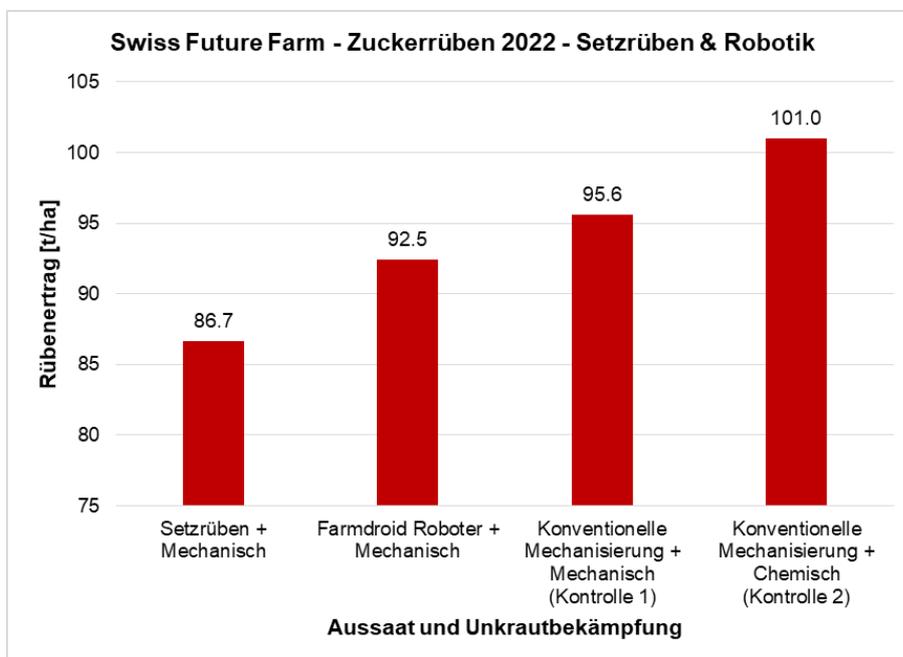


Abbildung 9. Rübenenertragsergebnisse des SFF 2022 Robotik- und Setzrüben-Versuchs bei Zuckerrüben.

Der Zuckergehalt war bei Zuckerrüben, die mit konventioneller Mechanisierung gesät und mit chemischer Unkrautbekämpfung angebaut wurden (Kontrolle 2), deutlich höher und übertraf als einzige Versuchsvariante im Vergleich den angestrebten Wert von >16 % Zucker (Abbildung 10).

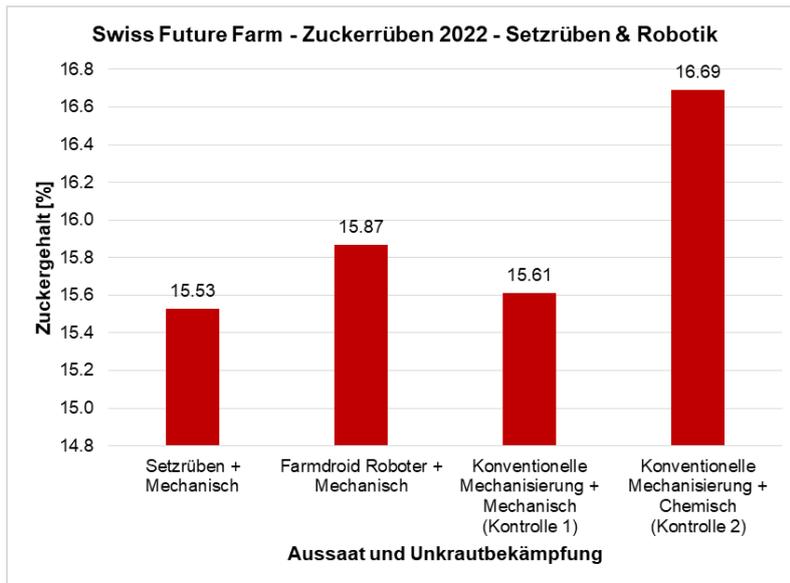


Abbildung 10. Zuckergehaltsergebnisse des SFF 2022 Robotik- und Setzrüben-Versuchs bei Zuckerrüben.

Entsprechend dem Trend der Ergebnisse bei den Rübenenerträgen hatte die Kontrollbehandlung mit konventioneller Mechanisierung und chemischer Unkrautbekämpfung einen Zuckerertragsvorteil von 26.3% gegenüber Setzrüben, 16.4% gegenüber mit Farmdroid-Roboter gesäten Rüben und 13.7% gegenüber konventioneller Mechanisierung und mechanischer Unkrautbekämpfung (Abbildung 11).

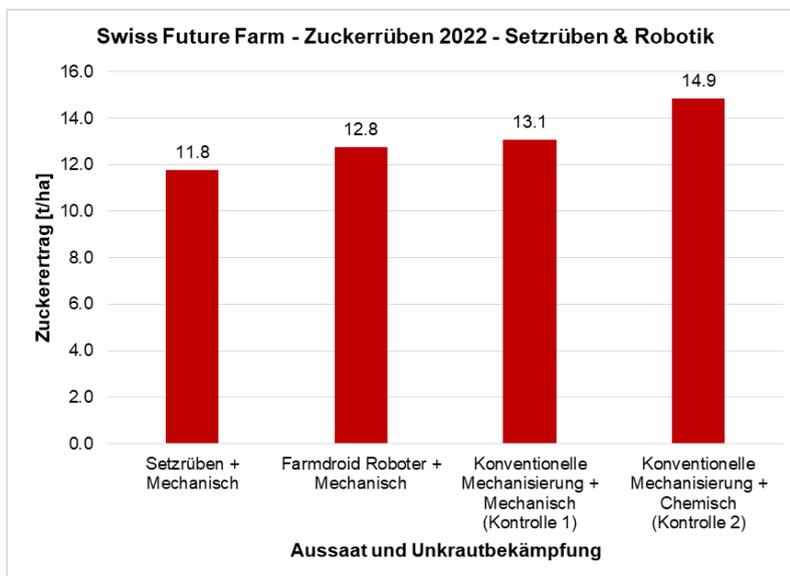


Abbildung 11. Zuckerertragsergebnisse des SFF 2022 Robotik- und Setzrüben-Versuchs bei Zuckerrüben.

Tabelle 4 zeigt die Ergebnisse zu Erlösen, Verfahrenskosten, Produktionskosten pro Tonne Zuckerrüben und Deckungsbeitrag 2 für Zuckerrüben, die mit den getesteten

Mechanisierungsoptionen angebaut wurden. Die Verfahrenskosten umfassen Maschinen-, Betriebsmittel- und Arbeitskosten für alle Feldarbeiten während des gesamten Anbauzyklus, von der Düngung vor der Aussaat über die Bodenbearbeitung und Saattbettvorbereitung, Aussaat und Kulturführung bis zur Ernte. Mit Ausnahme der Aussaat und der Unkrautbekämpfung wurden alle Massnahmen in allen Versuchsstreifen einheitlich durchgeführt.

Die höchsten Verfahrenskosten ergaben sich für die Setzrüben in Kombination mit mechanischer Unkrautbekämpfung, und auch nach Berücksichtigung des Einzelkulturbeitrags ergab sich ein defizitärer Deckungsbeitrag, während für die mit dem Farmdroid-Feldroboter gesäten Zuckerrüben ein positiver Deckungsbeitrag inklusive Einzelkulturbeitrag erzielt werden konnte. Die Kontrollvarianten bewegten sich im Rahmen des üblichen Deckungsbeitrags, der für die Zuckerrübenproduktion in der Schweiz angestrebt wird (Tabelle 4). Es muss jedoch darauf hingewiesen werden, dass für Zuckerrüben aus kontrolliert biologischem Anbau ein deutlich höherer Zuckerrüben-Richtpreis von 159.00 CHF/t für Bio-Zuckerrüben gegenüber 50.00 CHF/t für konventionelle Zuckerrüben erzielt werden kann, was auf der Grundlage des in dieser Studie ermittelten Ertragsniveaus und der Verfahrenskosten einen nicht-defizitären Einsatz von Setzrüben oder des Farmdroid-Feldroboters ermöglichen würde.

Es muss hervorgehoben werden, dass die Deckungsbeitragsberechnung mit Bio-Rüben-Richtpreis lediglich eine grobe Orientierung darstellt und nicht die Anforderungen des zertifizierten biologischen Landbaus widerspiegelt, da die de facto im Versuch durchgeführten Insektizid- und Fungizid-Anwendungen mit in die Berechnung der Verfahrenskosten und damit des Deckungsbeitrags einbezogen sind.

Tabelle 4. Kostenrechnungsergebnisse des SFF 2022 Robotik- und Setzrüben-Versuchs bei Zuckerrüben.

	Setzrüben + mechanische Unkrautbekämpfung	Farmdroid Roboter + mechanische Unkrautbekämpfung	Konventionelle Mechanisierung + mechanische Unkrautbekämpfung (Kontrolle 1)	Konventionelle Mechanisierung + chemische Unkrautbekämpfung (Kontrolle 2)
Zuckerrübenenertrag (t/ha)	86.7	92.5	95.6	101.0
Zuckergehalt (%)	15.53	15.87	15.61	16.69
Zuckerertrag (t/ha)	11.8	12.8	13.1	14.9
Leistungen (CHF/ha)				
Erlös konventionell	4614.60	4898.00	5146.15	5958.60
Erlös Bio	14062.75	14975.65	15568.60	-
Kosten (CHF/ha)				
Bodenbearbeitung	569.11	569.11	569.11	569.11
Aussaat Zwischenfrucht	155.68	155.68	155.68	155.68
Aussaat Zuckerrüben	5400.00	1844.80	633.13	633.13
Düngung	763.15	763.15	763.15	763.15
Herbizidanwendung	0.00	0.00	0.00	186.18
Insektizidanwendung	136.33	136.33	136.33	136.33
Fungizidanwendung	403.45	403.45	403.45	403.45
Mechanische Unkrautbekämpfung	272.08	336.00	336.00	0.00
Unkrautbekämpfung Handarbeit	2525.00	4375.00	6300.00	0.00
Ernte	720.00	720.00	720.00	720.00
Arbeit	344.14	494.01	348.18	297.73
Ergebnisse				
Verfahrenskosten (CHF/ha) inkl. Maschinen-, Arbeits- und Betriebsmittelkosten	11288.94	9797.53	10365.03	3864.76
Produktionskosten (CHF/t Zuckerrüben)	130.24	105.95	108.40	38.26
Deckungsbeitrag 2 (CHF/ha) konventionell	-6674.34	-4899.53	-5218.88	2093.84
Deckungsbeitrag 2 (CHF/ha) inkl. Einzelkulturbeitrag konventionell	-4574.34	-2799.53	-3118.88	4193.84
Deckungsbeitrag 2 (CHF/ha) Bio	2773.81	5178.12	5203.57	-
Deckungsbeitrag 2 (CHF/ha) inkl. Einzelkulturbeitrag Bio	4873.81	7278.12	7303.57	-

Abbildung 12 zeigt einen grafischen Vergleich der Erlöse, Verfahrenskosten und Produktionskosten pro Tonne Zuckerrüben als Ergebnis dieses Versuchs.

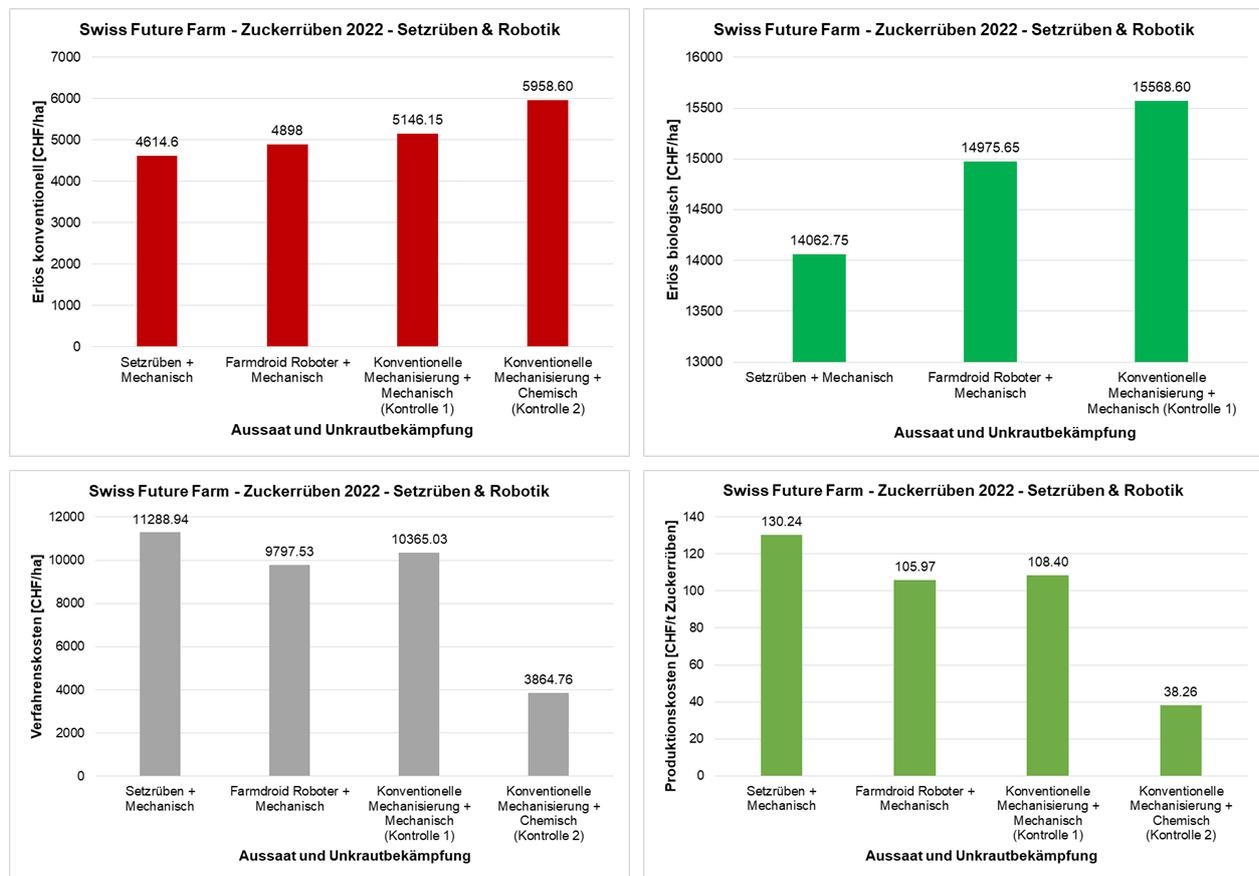


Abbildung 12. Erlöse, Verfahrenskosten und Produktionskosten pro Tonne Zuckerrüben für den SFF 2022 Robotik- und Setzrüben-Versuch bei Zuckerrüben.

Weitere Beobachtungen:

Die Setzlinge der Sorte Xerus wurden im 4-Blattstadium Mitte April gesetzt. Die Setzlinge zeigten bereits beim Setzen typische Symptome einer *Cercospora* Blattflecken-Infektion, die mikroskopisch bestätigt werden konnte. Aufgrund der trockenen und warmen Bedingungen wurden die Setzlinge zweimal bewässert, was die frühe Verbreitung der *Cercospora*-Infektion im ganzen Bestand förderte. Somit mussten zwei Fungizidbehandlungen durchgeführt werden.

Auch im Farmdroid-Versuchstreifen und in den Kontroll-Varianten zeigte sich früh ein sehr hoher *Cercospora*-Druck, der sich von dem benachbarten Setzling-Verfahren ausbreitete. Folglich fanden auch hier zwei Fungizidbehandlungen statt.

Der Versuch zeigt die Wichtigkeit von gesunden Setzlingen auf. Diese müssen deshalb bei der Anlieferung genau geprüft werden. Das fordert ein geschultes Auge und Zeit.

Eine frühe Infektion mit *Cercospora* ausgehend von bereits infizierten Setzlingen verringert nicht nur den Ertrag, sondern auch den Zuckergehalt und wird für umliegende Zuckerrübenparzellen zu einem Problem. Besonders im Bio-Anbau, wenn der Einsatz von Fungiziden nicht möglich ist, muss die Blattgesundheit der Setzlinge an oberster Stelle stehen, wenn das Setzen von Zuckerrüben zu einem gängigen Verfahren werden soll.



Abbildung 13. Rübenblatt mit *Cercospora*-Infektion.

Die Morphologie von Zuckerrüben, die als Setzrüben angebaut wurden, zeigt auffällige Unterschiede zu den anderen Versuchsvarianten, und bei der von Hand geernteten Stichprobe am 12. Juli 2022 wurde ein deutlich höheres durchschnittliches Rübengewicht festgestellt (Abbildung 14). Als negativer phytosanitärer Aspekt wurde bei den Setzrüben eine *Cercospora*-Infektion festgestellt, die sich später auf das gesamte Zuckerrübenfeld ausbreitete, einschliesslich aller Varianten in diesem Versuch und durch zwei Fungizidanwendungen bekämpft werden musste.

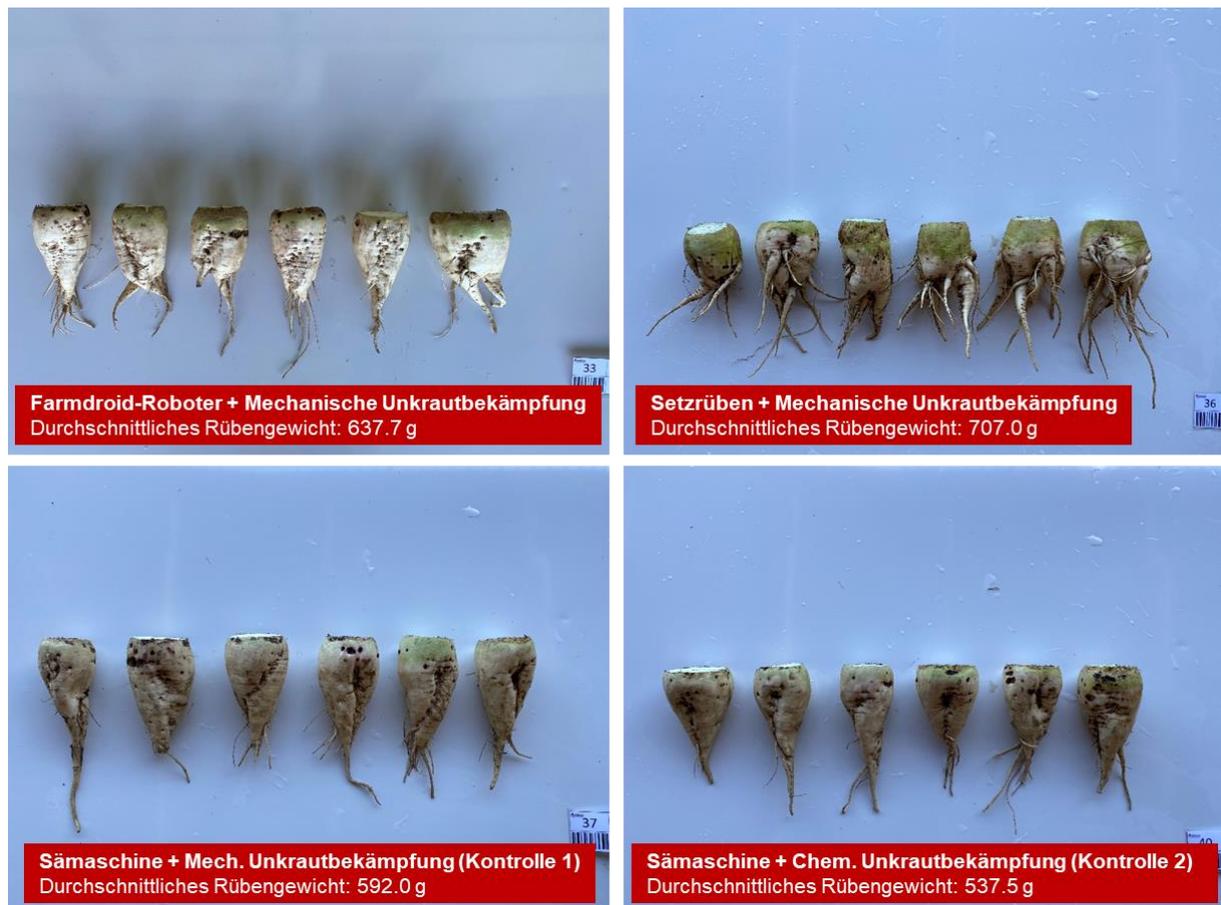


Abbildung 14. Morphologie von Zuckerrüben, die im Rahmen des SFF 2022 Robotik- und Setzrüben-Versuchs beprobt wurden.

Empfehlungen und technische Lösungen:

- Das Lenksystem AGCO Guide mit RTK ermöglicht Anschlussfahrten der Einzelkornsämaschine mit maximaler Genauigkeit und Bedienerkomfort und ermöglicht die Verwendung identischer Fahrspuren für die Unkrautbekämpfung.
- Die Lenksystem-Funktion AGCO Contour-/Wayline-Assistent ermöglicht während der Aussaat eine optimale Anpassung der Spurlinien an die Konturen des Feldes.

Ökonomische Betrachtung:

Für Zuckerrüben, die mit konventioneller Mechanisierung gesät und mit chemischer Unkrautbekämpfung angebaut wurden, konnte im Vergleich der höchste Deckungsbeitrag von 2093.84 CHF/ha (ohne Einzelkulturbeitrag) bzw. 4193.84 CHF/ha (inkl. Einzelkulturbeitrag) erzielt werden, was die Deckungsbeiträge der restlichen Versuchsvarianten deutlich übersteigt (Abbildung 15). Auf der Grundlage dieser Ergebnisse konnten durch den Einsatz der Roboter aussaat und von Setzrüben für die konventionelle

Zuckerrübenproduktion und den entsprechenden Zuckerrübenrichtpreis nur begrenzte oder keine wirtschaftlichen Vorteile erzielt werden.

Es muss hervorgehoben werden, dass die Deckungsbeitragsberechnung mit Bio-Rüben-Richtpreis lediglich eine grobe Orientierung darstellt und nicht die Anforderungen des zertifizierten biologischen Landbaus widerspiegelt, da die de facto im Versuch durchgeführten Insektizid- und Fungizid-Anwendungen mit in die Berechnung der Verfahrenskosten und damit des Deckungsbeitrags einbezogen sind.

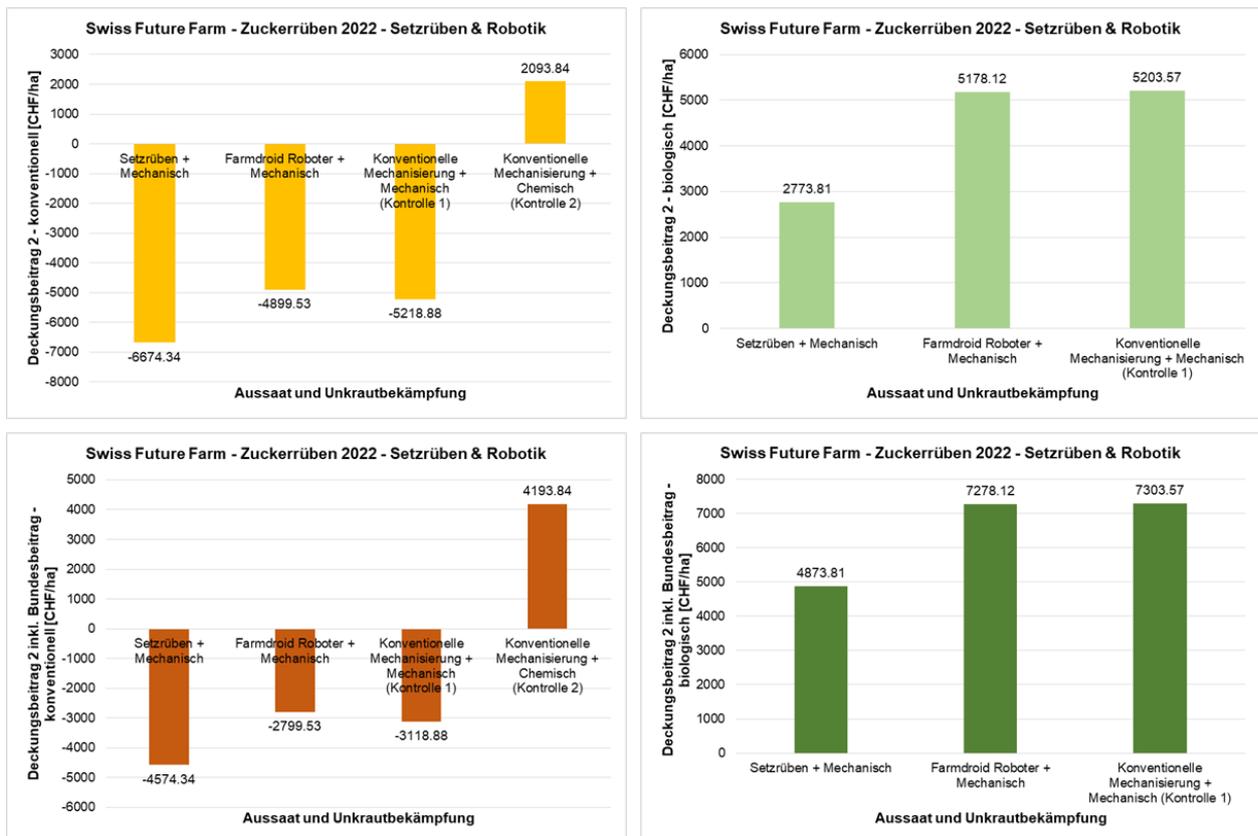


Abbildung 15. Deckungsbeitrag 2 aus dem SFF 2022 Robotik- und Setzrüben-Versuchs bei Zuckerrüben.

Annahmen für die ökonomische Betrachtung:

Die Annahmen zur ökonomischen Betrachtung basieren auf den Bedingungen des Schweizer Zuckerrübenanbau- und Liefervertrags 2022 zwischen der Schweizer Zucker AG und dem Schweizerischen Zuckerrübenanbauerverband.

Richtpreis A-Rüben: 50.00 CHF/t

Richtpreis Bio-Rüben: 159.00 CHF/t

Die Maschinenkosten wurden anhand des Kostenkatalog 2022 von Agroscope berechnet.

Versuchsbeteiligte:

Der Versuch wurde vom Swiss Future Farm Operating Team mit dankenswerter Unterstützung von David Vetterli für die Roboter-Aussaat sowie der Kronengut AG und der Rathgeb BioProdukte AG für Lohnarbeiten bei den Setzrüben durchgeführt.

1.3 Bodenbearbeitungs-Versuch bei Zuckerrüben

Kontakt zum Versuch:

Nils Zehner, Agronomy and Farm Solutions Manager, Swiss Future Farm,
nils.zehner@agcocorp.com

Zielsetzung:

Ziel dieses Versuchs war es, die Erträge und Verfahrenskosten von Zuckerrüben zu vergleichen, die mit reduzierter (nicht-wendender) und konventioneller (wendender) Bodenbearbeitung angebaut wurden.

Aufbau des Versuchs:

Der Versuch wurde 2022 auf der Swiss Future Farm als Streifenversuch durchgeführt. Die Aussaat der Zwischenfrucht auf der Versuchsfläche erfolgte im Herbst 2021 für den Zuckerrübenanbau im Frühjahr 2022. Für die Saatbettvorbereitung nach Phacelia (*Phacelia tanacetifolia*) als Zwischenfrucht vor dem Mais wurden verschiedene Bodenbearbeitungs-Massnahmen angewandt (Tabelle 5). Die Zuckerrüben wurden am 24. März 2022 gesät, die Sorte war KWS Smart Manja mit 100'000 Pflanzen/ha.

Tabelle 5. Bodenbearbeitungs-Massnahmen für den SFF 2022 Bodenbearbeitungs-Versuch bei Zuckerrüben.

Versuchsstreifen	Bodenbearbeitung	Massnahmen
1	Reduziert (nicht-wendend)	<ul style="list-style-type: none"> • Messerwalze (1x) • Grubber (1x) • Kreiselegge (1x)
2	Konventionell (wendend)	<ul style="list-style-type: none"> • Messerwalze (1x) • Pflug (1x) • Kreiselegge (1x)

Ergebnisse:

Der Versuch wurde 210 Tage nach der Aussaat geerntet. Die Ergebnisse zeigen, dass bei konventioneller (wendender) Bodenbearbeitung 6% höhere Rübenerträge erzielt wurden (Abbildung 16).

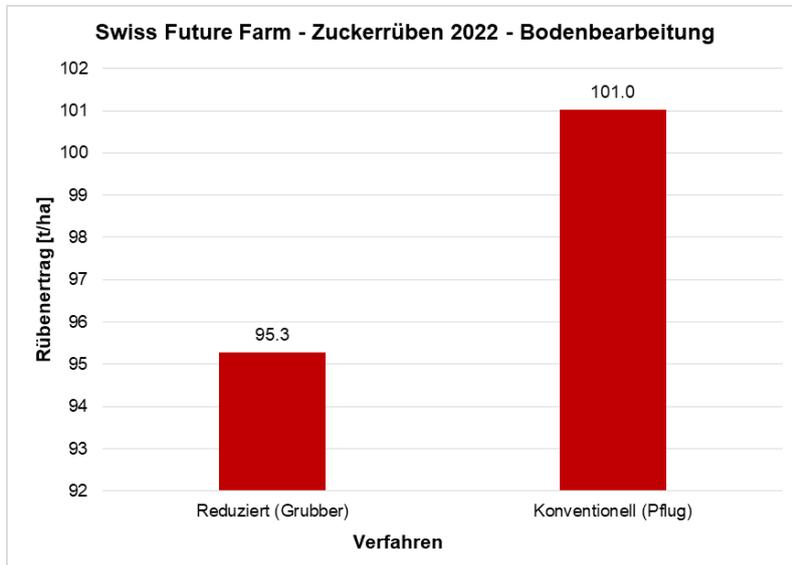


Abbildung 16. Rübenertragsergebnisse des SFF 2022 Bodenbearbeitungs-Versuchs bei Zuckerrüben.

Der Zuckergehalt war bei Zuckerrüben, die unter konventioneller (wendender) Bodenbearbeitung angebaut wurden, um 0.44 % höher, aber bei beiden Versuchsvarianten auf einem zufriedenstellenden Niveau von >16% Zucker (Abbildung 17).

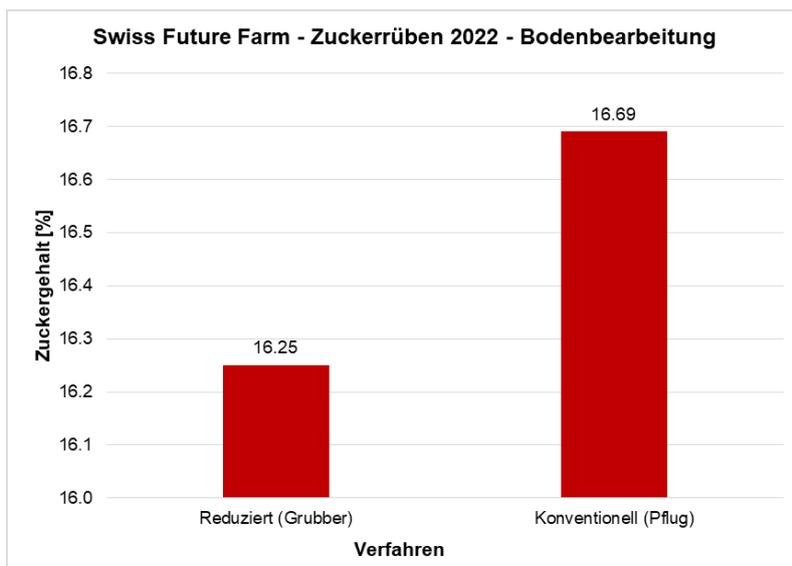


Abbildung 17. Ergebnisse des Zuckergehalts von Zuckerrüben aus dem SFF 2022 Bodenbearbeitungs-Versuch.

Entsprechend dem Trend der Ergebnisse bei Rübenenertrag und Zuckergehalt wurde bei konventioneller (wendender) Bodenbearbeitung ein 9.6% höherer Zuckerertrag erzielt als bei reduzierter Bodenbearbeitung (Abbildung 18).

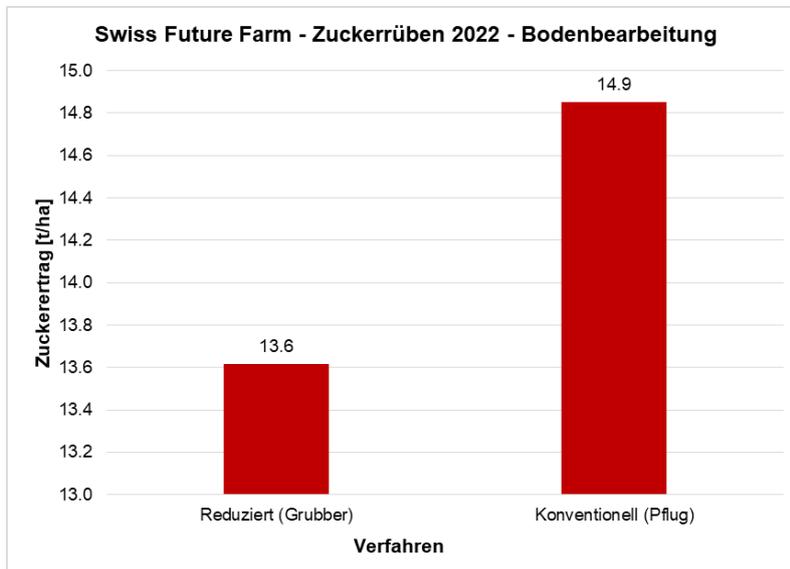


Abbildung 18. Zuckerertragsergebnisse des SFF 2022 Bodenbearbeitungs-Versuchs bei Zuckerrüben.

Tabelle 6 zeigt die Ergebnisse zu Erlös, Verfahrenskosten, Produktionskosten pro Tonne und Deckungsbeitrag 2 für Zuckerrüben, die mit den getesteten Bodenbearbeitungs-Massnahmen angebaut wurden. Die Verfahrenskosten umfassen Maschinen-, Betriebsmittel- und Arbeitskosten für alle Feldarbeiten während des Anbauzyklus von der Saatbettbereitung für die Aussaat von Zwischenfrüchten bis zur Zuckerrübenernte. Mit Ausnahme der Bodenbearbeitung wurden alle anderen Feldarbeiten in den beiden Versuchsstreifen einheitlich durchgeführt. Bei der konventionellen, wendenden Bodenbearbeitung mit Pflug fielen höhere Maschinen- und Arbeitskosten an, dennoch lagen die Produktionskosten pro Tonne Zuckerrüben auf dem gleichen Niveau (39.03 vs. 38.26 CHF/t), was auf den höheren Ertrag und den höheren Erlös in der Versuchsvariante mit intensiver Bodenbearbeitung zurückzuführen ist.

Tabelle 6. Kostenrechnungsergebnisse des SFF 2022 Bodenbearbeitungs-Versuchs bei Zuckerrüben.

	Reduziert (Grubber)	Konventionell (Pflug)
Rübenertrag rein (t/ha)	95.3	101.0
Zuckergehalt (%)	16.25	16.69
Zuckerertrag (t/ha)	13.6	14.9
Leistungen (CHF/ha)		
Erlös	5272.35	5958.60
Kosten (CHF/ha)		
Bodenbearbeitung	443.41	569.11
Aussaat	788.81	788.81
Düngung	763.15	763.15
Herbizidanwendung	186.18	186.18
Insektizidanwendung	136.33	136.33
Fungizidanwendung	403.45	403.45
Ernte	720.00	720.00
Arbeit	277.86	297.73
Ergebnisse		
Verfahrenskosten (CHF/ha) inkl. Maschinen-, Arbeits- und Betriebsmittelkosten	3719.19	3864.76
Produktionskosten (CHF/t Zuckerrüben)	39.03	38.26
Deckungsbeitrag 2 (CHF/ha) inkl. Maschinen-, Arbeits- und Betriebsmittelkosten	1553.16	2093.84
Deckungsbeitrag 2 (CHF/ha) inkl. Maschinen-, Arbeits-, Betriebsmittelkosten und Einzelkulturbeitrag	3653.16	4193.84

Abbildung 19 zeigt einen grafischen Vergleich der Erlöse, Verfahrenskosten und Produktionskosten pro Tonne Zuckerrüben als Ergebnis dieses Versuchs.

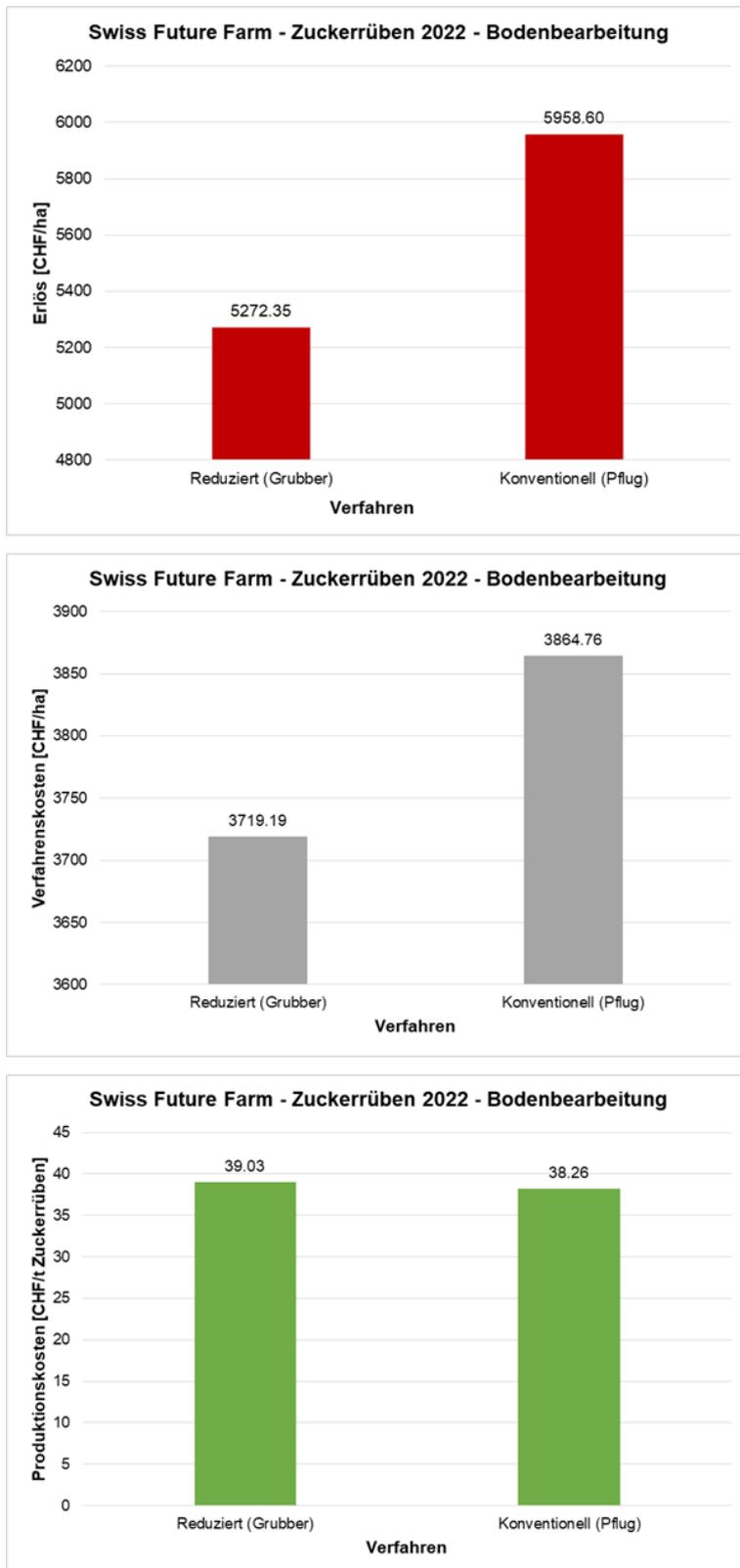


Abbildung 19. Erlöse, Verfahrenskosten und Produktionskosten pro Tonne Zuckerrüben für den SFF 2022 Bodenbearbeitungs-Versuch bei Zuckerrüben.

Weitere Beobachtungen:

Die Morphologie von Zuckerrüben, die mit intensiver Bodenbearbeitung angebaut werden, zeigt eine größere Eindringtiefe der Pfahlwurzeln und eine homogenere, geradere Wurzelentwicklung als bei Rüben, die mit reduzierter Bodenbearbeitung angebaut werden (Abbildung 20). Der Grund dafür könnte der geringere Widerstand gegen das Eindringen in den Boden und die homogenen Bodenaggregate unter intensiven Bodenbearbeitungsbedingungen sein, die sich auf die Morphologie der Zuckerrüben auswirken.



Abbildung 20. Morphologie von Zuckerrüben, die im Rahmen des SFF 2022 Bodenbearbeitungs-Versuchs beprobt wurden, mit Rüben, die unter reduzierter (oben) und intensiver (unten) Bodenbearbeitung angebaut wurden.

Empfehlungen und technische Lösungen:

- Precision Planting CleanSweep™ ermöglicht eine exakte pneumatische Anpassung der Räumsterne an die Menge der Ernterückstände bei reduzierter Bodenbearbeitung.
- Die automatische Schardruckregelung mit Precision Planting DeltaForce™ gewährleistet eine gleichbleibende Ablagetiefe auch bei heterogenen Bodenverhältnissen.
- Das Lenksystem Fendt Guide mit RTK ermöglicht Anschlussfahrten der Sämaschine mit maximaler Genauigkeit und hohem Bedienkomfort.
- Die Lenksystem-Funktion Fendt Kontur-Assistent ermöglicht eine optimale Anpassung der Spurlinien an die Konturen des Feldes während der Aussaat.



Abbildung 21. Das pneumatische Furchenräusystem CleanSweep™ von Precision Planting.

Ökonomische Betrachtung:

Bei Zuckerrüben mit konventioneller Bodenbearbeitung konnte ein zusätzlicher Deckungsbeitrag von 540.68 CHF/ha im Vergleich zur reduzierten Bodenbearbeitung erzielt werden (Abbildung 22).

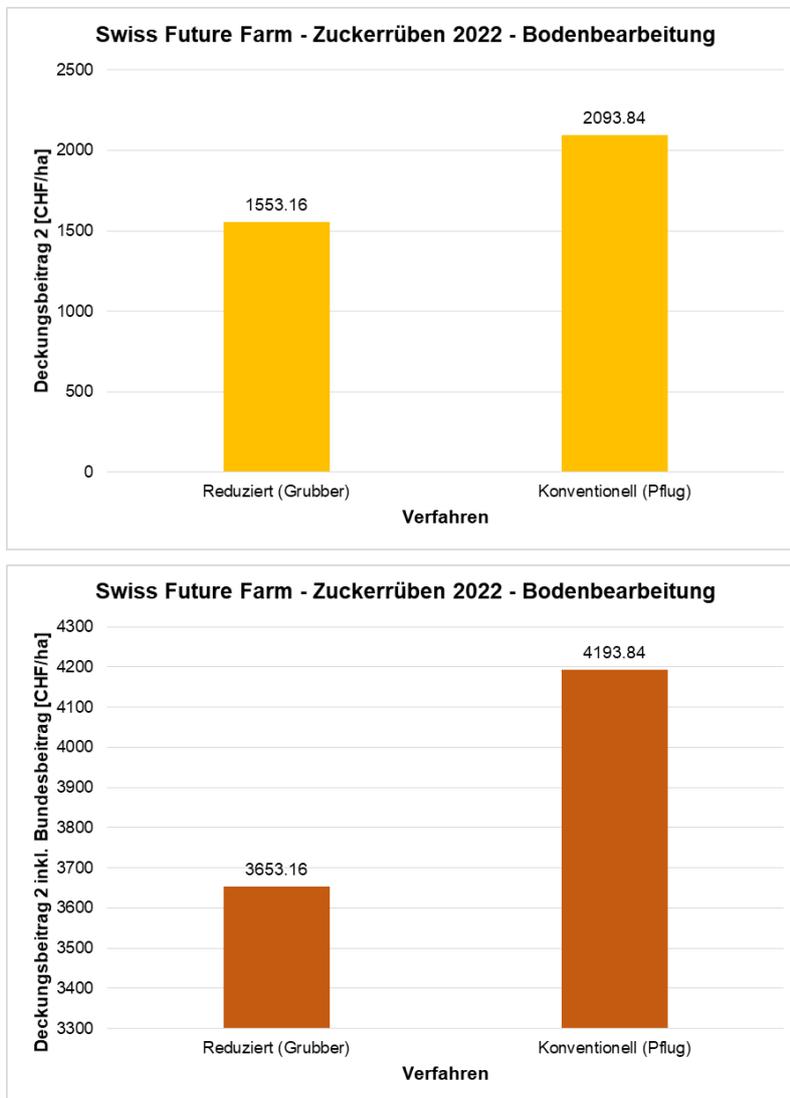


Abbildung 22. Deckungsbeitrag 2 aus den Versuchstreifen des SFF 2022 Bodenbearbeitungs-Versuchs bei Zuckerrüben.

Annahmen für die ökonomische Betrachtung:

Die Annahmen zur ökonomischen Betrachtung basieren auf den Bedingungen des Schweizer Zuckerrübenanbau- und Liefervertrags 2022 zwischen der Schweizer Zucker AG und dem Schweizerischen Zuckerrübenanbauverband.

Richtpreis A-Rüben: 50.00 CHF/t

Versuchsbeteiligte:

Der Versuch wurde vom Swiss Future Farm Operating Team durchgeführt.

1.4 Furchenräumer-Versuch bei Zuckerrüben

Kontakt zum Versuch:

Nils Zehner, Agronomy and Farm Solutions Manager, Swiss Future Farm,
nils.zehner@agcocorp.com

Zielsetzung:

Ziel dieses Versuchs war es, den Ertrag von Zuckerrüben zu bewerten, die mit verschiedenen Furchenräumer-Einstellungen gesät wurden. Dazu wurde eine Einzelkornsämaschine von Precision Planting mit dem pneumatischen Furchenräumer-System CleanSweep™ verwendet.

Aufbau des Versuchs:

Der Versuch wurde auf der Swiss Future Farm im Jahr 2022 mit einem Streifen-Versuchsdesign durchgeführt. Zum Einsatz kam eine Einzelkornsämaschine von Precision Planting, die mit dem pneumatischen Furchenräumer-System CleanSweep von Precision Planting ausgestattet war (Abbildung 23). Die folgenden Einstellungen der Furchenräumer wurden getestet:

- Furchenräumer komplett ausgehoben (CleanSweep -700 kPa)
- Furchenräumer leicht räumend (CleanSweep -150 kPa)
- Furchenräumer zu tief räumend (CleanSweep +150 kPa)

Die Versuchsparzelle befand sich auf einer Fläche mit homogenen Bodeneigenschaften und gleichmässiger Verteilung der Vorfruchtreste und wurde mit reduzierter Bodenbearbeitung bewirtschaftet. Phacelia war die vorhergehende Zwischenfrucht über den Winter. Alle Versuchsstreifen wurden mit einer Ablagetiefe von 3.8 cm und mit automatischer DeltaForce-Schardruckregelung, die auf einen Zielwert von 35 kg eingestellt war und mit einer Saatstärke von 100'000 Pflanzen pro Hektar (Sorte: KWS Smart Manja) gesät. Aussaatdatum war der 24. März 2022.



Abbildung 23. CleanSweep-Furchenräumer-System von Precision Planting an der Reiheneinheit der Einzelkornsämaschine.

Ergebnisse:

Der Versuch wurde 210 Tage nach der Aussaat gerodet.

Die Ergebnisse der verschiedenen mit dem CleanSweep-System angewendeten Furchenräumer-Einstellungen zeigen, dass der höchste Zuckerrübenenertrag mit einer leicht räumenden Einstellung der Furchenräumer (CleanSweep -150 kPa) erzielt wurde, die die Rückstände in der Furche ordnungsgemäss räumte, während ein Verzicht auf die Furchenräumer (komplett ausgehoben, CleanSweep -700 kPa) oder eine zu tiefe Einstellung der Furchenräumer (CleanSweep +150 kPa) zu einem um 3.9% bzw. 8.6% niedrigeren Ertrag führte (Abbildung 24).

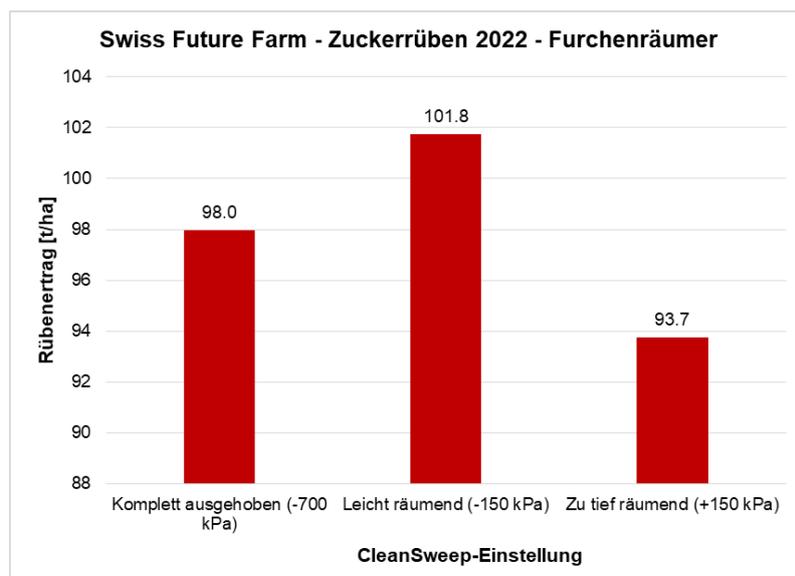


Abbildung 24. Rübenenertragsergebnisse des SFF 2022 Furchenräumer-Versuchs bei Zuckerrüben.

Der Zuckergehalt war bei Zuckerrüben, die mit tief eingestelltem Furchenräumer gesät wurden, höher als wenn mit komplett ausgehobenen und leicht räumenden Furchenräumern gesät wurden (Abbildung 25).

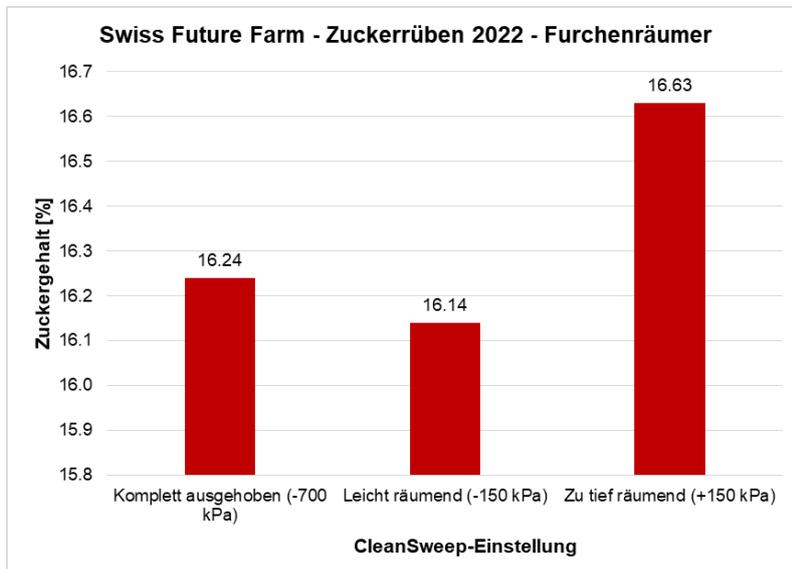


Abbildung 25. Ergebnisse des SFF 2022 Furchenräumer-Versuchs zum Zuckergehalt bei Zuckerrüben.

Analog zu den Ergebnissen für den Rübenertrag wurde ein höherer Zuckerertrag erzielt, wenn die Furchenräumer richtig eingestellt waren (leicht räumend, CleanSweep -150 kPa), während keine Anwendung oder eine zu tiefe Einstellung der Furchenräumer zu einem um 3.6% bzw. 5.1% geringeren Zuckerertrag führte (Abbildung 26).

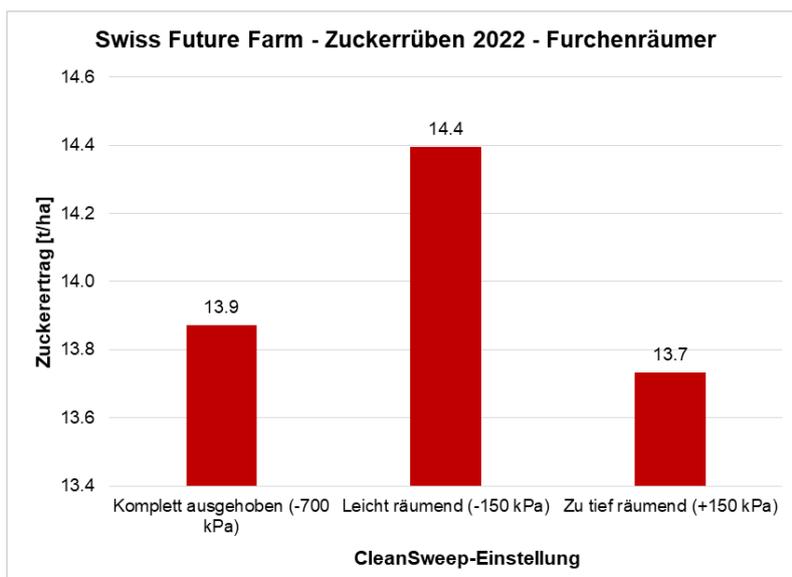


Abbildung 26. Zuckerertragsergebnisse des SFF 2022 Furchenräumer-Versuchs bei Zuckerrüben.

Abbildung 27 zeigt einen grafischen Vergleich der Erlöse, Verfahrenskosten und Produktionskosten pro Tonne Zuckerrüben als Ergebnis dieses Versuchs. Die Verfahrenskosten umfassen Maschinen-, Betriebsmittel- und Arbeitskosten für alle Feldarbeiten während des gesamten Anbauzyklus von der Saatbettbereitung für die vorhergehende Zwischenfrucht (Phacelia) bis zur Zuckerrübenernte. Alle Feldarbeiten wurden in allen Versuchsstreifen einheitlich durchgeführt und die Einstellung der Furchenräumer war die einzige Variable, die zwischen den verschiedenen Versuchsstreifen verändert wurde. Daher waren die Verfahrenskosten bei allen Versuchsvarianten gleich und aufgrund des höheren Rübenertrags konnten die Produktionskosten pro Tonne Zuckerrüben bei richtiger Einstellung der Furchenräumer während der Aussaat gesenkt werden.

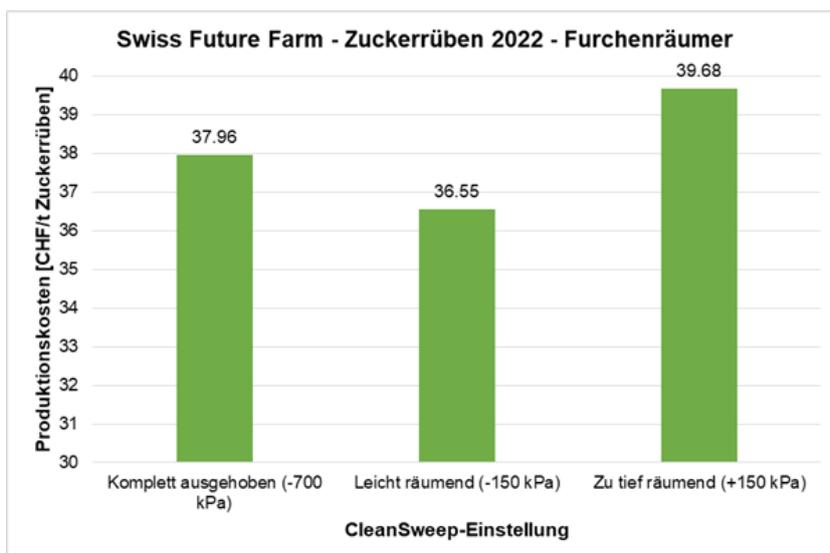
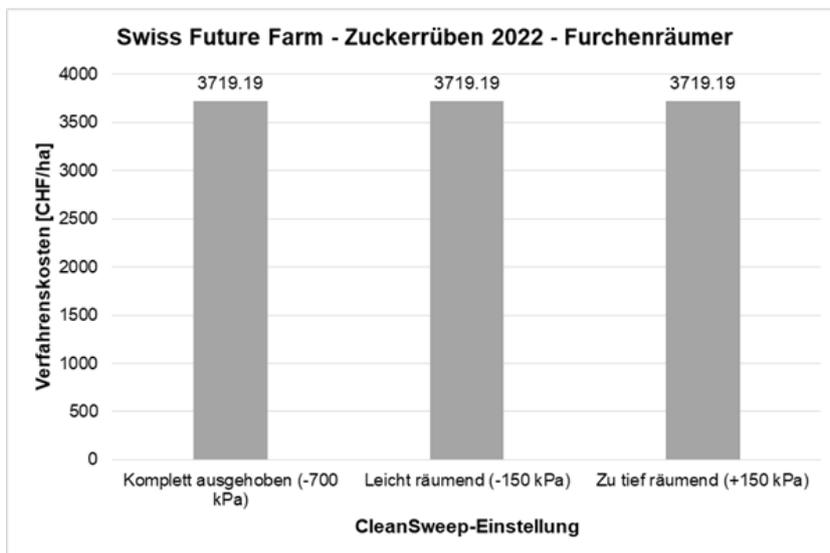
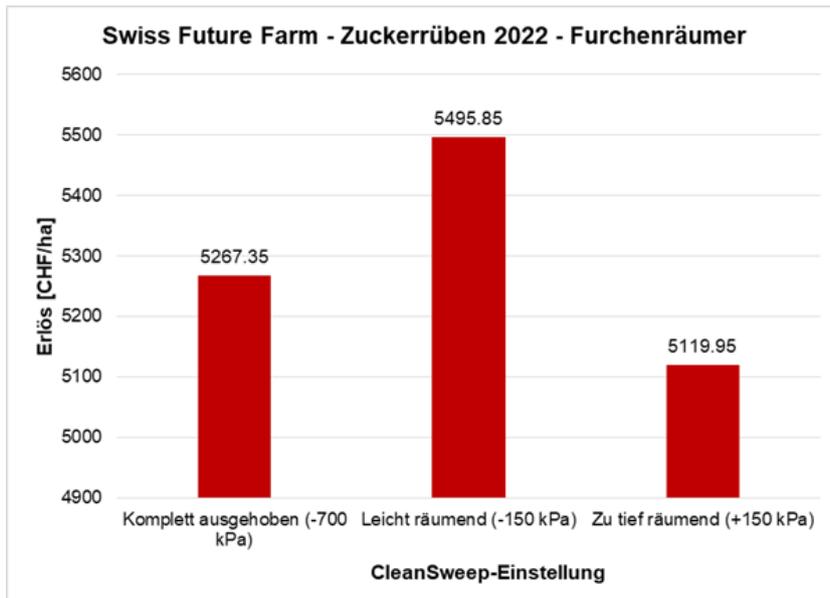


Abbildung 27. Erlöse, Verfahrenskosten und Produktionskosten für den SFF 2022 Furchenräumer-Versuch bei Zuckerrüben.

Weitere Beobachtungen:

Die Morphologie der Zuckerrüben, die mit unterschiedlichen Furchenräumer-Einstellungen gesät wurden, unterschied sich nicht signifikant zwischen den verschiedenen Versuchsstreifen (Abbildung 28).



Abbildung 28. Morphologie von Zuckerrüben, die im Rahmen des SFF 2022 Furchenräumer-Versuchs beprobt wurden.

Empfehlungen und technische Lösungen:

- Precision Planting CleanSweep™ ermöglicht eine exakte pneumatische Anpassung der Furchenräumer an die Menge der Ernterückstände beim Anbau mit reduzierter Bodenbearbeitung.
- Die automatische Schardruckregelung mit Precision Planting DeltaForce™ gewährleistet eine gleichbleibende Ablagetiefe auch bei heterogenen Bodenbedingungen.
- Das Lenksystem Fendt Guide mit RTK ermöglicht Anschlussfahrten der Sämaschine mit maximaler Genauigkeit und hohem Bedienkomfort.
- Die Lenksystem-Funktion Fendt Kontur-Assistent ermöglicht während der Aussaat eine optimale Anpassung der Spurlinien an die Konturen des Feldes.



Abbildung 29. Das pneumatische Furchenräumer-System CleanSweep™ von Precision Planting.

Ökonomische Betrachtung:

Bei Zuckerrüben, die mit einer korrekten, leicht räumenden Einstellung der Furchenräumer gesät wurden, konnte ein zusätzlicher Deckungsbeitrag von 228.85 CHF/ha respektive 375.90 CHF/ha erzielt werden, verglichen mit keiner respektive einer zu tiefen Anwendung der Furchenräumer (Abbildung 30). Diese Ergebnisse zeigen, dass die richtige Einstellung der Furchenräumer in Abhängigkeit von den Boden- und Rückstandsverhältnissen bei der Aussaat deutliche Auswirkungen auf die Erträge und damit Erlöse aus dem Zuckerrübenanbau haben kann.

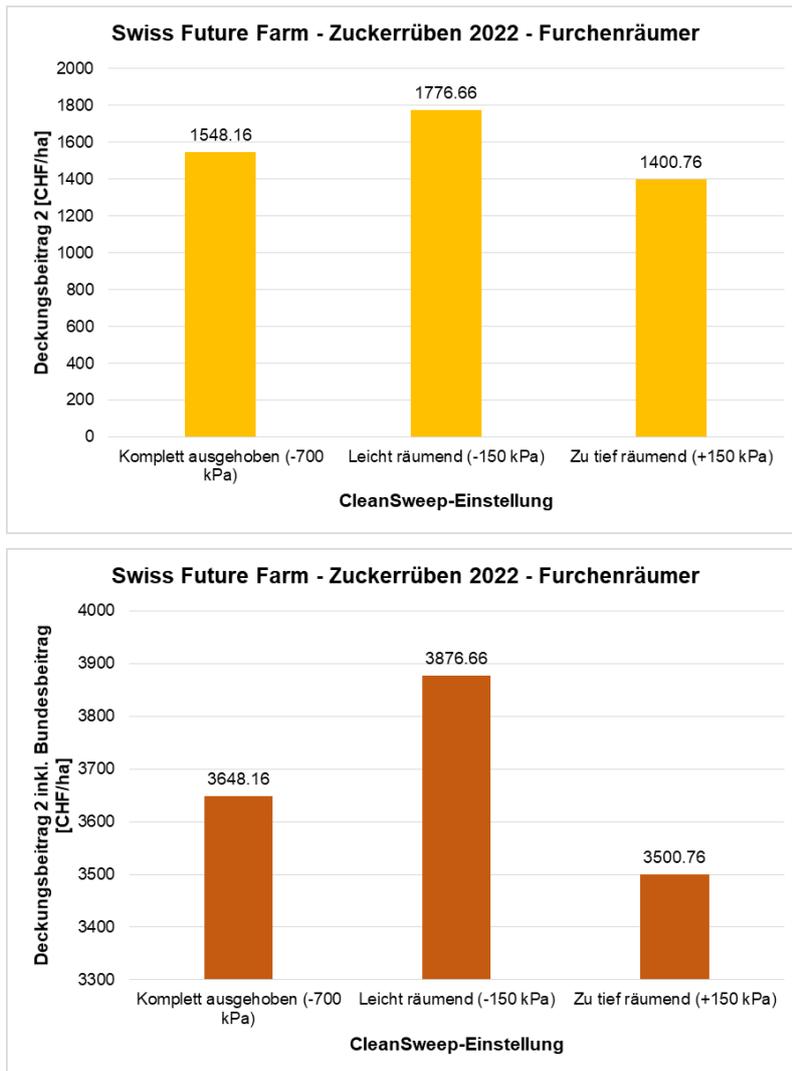


Abbildung 30. Deckungsbeitrag 2 aus dem SFF 2022 Furchenräumer-Versuch bei Zuckerrüben.

Annahmen für die ökonomische Betrachtung:

Die Annahmen zur ökonomischen Betrachtung basieren auf den Bedingungen des Schweizer Zuckerrübenanbau- und Liefervertrags 2022 zwischen der Schweizer Zucker AG und dem Schweizerischen Zuckerrübenanbauverband.

Richtpreis A-Rüben: 50.00 CHF/t

Versuchsbeteiligte:

Der Versuch wurde vom Swiss Future Farm Operating Team mit der dankenswerten Unterstützung von Philipp Unfried (Precision Planting Product Support Specialist, DACH Region) durchgeführt.

Anhang

Tabelle 7 zeigt zusammengefasste Ergebnisse zu Erlösen, Verfahrenskosten und Produktionskosten pro Tonne sowie zum Deckungsbeitrag 2 für Zuckerrüben, die mit verschiedenen Furchenräumer-Einstellungen des CleanSweep-Systems von Precision Planting angebaut wurden.

Tabelle 7. Kostenrechnung für den SFF 2022 Furchenräumer-Versuch bei Zuckerrüben.

	Furchenräumer Komplett ausgehoben (Clean Sweep -700 kPa)	Furchenräumer Leicht räumend (CleanSweep -150 kPa)	Furchenräumer Zu tief (CleanSweep +150 kPa)
Rübenertrag rein (t/ha)	98.0	101.8	93.7
Zuckergehalt (%)	16.24	16.14	16.63
Zuckerertrag (t/ha)	13.9	14.4	13.7
Leistungen (CHF/ha)			
Erlös	5267.35	5495.85	5119.95
Kosten (CHF/ha)			
Bodenbearbeitung	443.41	443.41	443.41
Aussaat	788.81	788.81	788.81
Düngung	763.15	763.15	763.15
Herbizidanwendung	186.18	186.18	186.18
Insektizidanwendung	136.33	136.33	136.33
Fungizidanwendung	403.45	403.45	403.45
Ernte	720.00	720.00	720.00
Arbeit	277.86	277.86	277.86
Ergebnisse			
Verfahrenskosten (CHF/ha) inkl. Maschinen-, Arbeits- und Betriebsmittelkosten	3719.19	3719.19	3719.19
Produktionskosten (CHF/t Zuckerrüben)	37.96	36.55	39.68
Deckungsbeitrag 2 (CHF/ha) inkl. Maschinen-, Arbeits- und Betriebsmittelkosten	1548.16	1776.66	1400.76
Deckungsbeitrag 2 (CHF/ha) inkl. Maschinen-, Arbeits-, Betriebsmittelkosten und Einzelkulturbeitrag	3648.16	3876.66	3500.76

1.5 Andruckrollen-Versuch bei Zuckerrüben

Kontakt zum Versuch:

Nils Zehner, Agronomy and Farm Solutions Manager, Swiss Future Farm,
nils.zehner@agcocorp.com

Zielsetzung:

Ziel dieses Versuchs war es, den Ertrag von Zuckerrüben zu bewerten, die mit unterschiedlichem Anpressdruck der Andruckrollen gesät wurden, wobei eine Einzelkornsämaschine mit einem FurrowForce™ Andruckrollen-System verwendet wurde.

Aufbau des Versuchs:

Der Versuch wurde auf der Swiss Future Farm im Jahr 2022 in einem Streifenversuch durchgeführt. Es wurde eine Sämaschine von Precision Planting verwendet, die mit dem pneumatischen Andruckrollen-System FurrowForce von Precision Planting (Abbildung 31) ausgestattet ist, wurde verwendet. Die folgenden Andruckrollen-Einstellungen wurden getestet:

- FurrowForce 0 psi (kein Schliessdruck angewendet)
- FurrowForce 30 psi (Leichter Schliessdruck)
- FurrowForce 60 psi (Mittlerer Schliessdruck)
- FurrowForce 100 psi (Starker Schliessdruck)

Die Versuchsparzelle befand sich auf einem Feld mit homogenen Bodenbedingungen, das mit reduzierter Bodenbearbeitung bewirtschaftet wurde. Alle Versuchsstreifen wurden mit einer Ablagetiefe von 3.8 cm mit automatischer DeltaForce-Schardruckregelung, die auf einen Zielwert von 35 kg eingestellt war, und mit einer Saatstärke von 100'000 Pflanzen pro Hektar gesät (Sorte: KWS Smart Manja). Saattermin war der 24. März 2022.



Abbildung 31. FurrowForce-Andruckrollensystem von Precision Planting an der Reiheneinheit der Sämaschine.

Ergebnisse:

Der Versuch wurde 210 Tage nach der Aussaat geerntet.

Die Ergebnisse der verschiedenen Schliessdrücke, die mit dem FurrowForce-Andruckrollensystem angewendet wurden, zeigen, dass der Zuckerrübenenertrag höher war, wenn ein höherer Schliessdruck angewendet wurde (Abbildung 32). Dies lässt sich durch die trockenen Anbaubedingungen erklären, bei denen Furchen, die mit hohem Schliessdruck geschlossen wurden, die Bodenfeuchte am besten bewahren konnten und durch das pneumatische Funktionsprinzip und die spezifische Form der Andruckrollen des FurrowForce-Systems nicht zur Verdichtung neigten.

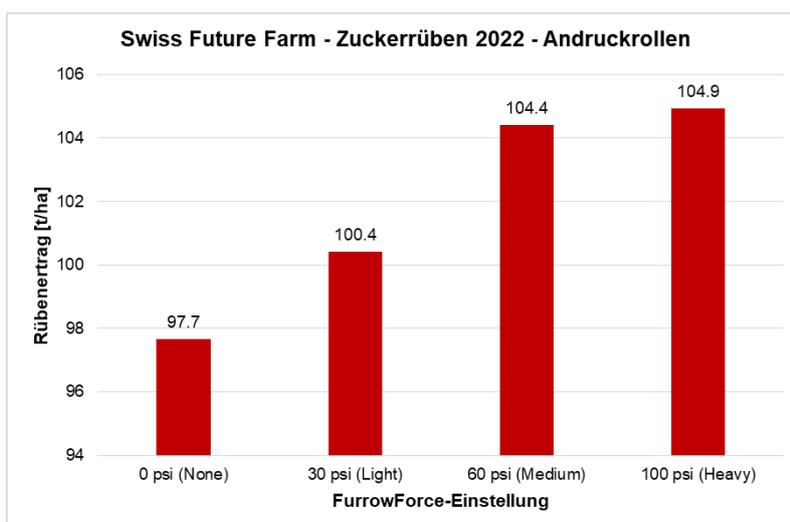


Abbildung 32. Ergebnisse zum Rübenenertrag des SFF 2022 Andruckrollen-Versuchs bei Zuckerrüben.

Der Zuckergehalt nahm ebenfalls zu, je mehr Schliessdruck ausgeübt wurde (Abbildung 33). Gründe dafür könnten die bessere Verfügbarkeit von Bodenfeuchtigkeit und ein besserer Erhalt der Bodenfeuchte unter höherem Schliessdruck sein, da der Aufbau von Zucker in der Rübe neben Kohlendioxid vor allem ausreichend Wasser benötigt.

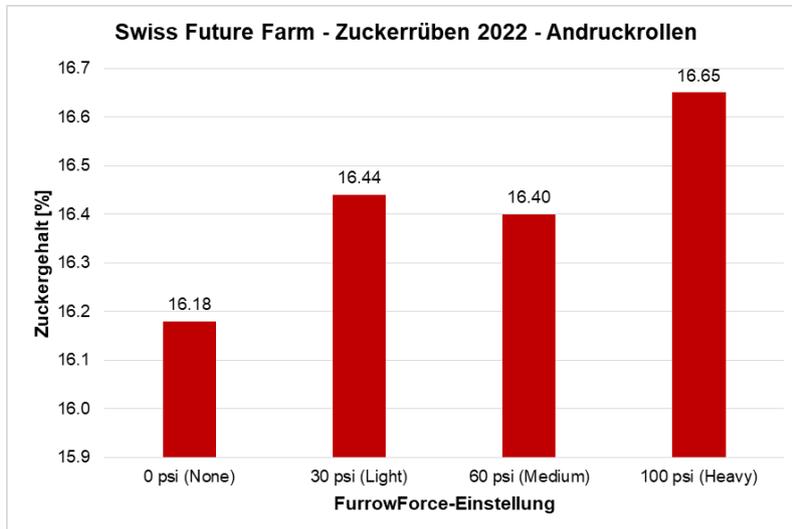


Abbildung 33. Ergebnisse des Zuckergehalts des SFF 2022 Andruckrollen-Versuchs bei Zuckerrüben.

Entsprechend dem Trend, der bei Rübenenertrag und Zuckergehalt festgestellt wurde, wurde ein höherer Zuckerertrag erzielt, je mehr Schliessdruck angewendet wurde (Abbildung 34).

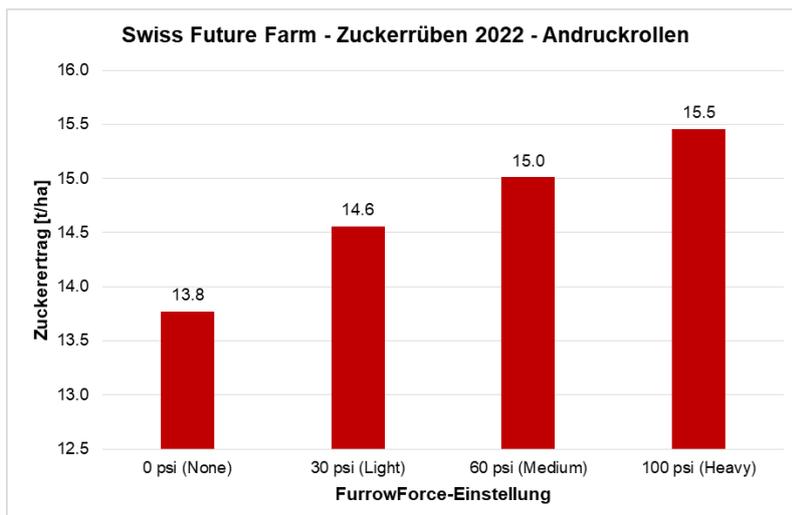


Abbildung 34. Ergebnisse zum Zuckerertrag des SFF 2022 Andruckrollen-Versuchs bei Zuckerrüben.

Abbildung 35 zeigt einen grafischen Vergleich der Erlöse, Verfahrenskosten und Produktionskosten pro Tonne Zuckerrüben als Ergebnis dieses Versuchs. Die Verfahrenskosten umfassen Maschinen-, Betriebsmittel- und Arbeitskosten für alle Feldarbeiten entlang des Anbauzyklus von der Saatbettbereitung für die vorangegangene Zwischenfrucht (Phacelia) bis zur Zuckerrübenenernte. Alle Feldarbeiten wurden auf allen Versuchsstreifen einheitlich durchgeführt, und die Einstellung des Schliessdrucks der Andruckrollen war die einzige Variable, die zwischen den verschiedenen Versuchsvarianten verändert wurde. Daher waren die Verfahrenskosten bei allen Varianten gleich, und aufgrund des höheren Rübenertrags konnten niedrigere Produktionskosten pro Tonne Zuckerrüben erzielt werden, je mehr Schliessdruck bei der Aussaat angewendet wurde.

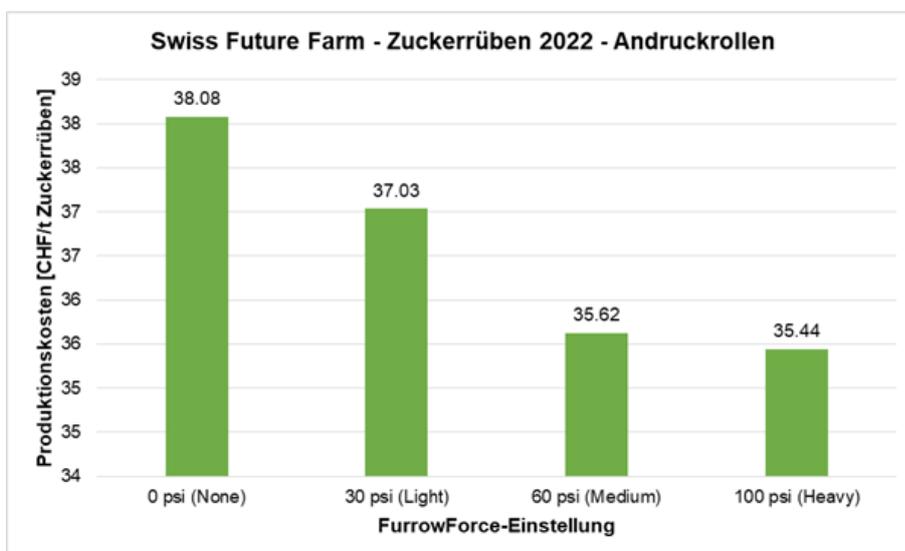
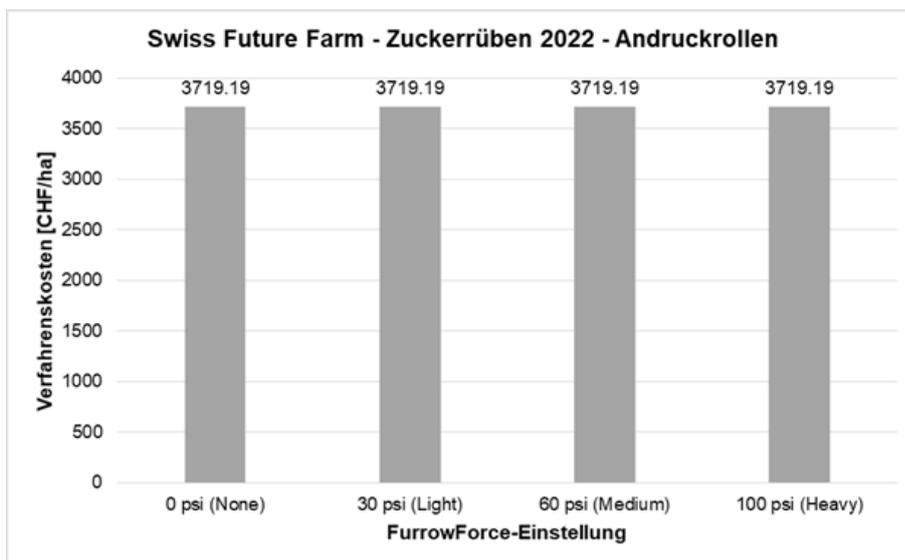
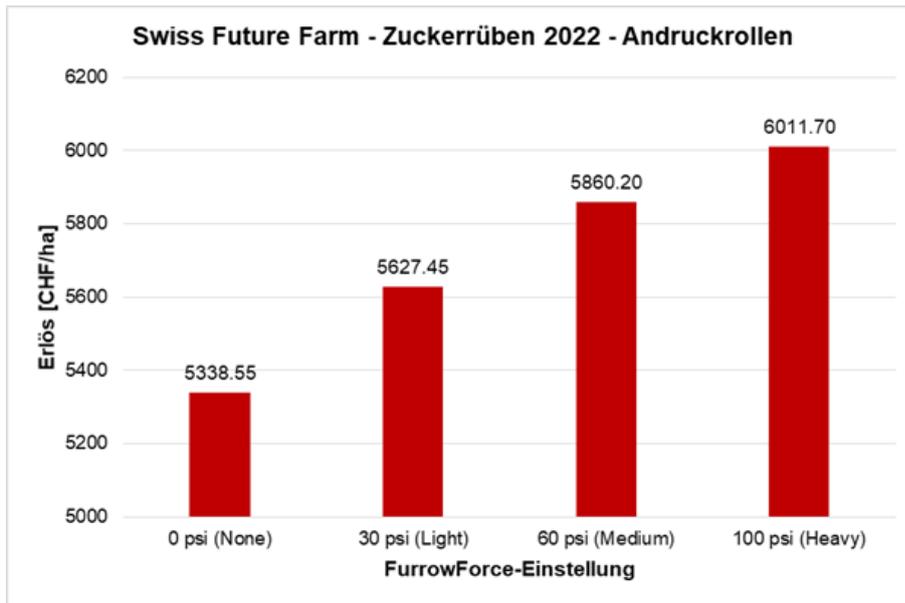


Abbildung 35. Erlöse, Verfahrenskosten und Produktionskosten pro Tonne Zuckerrüben für den SFF 2022 Andruckrollen-Versuch bei Zuckerrüben.

Weitere Beobachtungen:

Die Versuchsfläche für Zuckerrüben auf der Swiss Future Farm im Jahr 2022 wurde unter schwierigen Bedingungen gesät, da während des Aussaat-Zeitraums für Zuckerrüben im März eine Periode mit deutlich geringeren Niederschlägen als üblich auftrat (2022: 23.1 mm vs. Mittelwert 1991-2010: 79.8 mm). Diese trockenheitsgeprägten Anbaubedingungen erklären auch die hohen Ertragsauswirkungen, die ein erhöhter Schliessdruck aufgrund einer besseren Konservierung der Bodenfeuchtigkeit und damit günstigerer Auflauf- und Wachstumsbedingungen für Zuckerrüben zeigte.

Empfehlungen und technische Lösungen:

- Unter trockenheitsgeprägten Aussaatbedingungen ermöglicht ein höherer Schliessdruck des Precision Planting FurrowForce-Systems eine bessere Erhaltung der Bodenfeuchtigkeit und damit einen höheren Feldaufgang und eine bessere Gleichmässigkeit des Aufgangs.
- SmartFirmer™-Bodensensoren messen die Bodenfeuchtigkeit, die Bodentemperatur und die organische Substanz während der Aussaat in Echtzeit.
- Precision Planting SmartDepth™ passt die Ablagetiefe automatisch zwischen einer Mindest- und einer Maximaltiefe an und hält dabei die angestrebte Bodenfeuchtigkeit ein.
- Die automatische Schardruck-Regelung mit Precision Planting DeltaForce™ gewährleistet eine gleichbleibende Ablagetiefe auch bei heterogenen Bodenverhältnissen.
- Mit dem Precision Planting 20/20 Gen3 Monitor werden die Sensorparameter der Sämaschine in hoher Auflösung überwacht und dokumentiert. Dies informiert Sie, wenn eine Anpassung der Sämaschineneinstellungen aufgrund von unzureichender Bodenfeuchte erforderlich ist.
- Das Lenksystem Fendt Guide mit RTK ermöglicht Anschlussfahrten der Sämaschine mit maximaler Genauigkeit und hohem Bedienkomfort.
- Der Fendt Kontur-Assistent ermöglicht eine optimale Anpassung der Spurlinien an die Konturen des Feldes während der Aussaat.



Abbildung 36. Das pneumatische Andruckrollen-System Precision Planting FurrowForce ermöglicht es, die Bodenfeuchtigkeit zu erhalten und Erträge unter schwierigen klimatischen Bedingungen zu sichern.

Ökonomische Betrachtung:

Für Zuckerrüben, die mit unterschiedlichen Schliessdruckeinstellungen gesät wurden, konnte ein zusätzlicher Deckungsbeitrag von 673.15 CHF/ha erzielt werden, wenn man die ungünstigste (0 psi = kein Schliessdruck) mit der Anwendung der vorteilhaftesten Schliessdruckeinstellung (100 psi = starker Schliessdruck) mit Precision Planting FurrowForce vergleicht (Abbildung 37). Diese Ergebnisse unterstreichen, dass die Sicherstellung des richtigen Schliessdrucks der Andruckrollen entsprechend den Bedingungen während der Aussaat erhebliche Auswirkungen auf die Rentabilität der Zuckerrübenproduktion haben kann.

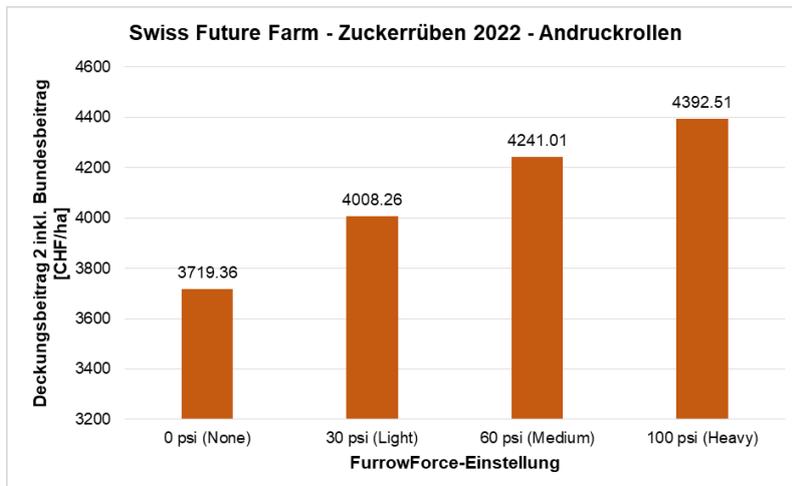
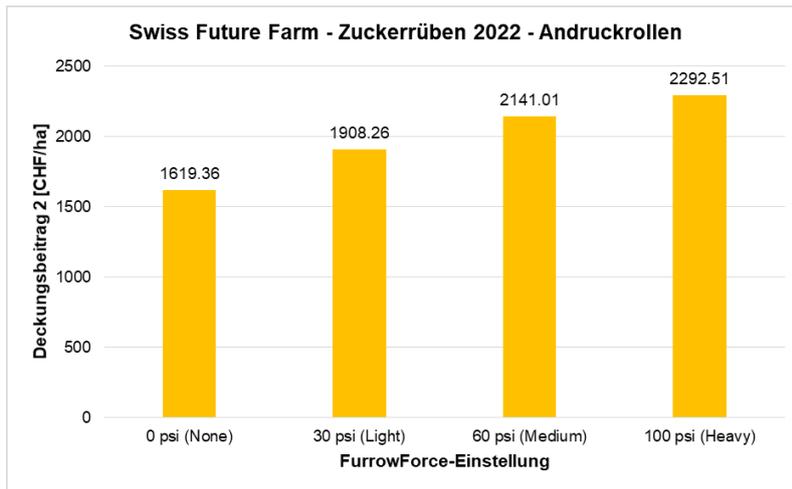


Abbildung 37. Deckungsbeitrag 2 aus dem SFF 2022 Andruckrollen-Versuch bei Zuckerrüben.

Annahmen für die ökonomische Betrachtung:

Die Annahmen zur ökonomischen Betrachtung basieren auf den Bedingungen des Schweizer Zuckerrübenanbau- und Liefervertrags 2022 zwischen der Schweizer Zucker AG und dem Schweizerischen Zuckerrübenanbauerverband.

Richtpreis A-Rüben: 50.00 CHF/t

Versuchsbeteiligte:

Der Versuch wurde vom Swiss Future Farm Operating Team mit der dankenswerten Unterstützung von Philipp Unfried (Precision Planting Product Support Specialist, DACH Region) durchgeführt.

Anhang

Tabelle 8 zeigt zusammengefasste Ergebnisse zu Erlösen, Verfahrenskosten und Produktionskosten pro Tonne sowie zum Deckungsbeitrag 2 für Zuckerrüben, die mit unterschiedlichem Schliessdruck durch das Precision Planting FurrowForce-System gesät wurden.

Tabelle 8. Kostenrechnung für den SFF 2022 Andruckrollen-Versuch bei Zuckerrüben.

	FurrowForce 0 psi (None)	FurrowForce 30 psi (Light)	FurrowForce 60 psi (Medium)	FurrowForce 100 psi (Heavy)
Rübenertrag rein (t/ha)	97.7	100.4	104.4	104.9
Zuckergehalt (%)	16.18	16.44	16.40	16.65
Zuckerertrag (t/ha)	13.8	14.6	15.0	15.5
Leistungen (CHF/ha)				
Erlös	5338.55	5627.45	5860.20	6011.70
Kosten (CHF/ha)				
Bodenbearbeitung	443.41	443.41	443.41	443.41
Aussaat	788.81	788.81	788.81	788.81
Düngung	763.15	763.15	763.15	763.15
Herbizidanwendung	186.18	186.18	186.18	186.18
Insektizidanwendung	136.33	136.33	136.33	136.33
Fungizidanwendung	403.45	403.45	403.45	403.45
Ernte	720.00	720.00	720.00	720.00
Arbeit	277.86	277.86	277.86	277.86
Ergebnisse				
Verfahrenskosten (CHF/ha) inkl. Maschinen-, Arbeits- und Betriebsmittelkosten	3719.19	3719.19	3719.19	3719.19
Produktionskosten (CHF/t Zuckerrüben)	38.08	37.03	35.62	35.44
Deckungsbeitrag 2 (CHF/ha) inkl. Maschinen-, Arbeits- und Betriebsmittelkosten	1619.36	1908.26	2141.01	2292.51
Deckungsbeitrag 2 (CHF/ha) inkl. Maschinen-, Arbeits-, Betriebsmittelkosten und Einzelkulturbeitrag	3719.36	4008.26	4241.01	4392.51

1.6 Ablagetiefe-Versuch bei Zuckerrüben

Kontakt zum Versuch:

Nils Zehner, Agronomy and Farm Solutions Manager, Swiss Future Farm,
nils.zehner@agcocorp.com

Zielsetzung:

Ziel dieses Versuchs war es, den Ertrag von Zuckerrüben bei unterschiedlichen Ablagetiefen zu untersuchen, indem eine Einzelkornsämaschine mit DeltaForce™ Schardrucksteuerung und SmartDepth™ Ablagetiefensteuerung eingesetzt wurde.

Aufbau des Versuchs:

Der Versuch wurde auf der Swiss Future Farm in Tänikon im Jahr 2022 als Streifenversuch mit den folgenden Ablagetiefen durchgeführt:

- Einheitliche Ablagetiefe 2.5 cm (Standard)
- Variable Pflanztiefe basierend auf den Bodenfeuchtheitsmessungen (SM = soil moisture) der Precision Planting SmartFirmer-Bodensensoren und der Precision Planting SmartDepth-Steuerung mit 3 Stufen: 2.5 - 3.8 – 5.5 cm Ablagetiefe:
 - SM >40% = 2.5 cm
 - SM 40%-30% = 3.8 cm
 - SM <30% = 5.5 cm
- Einheitliche Ablagetiefe 3.8 cm (leicht tiefer)

Um eine gleichmässige Ablagetiefe zu gewährleisten, wurden alle Behandlungen mit der automatischen DeltaForce-Schardruckregelung mit einem Zielwert von 45 kg und einer Saatstärke von 100,000 Pflanzen pro Hektar (Sorte: KWS Smart Manja) gesät. Der Versuch wurde in der letzten Märzwoche gesät.

Ergebnisse:

Die Versuchsparzelle wurde im Oktober 2022 (210 Tage nach der Aussaat) gerodet. Die höchsten Zuckerrübenenerträge im Vergleich wurden auf den Versuchstreifen mit flacher Standardablagentiefe (2.5 cm) erzielt, während variable (2.5-5.5 cm) und etwas tiefere Ablagetiefe (3.8 cm) niedrigere Erträge lieferten (Abbildung 38). Der Unterschied bei den Rübenenerträgen beträgt 1.5% bzw. 4.1%, wenn mit variabler Ablagetiefe von 2.5-5.5 cm bzw. 3.8 cm anstelle von 2.5 cm gesät wird.

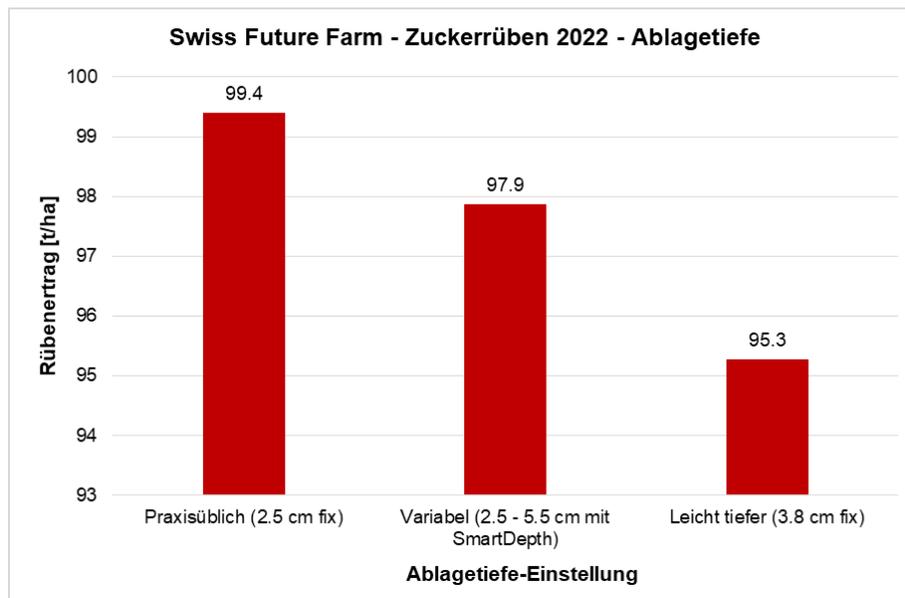


Abbildung 38. Rübenenertragsergebnisse des SFF 2022 Ablagetiefen-Versuchs bei Zuckerrüben.

Der höchste Zuckergehalt wurde bei Zuckerrüben erzielt, die in der Standardablagentiefe von 2.5 cm gesät wurden (16.92%), während variable und etwas tiefere Ablagetiefe einen geringeren Zuckergehalt von 16.39% bzw. 16.25% aufwiesen (Abbildung 39). Dies könnte auf geringere Verunreinigungen wie Aminosäuren, Kalium und Natrium in Zuckerrüben zurückzuführen sein, die in 2.5 cm Ablagetiefe gesät wurden, da diese Inhaltsstoffe den extrahierbaren Zucker reduzieren.

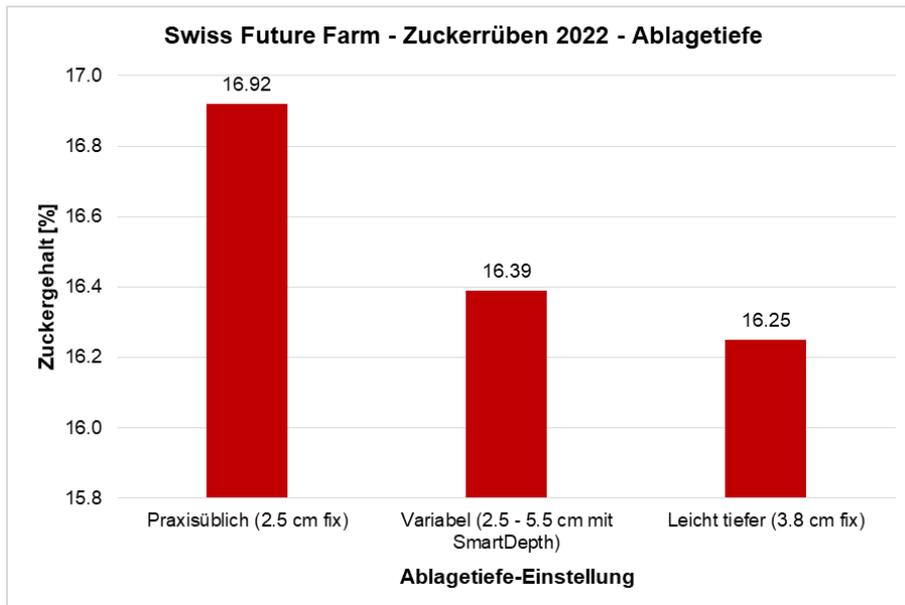


Abbildung 39. Zuckergehaltsergebnisse des SFF 2022 Ablagetiefen-Versuchs bei Zuckerrüben.

Der höchste Zuckerertrag wurde in den Versuchsstreifen mit einer Standardablage-tiefe von 2.5 cm erzielt, während bei variabler und etwas tieferer Ablagetiefe ein ge-ringerer Zuckerertrag festgestellt wurde (Abbildung 40).

In unserem Versuch beläuft sich die Steigerung des Zuckerertrags, die durch eine Ab-lagetiefe von 2.5 cm anstelle von 2.5-5.5 cm und 3.8 cm erzielt werden kann, auf 6.0% und 8.7%.

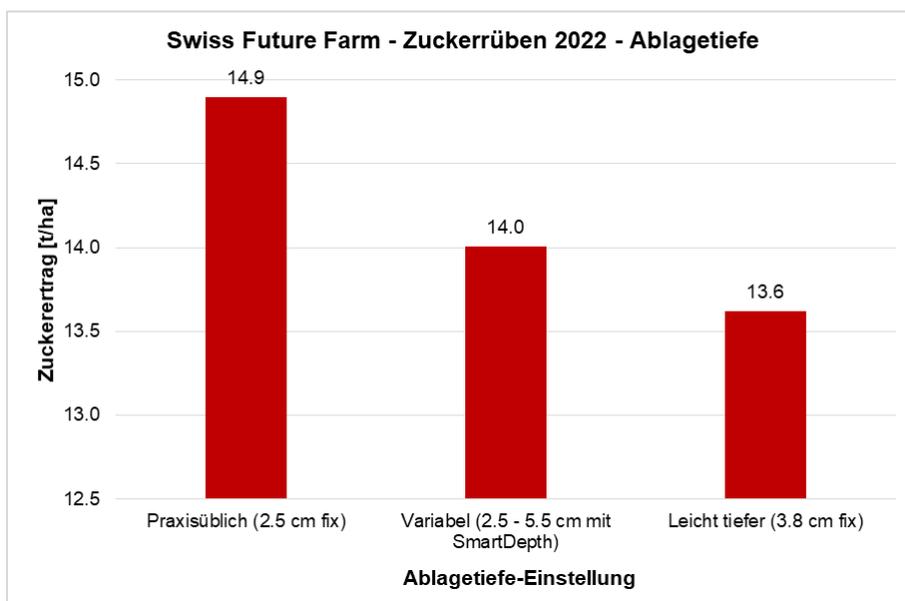


Abbildung 40. Zuckerertragsergebnisse des SFF 2022 Ablagetiefen-Versuchs bei Zuckerrüben.

Abbildung 41 zeigt einen grafischen Vergleich der Erlösen, Verfahrenskosten und Produktionskosten pro Tonne Zuckerrüben als Ergebnis dieses Versuchs. Die Verfahrenskosten umfassen Maschinen-, Betriebsmittel- und Arbeitskosten für alle Feldarbeiten während des Anbauzyklus von der Saatbettvorbereitung für die vorhergehende Zwischenfrucht (Phacelia) bis zur Zuckerrübenenernte. Alle Feldarbeiten wurden auf allen Versuchsstreifen einheitlich durchgeführt, und die Einstellung der Ablagetiefe war die einzige Variable, die zwischen den verschiedenen Versuchsstreifen verändert wurde.

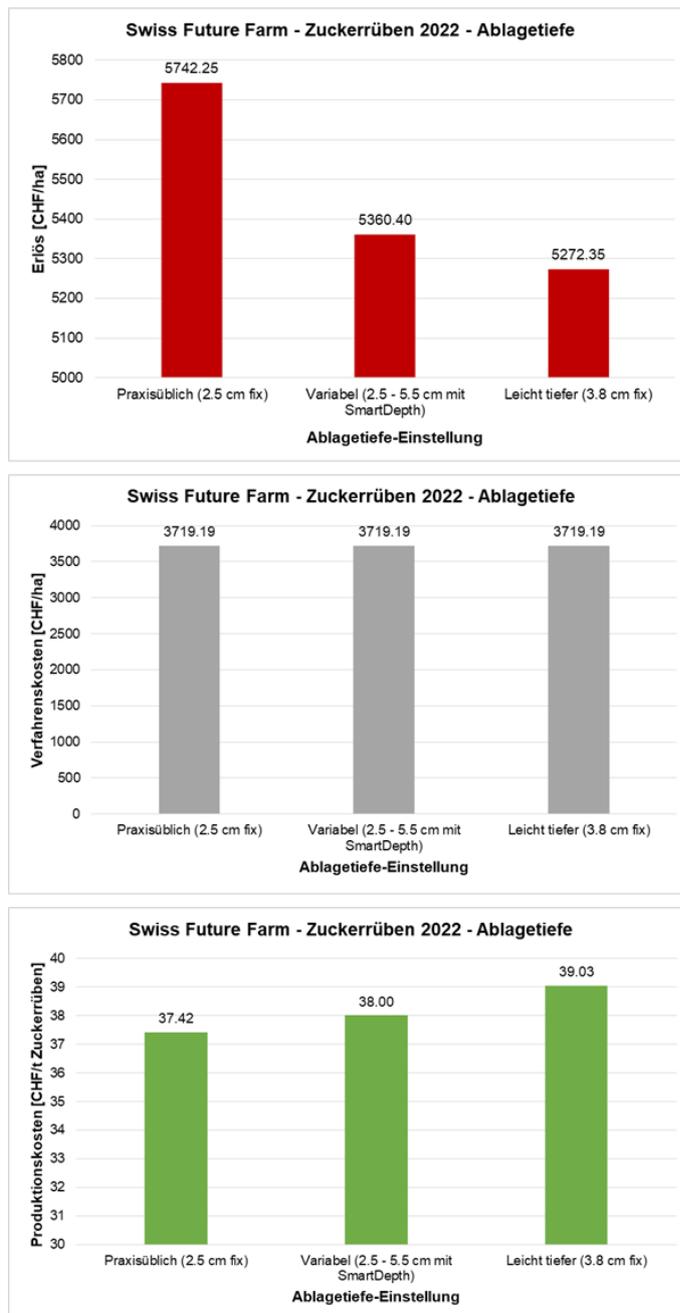


Abbildung 41. Erlöse, Verfahrenskosten und Produktionskosten pro Tonne Zuckerrüben für des SFF 2022 Ablagetiefen-Versuchs bei Zuckerrüben.

Weitere Beobachtungen:

Die Morphologie der Zuckerrüben, die mit unterschiedlicher Ablagetiefe angebaut wurden, unterschied sich bei den Behandlungen mit einheitlicher oder variabler Ablagetiefe nicht signifikant (Abbildung 42).

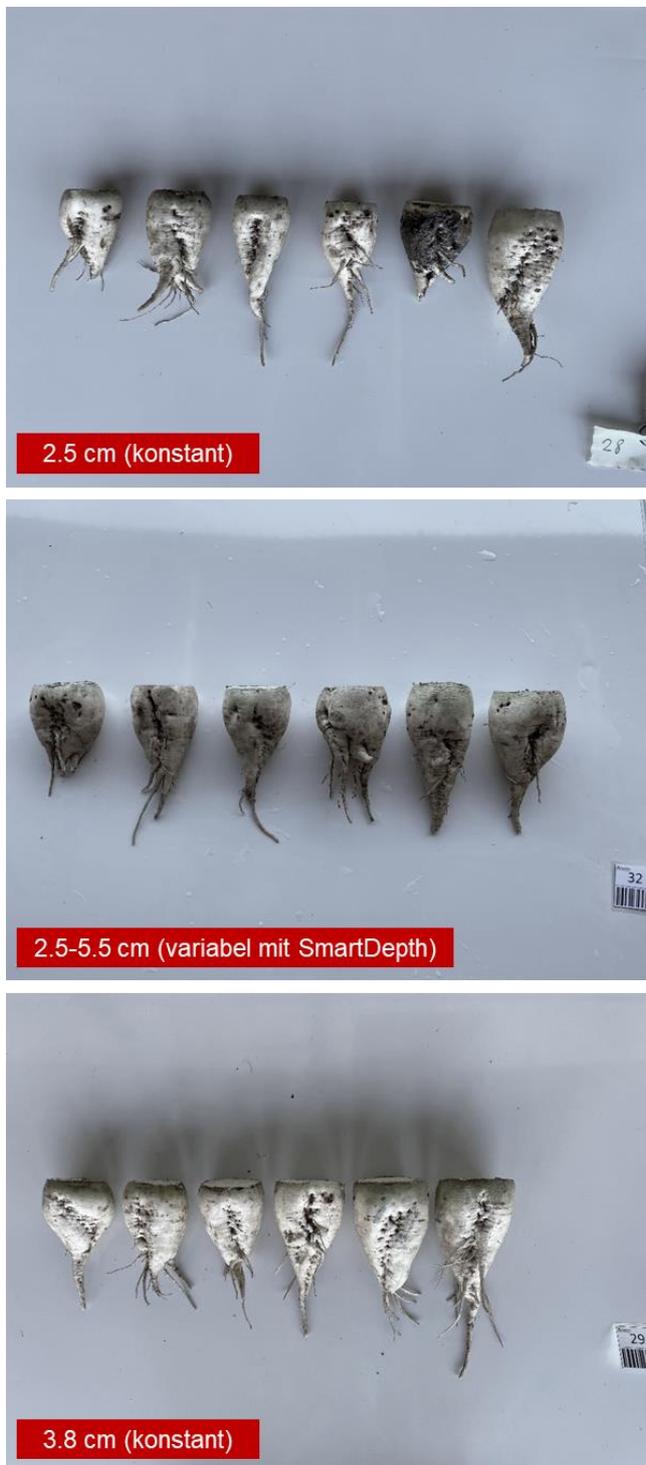


Abbildung 42. Morphologie von Zuckerrüben, die im Rahmen des SFF 2022 Ablagetiefen-Versuchs beprobt wurden, mit Standardablagetiefe (oben), variabler Ablagetiefe (Mitte) und leicht tieferer Ablagetiefe (unten).

Empfehlungen und technische Lösungen:

- Die SmartFirmer™-Bodensensoren von Precision Planting messen Bodenfeuchtigkeit, Bodentemperatur und organische Substanz während der Aussaat in Echtzeit und liefern aussagekräftige Informationen über Bodeneigenschaften und Feldzonen.
- Precision Planting SmartDepth™ passt die Ablagetiefe automatisch zwischen einer Mindest- und einer Maximaltiefe an, wobei die Zielvorgabe für die Bodenfeuchtigkeit auf der Grundlage der Messungen der SmartFirmer-Bodensensoren beibehalten wird.
- vSet™-Saatgutdosierer und vDrive™-Elektroantriebe bieten höchste Genauigkeit bei der Saatgut-Vereinzelung bei Reihenkulturen und ermöglichen die Anpassung der Aussaatmengen in Echtzeit.
- Die automatische Schardruckregelung mit Precision Planting DeltaForce™ gewährleistet eine gleichbleibende Ablagetiefe auch bei heterogenen Bodenverhältnissen.
- Das Lenksystem Fendt VarioGuide mit RTK ermöglicht Anschlussfahrten der Sämaschine mit höchster Genauigkeit und hohem Bedienkomfort.
- Der Fendt Kontur-Assistent ermöglicht eine optimale Anpassung der Spurlinien an die Konturen des Feldes während der Aussaat.

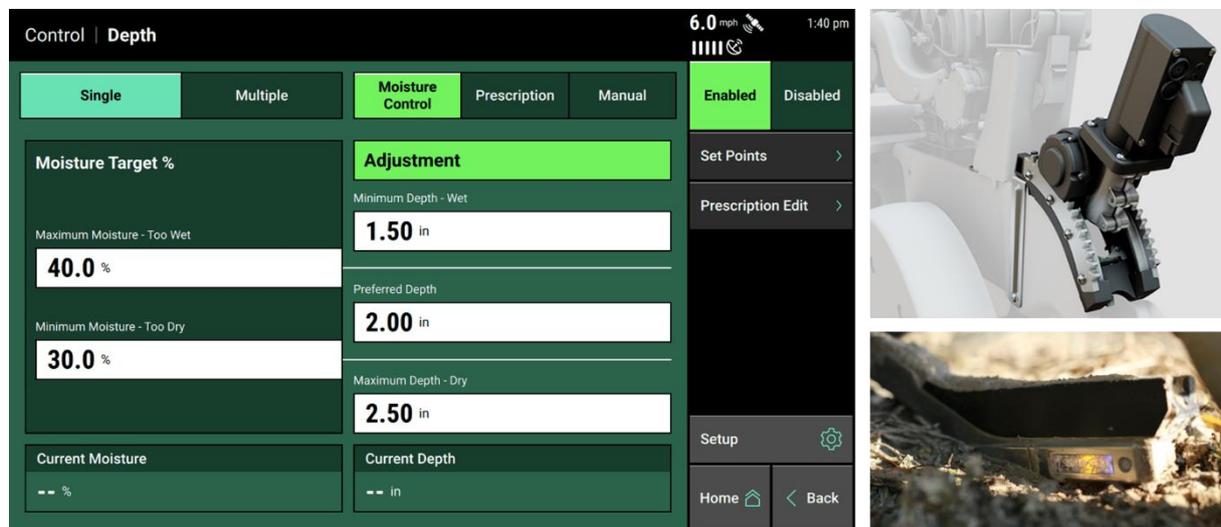


Abbildung 43. Variabler Ablagetiefen-Modus im Precision Planting 20/20 Gen3-Terminal (links), Precision Planting SmartDepth-Getriebe auf dem Säaggregat zur Echtzeitanpassung der Ablagetiefe an die Bodenfeuchte (oben rechts) und Precision Planting SmartFirmer-Bodensensor zur Messung der Bodenfeuchte in der Furche (unten rechts).

Ökonomische Betrachtung:

Bei Zuckerrüben, die mit 2.5 cm einheitlicher Ablagetiefe gesät wurden, konnte ein zusätzlicher Deckungsbeitrag von 381.85 CHF/ha bzw. 469.90 CHF/ha im Vergleich zu 2.5-5.5 cm variabler Ablagetiefe bzw. 3.8 cm einheitlicher Ablagetiefe erzielt werden (Abbildung 44).

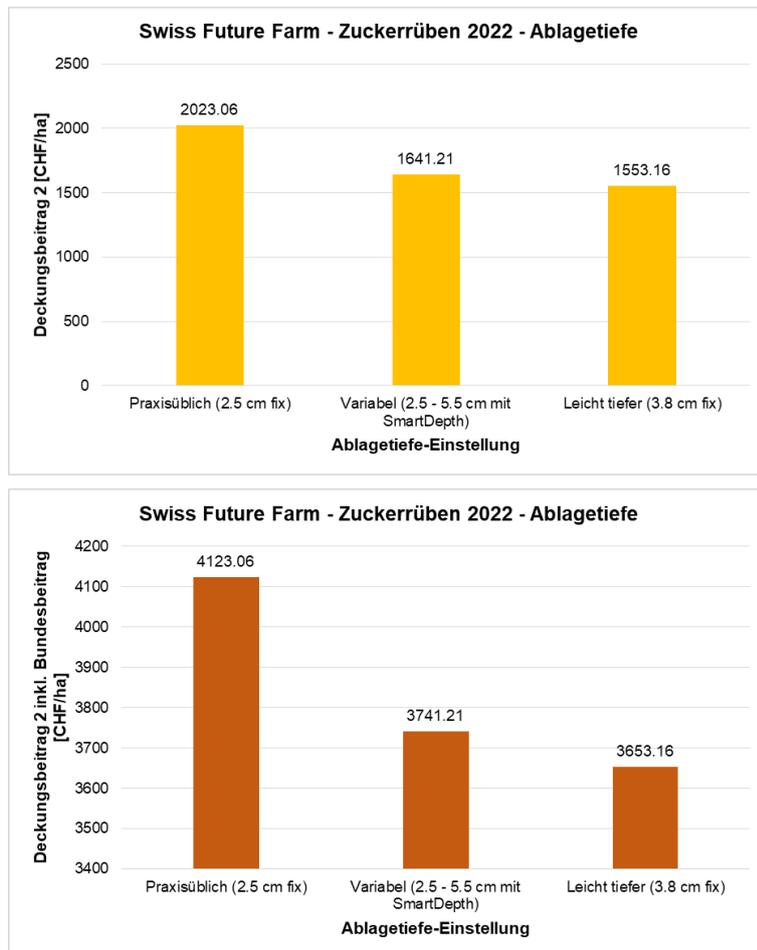


Abbildung 44. Deckungsbeitrag 2 des SFF 2022 Ablagetiefe-Versuchs bei Zuckerrüben.

Annahmen für die ökonomische Betrachtung:

Die Annahmen zur ökonomischen Betrachtung basieren auf den Bedingungen des Schweizer Zuckerrübenanbau- und Liefervertrags 2022 zwischen der Schweizer Zucker AG und dem Schweizerischen Zuckerrübenanbauerverband.

Richtpreis A-Rüben: 50.00 CHF/t

Versuchsbeteiligte:

Der Versuch wurde vom Swiss Future Farm Operating Team mit der dankenswerten Unterstützung von Philipp Unfried (Precision Planting Product Support Specialist, DACH Region) durchgeführt.

Anhang

Tabelle 9 zeigt zusammengefasste Ergebnisse zu Erlösen, Verfahrenskosten, Produktionskosten pro Tonne und Deckungsbeitrag 2 für Zuckerrüben, die mit dem Smart-Depth-System von Precision Planting mit unterschiedlicher Ablagetiefe gesät wurden.

Tabelle 9. Kostenrechnungsergebnisse des SFF 2022 Ablagetiefe-Versuchs bei Zuckerrüben.

	Ablagetiefe 2.5 cm (konstant)	Ablagetiefe 2.5 - 5.5 cm (mit Smart- Depth)	Ablagetiefe 3.8 cm (konstant)
Rübenenertrag rein (t/ha)	99.4	97.9	95.3
Zuckergehalt (%)	16.92	16.39	16.25
Zuckerertrag (t/ha)	14.9	14.0	13.6
Leistungen (CHF/ha)			
Erlös	5742.25	5360.40	5272.35
Kosten (CHF/ha)			
Bodenbearbeitung	443.41	443.41	443.41
Aussaat	788.81	788.81	788.81
Düngung	763.15	763.15	763.15
Herbizidanwendung	186.18	186.18	186.18
Insektizidanwendung	136.33	136.33	136.33
Fungizidanwendung	403.45	403.45	403.45
Ernte	720.00	720.00	720.00
Arbeit	277.86	277.86	277.86
Ergebnisse			
Verfahrenskosten (CHF/ha) inkl. Maschinen-, Arbeits- und Betriebsmittelkosten	3719.19	3719.19	3719.19
Produktionskosten (CHF/t Zuckerrüben)	37.42	38.00	39.03
Deckungsbeitrag 2 (CHF/ha) inkl. Maschinen-, Arbeits- und Betriebsmittelkosten	2023.06	1641.21	1553.16
Deckungsbeitrag 2 (CHF/ha) inkl. Maschinen-, Arbeits-, Betriebsmittelkosten und Einzelkulturbeitrag	4123.06	3741.21	3653.16

1.7 Cover Crop Banding-Versuch bei Silomais

Kontakt zum Versuch:

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

Nils Zehner, Agronomy and Farm Solutions Manager, Swiss Future Farm,
nils.zehner@agcocorp.com

Zielsetzung:

Ziel dieses Versuchs war es, den Ertrag, die Verfahrenskosten und die daraus resultierenden Futterkosten von Silomais zu bewerten, der nach verschiedenen Zwischenfruchtarten im Cover Crop Banding-Verfahren angebaut wurde.

Aufbau des Versuchs:

Der Versuch wurde im Jahr 2022 auf der Swiss Future Farm als Streifenversuch durchgeführt. Die Aussaat der Zwischenfrüchte auf der Versuchsfläche erfolgte im Herbst 2021 für die Maisaussaat im Frühjahr 2022. Verschiedene Zwischenfrüchte (Tabelle 10) wurden am 6. September 2021 als Cover Crop Banding gesät (Abbildung 45). Silomais wurde am 21. April 2022 als Direktsaat gesät, die Sorte war KWS Amaroc mit 90'000 Körnern/ha. Die konventionelle, wendende Bodenbearbeitung mit Pflug und Kreiselegge diente als Kontrollvariante für den Zwischenfruchtvergleich.

Tabelle 10. Zwischenfrüchte vor Silomais, die im Rahmen der SFF 2022 Cover Crop Banding-Versuchs bei Silomais getestet wurden.

Versuchsstreifen	Zwischenfrucht	Spezies	Saatstärke	Preis Saatgut
Cover Crop Banding + No-Till				
1	UFA Inka Mischung	<ul style="list-style-type: none"> Wicke (<i>Vicia sativa</i>): 54.8% Alexandrinerklee (<i>Trifolium alexandrinum</i>): 19.4% Inkarnatklees (<i>Trifolium incarnatum</i>): 12.9% Phacelia (<i>Phacelia tanacetifolia</i>): 12.9% 	30 kg/ha	5.10 CHF/kg
2	UFA Lepha Mischung	<ul style="list-style-type: none"> Wicke (<i>Vicia sativa</i>): 63.3% Alexandrinerklee (<i>Trifolium alexandrinum</i>): 20.0% Phacelia (<i>Phacelia tanacetifolia</i>): 13.3% Ramtillkraut (<i>Guizotia abyssinica</i>): 3.3% 	30 kg/ha	4.70 CHF/kg
3	Sarepta-Senf	<ul style="list-style-type: none"> Sarepta-Senf (<i>Brassica juncea</i>): 100% 	7 kg/ha	11.20 CHF/kg
4	Winter-Erbse	<ul style="list-style-type: none"> Erbse (<i>Pisum sativum</i>): 100% 	140 kg/ha	2.05 CHF/kg
5	Phacelia	<ul style="list-style-type: none"> Phacelia (<i>Phacelia tanacetifolia</i>): 100% 	8 kg/ha	9.20 CHF/kg
Kontrolle: Konventionelle Bodenbearbeitung mit Pflug und Kreiselegge				
6	Phacelia	<ul style="list-style-type: none"> Phacelia (<i>Phacelia tanacetifolia</i>): 100% 	8 kg/ha	9.20 CHF/kg



Abbildung 45. Cover Crop Banding mit ausgelassenen Streifen für die spätere Maisaussaat: etablierter Zwischenfruchtbestand im Herbst (oben) und Säschemata mit verschlossenen Saatgut-Auslässen für Streifen mit 75 cm Reihenabstand (unten).

Ergebnisse:

Der Versuch wurde 138 Tage nach der Aussaat geerntet. Der höchste Trockenmasse-Ertrag von 21.3 t/ha wurde bei Silomais erzielt, der nach einer UFA Lepha-Zwischenfruchtmischung gesät wurde, während die anderen Zwischenfruchtarten einen etwas geringeren Trockenmasse-Ertrag zwischen 19.2 und 20.4 t/ha erbrachten (Abbildung 46). In der Gesamtbetrachtung lag das Ertragsniveau von Silomais bei allen getesteten Zwischenfruchtarten in einem sehr zufriedenstellenden Bereich.

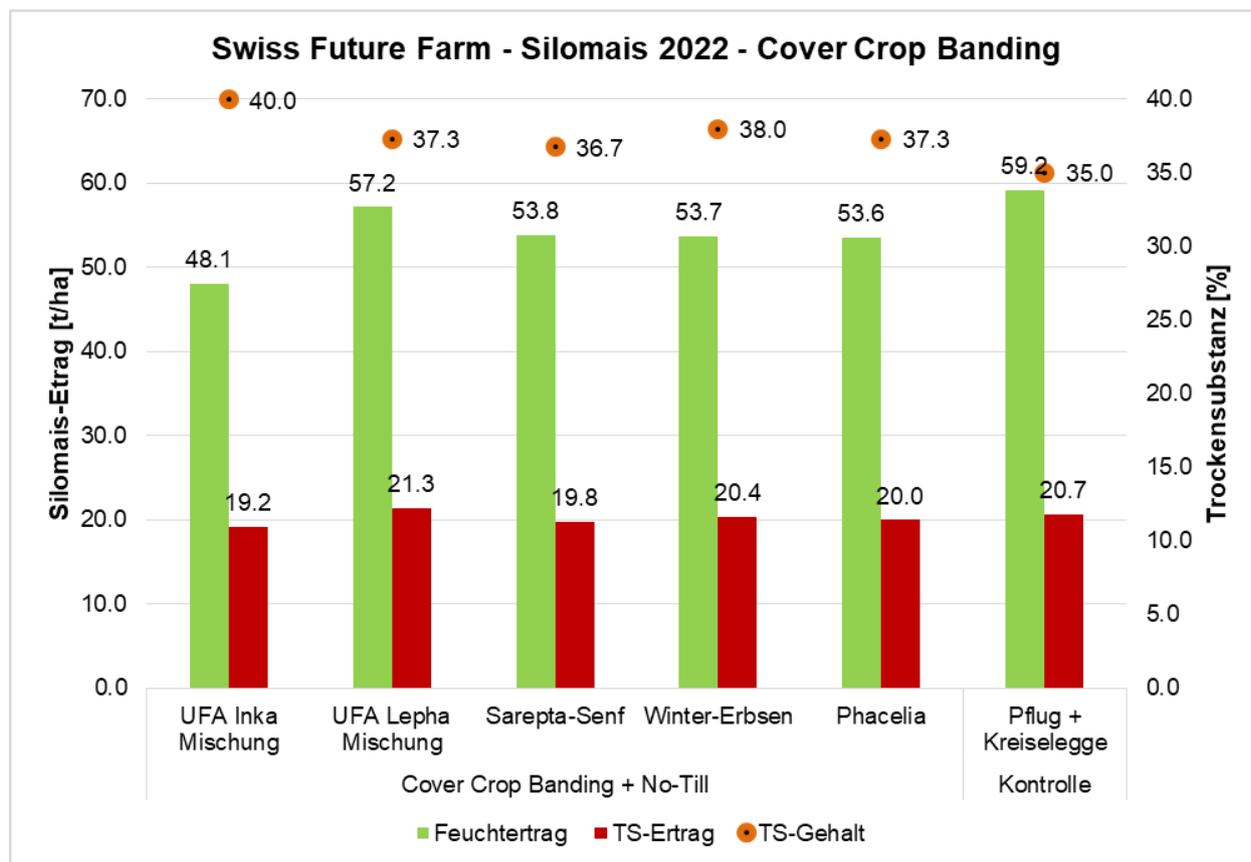


Abbildung 46. Ertragsergebnisse des SFF 2022 Cover Crop Banding-Versuchs bei Silomais.

Tabelle 11 zeigt die Ergebnisse zu Erlösen, Verfahrenskosten, Futterkosten und Deckungsbeitrag 2 für Silomais, der nach den jeweiligen Zwischenfruchtarten angebaut wurde. Die Verfahrenskosten umfassen Maschinen-, Betriebsmittel- und Arbeitskosten für alle Feldarbeiten entlang des Anbauzyklus von der Saatbettbereitung für die Aussaat der Zwischenfrucht bis zur Ernte des Silomais. Alle Feldarbeiten wurden auf allen Versuchsstreifen gleich durchgeführt, und die Art der Zwischenfrucht war die einzige Variable, die zwischen den verschiedenen Versuchsstreifen verändert wurde.

Die höchsten Verfahrenskosten ergaben sich bei der konventionellen Bodenbearbeitung aufgrund der Bodenbearbeitungsgänge sowohl beim Pflügen als auch beim Kreiselegen und den entsprechenden Maschinen- und Arbeitskosten. Die niedrigsten Futterkosten pro Tonne Trockensubstanz wurden bei Silomais nach UFA Lepha-Zwischenfruchtmischung erzielt (128.14 CHF/t TS), während die Futterkosten bei konventioneller Bodenbearbeitung mit Pflug und Kreiselegge am höchsten waren (145.78 CHF/t TS). Die Futterkosten für Silomais, der nach Phacelia und Sarepta-Senf gesät wurde, bewegten sich auf einem ähnlichen Niveau zwischen 133.10 und 134.68 CHF/t TS, während die vergleichsweise hohen Futterkosten im Versuchsstreifen mit Winter-Erbesen (140.95 CHF/t TM) durch die höheren Saatgutkosten für diesen Zwischenfruchttyp zu erklären sind (Tabelle 11). Diese Berechnungen zeigen, dass der Erlös auf Basis des erzielten Ertrages und die Saatgutkostenunterschiede aufgrund der unterschiedlichen Saatgutpreise für die jeweiligen Zwischenfruchtarten die entscheidenden finanziellen Hebel im Vergleich darstellen.

Tabelle 11. Kostenrechnungsergebnisse des SFF 2022 Cover Crop Banding-Versuchs bei Silomais.

	Cover Crop Banding + No-Till					Konv. Bear- beitung
	UFA Inka	UFA Lepha	Sarepta-Senf	Winter-Erb- sen	Phacelia	Pflug + Krei- selegge
Frischmasse-Ertrag (t/ha)	48.1	57.2	53.8	53.7	53.6	59.2
Trockensubstanz-Gehalt (%)	40.0	37.3	36.7	38.0	37.3	35.0
Trockenmasse-Ertrag (t/ha)	19.2	21.3	19.8	20.4	20.0	20.7
Richtpreis mit entsprechendem Trockenmassegehalt (CHF/t)*	70.00	69.00	69.00	70.00	69.00	65.00
Leistungen (CHF/ha)						
Erlös	3363.89	3944.85	3714.85	3757.14	3696.43	3848.00
Kosten (CHF/ha)						
Bodenbearbeitung	122.20	122.20	122.20	122.20	122.20	466.71
Aussaat	605.60	593.60	531.00	739.60	526.20	526.20
Düngung	977.35	977.35	977.35	977.35	977.35	977.35
Pflanzenschutz	231.41	231.41	231.41	231.41	231.41	172.31
Ernte	488.00	488.00	488.00	488.00	488.00	488.00
Arbeit	316.78	316.78	316.78	316.78	316.78	387.02
Ergebnisse						
Verfahrenskosten (CHF/ha) inkl. Maschinen-, Arbeits- und Betriebsmittelkosten	2741.34	2729.34	2666.74	2875.34	2661.94	3017.59
Futterkosten (CHF/t TS)	142.78	128.14	134.68	140.95	133.10	145.78
Deckungsbeitrag 2 (CHF/ha) inkl. Maschinen-, Arbeits- und Betriebsmittelkosten	622.54	1215.50	1048.10	881.80	1034.48	830.41

*AGRIDEA-Richtpreise 2022

Abbildung 47 zeigt einen grafischen Vergleich der Erlöse, Verfahrenskosten und Futterkosten als Ergebnis dieses Versuchs.

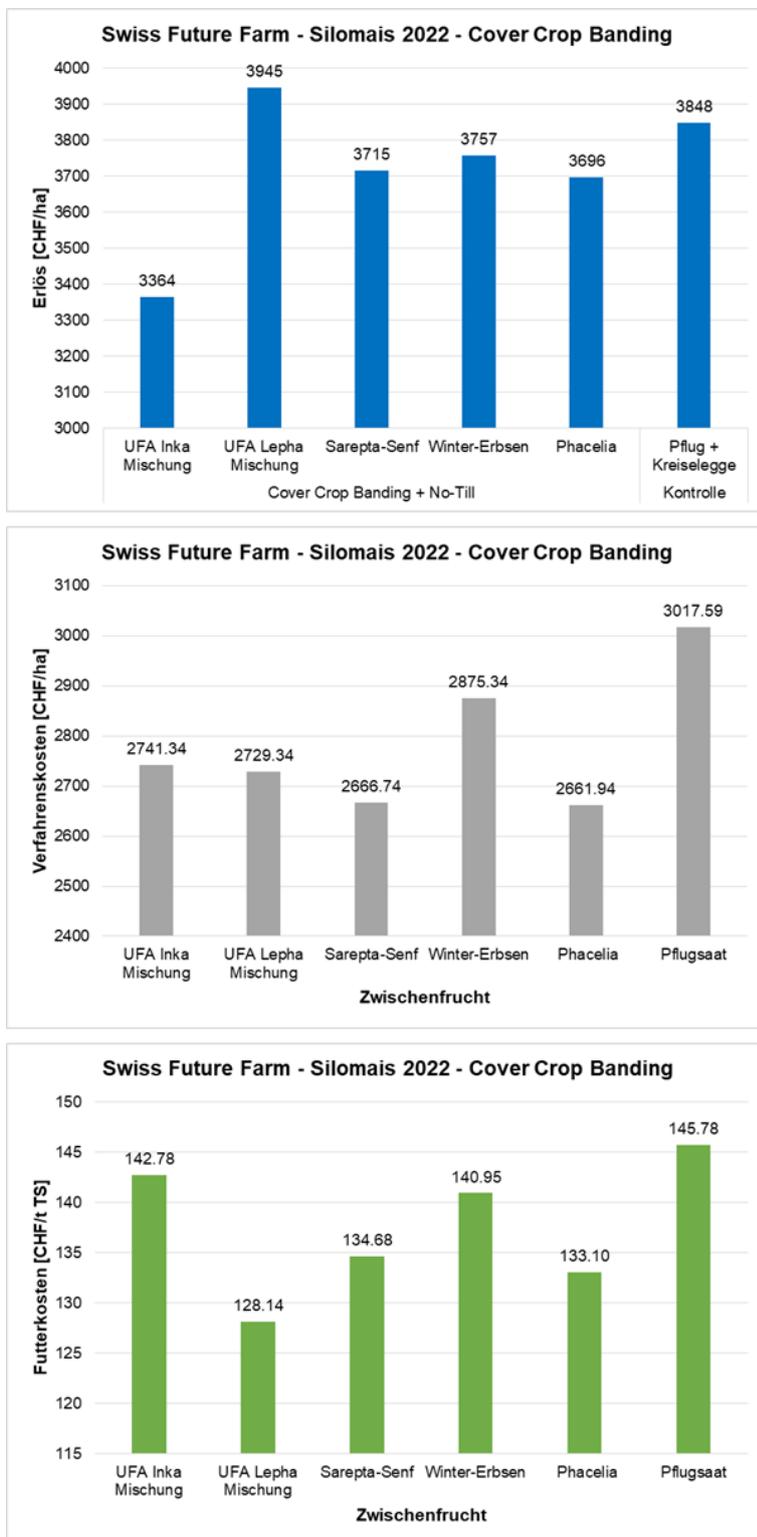


Abbildung 47. Erlöse, Verfahrenskosten und Futterkosten für den SFF 2022 Cover Crop Banding-Versuch bei Silomais.

Weitere Beobachtungen:

Messungen mit dem Precision Planting POGO Stick und der Research Pogo App zeigten eine bessere Entwicklung und einen geringeren Anteil an Spätkeimern (LE1 und LE2) bei Silomais, der in den Versuchsstreifen mit konventioneller Bodenbearbeitung gesät wurde, während in den Versuchsstreifen mit Winter-Erbsen und Phacelia ein höherer Anteil an Spätkeimern festgestellt wurde (Abbildung 48).

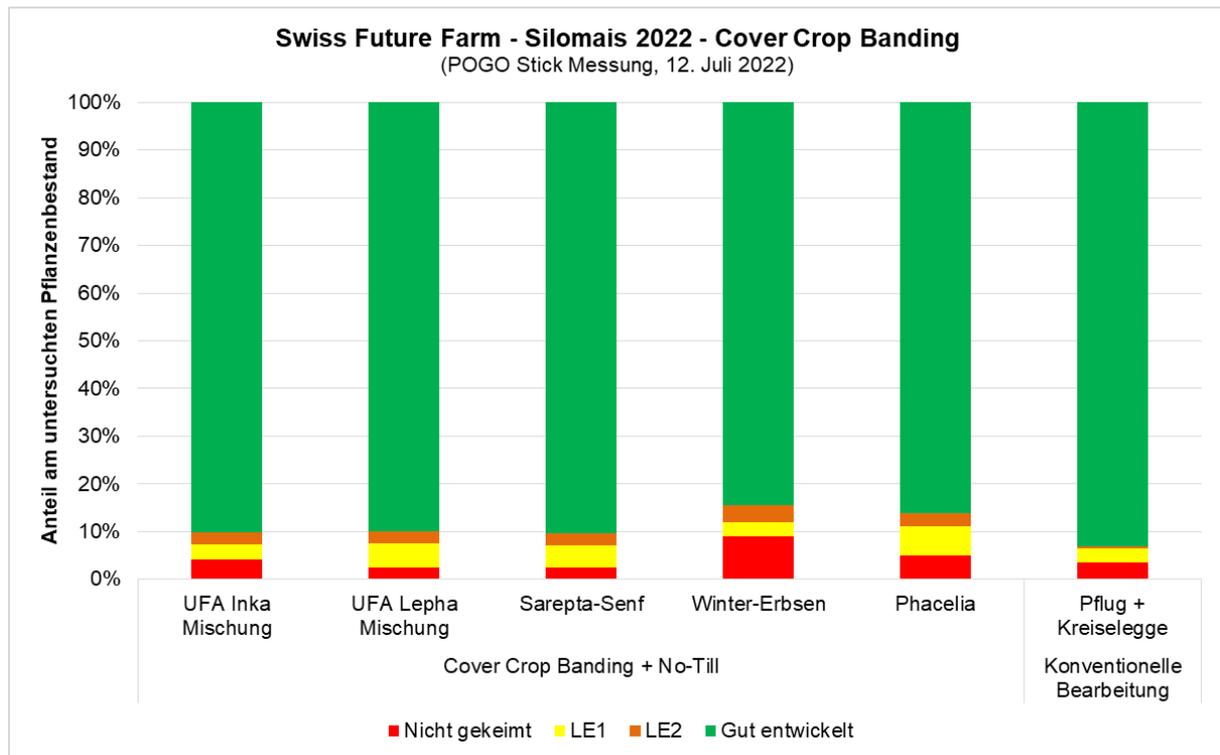


Abbildung 48. Ergebnisse der Bonituren beim SFF 2022 Cover Crop Banding-Versuch in Silomais.

Empfehlungen und technische Lösungen:

- Precision Planting CleanSweep™ ermöglicht eine exakte pneumatische Anpassung der Furchenräumer an die Menge der Ernterückstände beim Anbau mit reduzierter Bodenbearbeitung.
- Die automatische Schardruckregelung mit Precision Planting DeltaForce™ gewährleistet eine gleichbleibende Ablagetiefe auch bei heterogenen Bodenbedingungen.
- Das Lenksystem Fendt Guide mit RTK ermöglicht Anschlussfahrten der Sämaschine mit maximaler Genauigkeit und hohem Bedienkomfort.
- Die Lenksystem-Funktion Fendt Kontur-Assistent ermöglicht während der Aussaat eine optimale Anpassung der Spurlinien an die Konturen des Feldes.

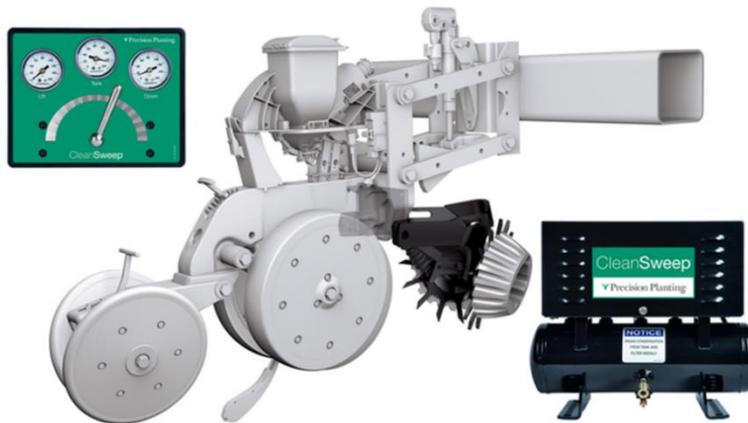


Abbildung 49. Das pneumatische Furchenräumer-System CleanSweep™ von Precision Planting.

Ökonomische Betrachtung:

Bei Silomais, der in Direktsaat nach verschiedenen Zwischenfrüchten angebaut wurde, konnten Deckungsbeiträge zwischen 622.54 CHF/ha und 1215.50 CHF/ha erzielt werden, während die Kontrollvariante (konventionelle Bodenbearbeitung mit Pflug und Kreiselegge) einen Deckungsbeitrag von 830.41 CHF/ha lieferte (Abbildung 50). Auf der Grundlage dieser Ergebnisse konnte mit der ertragsförderlichsten Zwischenfrucht in Kombination mit der Direktsaat (UFA-Lepha-Mischung) ein zusätzlicher Deckungsbeitrag von 385.09 CHF/ha im Vergleich zur konventionellen Bodenbearbeitung mit Pflug und Kreiselegge erzielt werden.

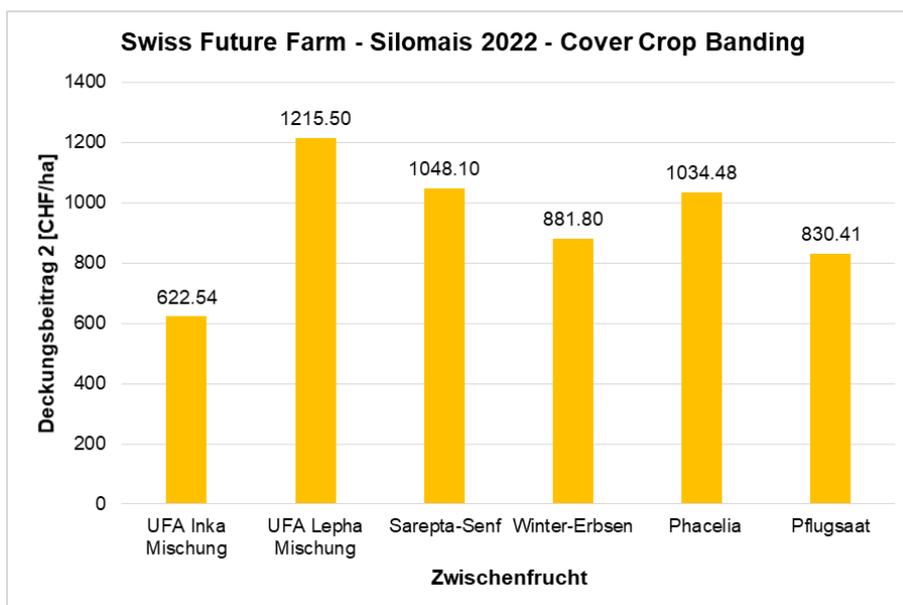


Abbildung 50. Deckungsbeitrag 2 aus den Versuchsstreifen des SFF 2022 Cover Crop Banding-Versuchs bei Silomais.

Annahmen für die ökonomische Betrachtung:

Preisberechnungen für Silomais auf der Grundlage der [AGRIDEA-Richtpreise 2022](#).

Silomais-Frischmassepreis nach der Ernte nach Verkäufer:

TS-Gehalt (%)	≥38	37	36	35	34	33	32	31	30	29	≤28
Preis (CHF/t FM)	70.00	69.00	67.00	65.00	63.00	61.00	59.00	57.00	56.00	54.00	52.00

Versuchsbeteiligte:

Der Versuch wurde vom Swiss Future Farm Operating Team durchgeführt.

1.8 Bodenbearbeitungs-Versuch bei Silomais

Kontakt zum Versuch:

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

Nils Zehner, Agronomy and Farm Solutions Manager, Swiss Future Farm,
nils.zehner@agcocorp.com

Zielsetzung:

Das Ziel dieses Versuchs war es, den Ertrag, die Verfahrenskosten und die daraus resultierenden Futterkosten von Silomais zu bewerten, der nach Direktsaat, reduzierter und konventioneller Bodenbearbeitung angebaut wurde.

Aufbau des Versuchs:

Der Versuch wurde im Jahr 2022 von der Swiss Future Farm als Streifenversuch durchgeführt. Die Aussaat der Zwischenfrucht auf der Versuchsfläche erfolgte im Herbst 2021 für die Maisaussaat im Frühjahr 2022. Für die Saatbettvorbereitung nach der Aussaat von Phacelia (*Phacelia tanacetifolia*) als Zwischenfrucht vor dem Maisanbau wurden verschiedene Bodenbearbeitungs-Massnahmen angewendet (Tabelle 12). Der Silomais wurde am 21. April 2022 gesät, die Sorte war KWS Amaroc mit 90'000 Körnern/ha. Auf rund 25% der Fläche im Pflugverfahren wurde aufgrund von Krähenfrass am 11. Mai 2022 nochmals geeggt und nachgesät.

Tabelle 12. Getestete Bodenbearbeitungs-Massnahmen für den SFF 2022 Bodenbearbeitungs-Versuch bei Silomais.

Versuchsstreifen	Bodenbearbeitung	Massnahmen
1	Mulchsaat mit Grubber	<ul style="list-style-type: none"> • Messerwalze (1x) • Grubber (1x)
2	Mulchsaat mit Scheibenegge	<ul style="list-style-type: none"> • Messerwalze (1x) • Scheibenegge (1x)
3	Direktsaat	<ul style="list-style-type: none"> • Messerwalze (1x)
4	Konventionell	<ul style="list-style-type: none"> • Messerwalze (1x) • Pflug (1x) • Kreiselegge (1x)

Ergebnisse:

Der Versuch wurde 138 Tage nach der Aussaat geerntet. Die höchsten Trockenmasse-Erträge von 21.0 bzw. 21.2 t/ha wurden bei Silomais erzielt, der mit Mulchsaat nach Grubber und Scheibenegge angebaut wurde, während Direktsaat und konventionelle Bodenbearbeitung mit Pflug und Kreiselegge zu etwas niedrigeren Trockenmasse-Erträgen von 19.2 bzw. 20.7 t/ha führten (Abbildung 51). In der Gesamtbetrachtung lag das Ertragsniveau des Silomais bei allen Bodenbearbeitungsverfahren in einem sehr zufriedenstellenden Bereich.

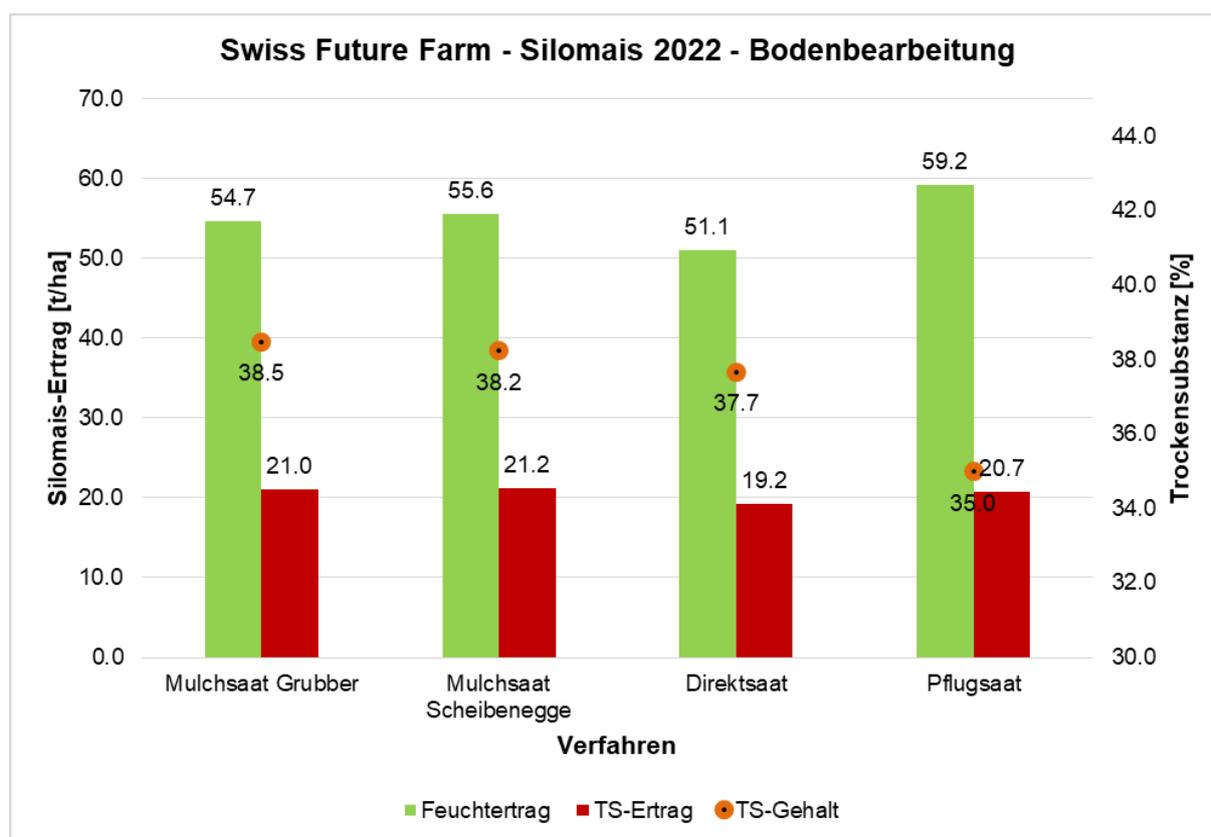


Abbildung 51. Ertragsresultate des SFF 2022 Bodenbearbeitungs-Versuchs bei Silomais.

Tabelle 13 zeigt die Ergebnisse zu Erlös, Verfahrenskosten, Futterkosten und Deckungsbeitrag 2 für Silomais, der mit den getesteten Bodenbearbeitungsverfahren angebaut wurde. Die Verfahrenskosten umfassen Maschinen-, Betriebsmittel- und Arbeitskosten für alle Feldarbeiten entlang des Anbauzyklus von der Saatbettbereitung für die Aussaat von Zwischenfrüchten bis zur Silomais-Ernte. Mit Ausnahme der Bodenbearbeitung und der Unkrautbekämpfung, die dem jeweiligen Unkrautdruck im einzelnen Versuchsstreifen und der Nachsaat im Pflugverfahren angepasst sind, wurden alle anderen Feldarbeiten einheitlich über alle Versuchsstreifen durchgeführt.

Die höchsten Verfahrenskosten ergaben sich bei der konventionellen Bodenbearbeitung aufgrund der Bodenbearbeitungsgänge sowohl beim Pflügen als auch beim Kreiselegen und den entsprechenden Maschinen- und Arbeitskosten. Zudem verursachte die Nachsaat in diesem Verfahren zusätzliche Kosten von 193.00 CHF/ha. Daraus abgeleitet konnten die niedrigsten Futterkosten pro Tonne Trockensubstanz bei Silomais nach Mulchsaat mit Scheibenegge realisiert werden (127.38 CHF/t TM), während die Futterkosten bei konventioneller Bodenbearbeitung mit Pflug und Kreiselegge am höchsten waren (155.11 CHF/t TM). Die Futterkosten für Silomais, der mit Direktsaat angebaut wurde, lagen mit 138.64 CHF/t TM auf einem mittleren Niveau, was auf den geringeren Trockenmasseertrag und den zusätzlichen Herbizideinsatz bei dieser Versuchsvariante zurückzuführen ist (Tabelle 13).

Tabelle 13. Kostenrechnungsergebnisse des SFF 2022 Bodenbearbeitungs-Versuchs bei Silomais.

	Mulchsaat mit Grubber	Mulchsaat mit Scheibenegge	Direktsaat	Pflug + Kreiselegge
Frischmasse-Ertrag (t/ha)	54.7	55.6	51.1	59.2
Trockensubstanz-Gehalt (%)	38.5	38.2	37.7	35.0
Trockenmasse-Ertrag (t/ha)	21.0	21.2	19.2	20.7
Richtpreis mit entsprechendem Trockenmassegehalt (CHF/t)*	70.00	70.00	69.00	65.00
Leistungen (CHF/ha)				
Erlös	3828.57	3888.89	3525.90	3848.00
Kosten (CHF/ha)				
Bodenbearbeitung	224.06	205.80	122.20	525.05
Aussaat	526.20	526.20	526.20	637.39
Düngung	977.35	977.35	977.35	977.35
Unkrautbekämpfung	172.31	172.31	231.41	172.31
Ernte	488.00	488.00	488.00	488.00
Arbeit	341.78	330.78	316.78	410.64
Ergebnisse				
Verfahrenskosten (CHF/ha) inkl. Maschinen-, Arbeits- und Betriebsmittelkosten	2729.70	2700.44	2661.94	3210.74
Futterkosten (CHF/t TS)	129.99	127.38	138.64	155.11
Deckungsbeitrag 2 (CHF/ha) inkl. Maschinen-, Arbeits- und Betriebsmittelkosten	1098.87	1188.45	863.96	637.27

*[AGRIDEA-Richtpreise 2022](#)

Abbildung 52 zeigt einen grafischen Vergleich der Erlöse, Verfahrenskosten und Futterkosten als Ergebnis dieses Versuchs. Obwohl das Direktsaat-Verfahren die niedrigsten Verfahrenskosten mit sich brachte, waren die Futterkosten pro Tonne TS am zweitgrössten. Dies ist auf den im Vergleich zu Grubber- und Scheibeneggen-Verfahren tieferen Ertrag mit tieferem TS-Gehalt zurückzuführen.

Einen entscheidenden Einfluss hatte der Krähenfrass im Pflug-Verfahren. Durch das saubere Saatbett ohne jegliche Pflanzenrückstände konnten die Krähen die Saatkörner viel besser finden. Es scheint, als ob die Rückstände der Gründung und das etwas heterogenere Saatbett der anderen drei Varianten den Krähen die Futtersuche erschwert hätten.

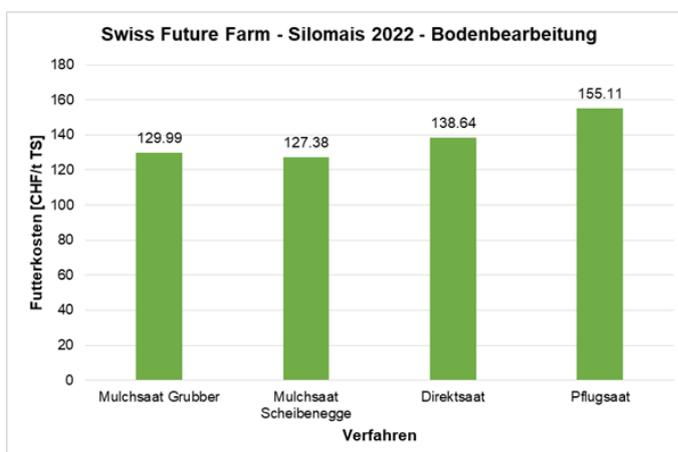
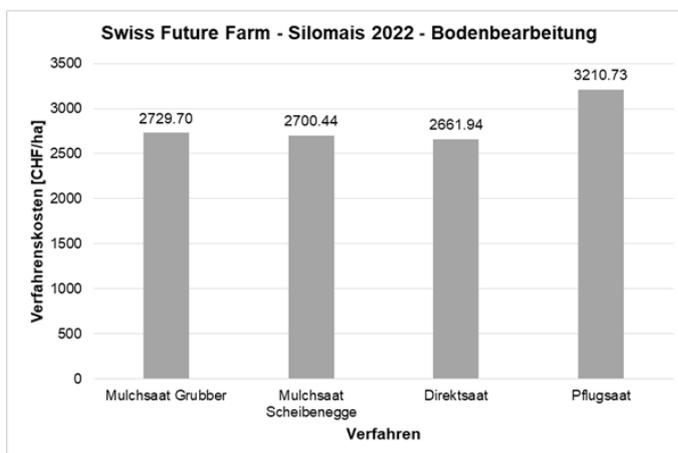
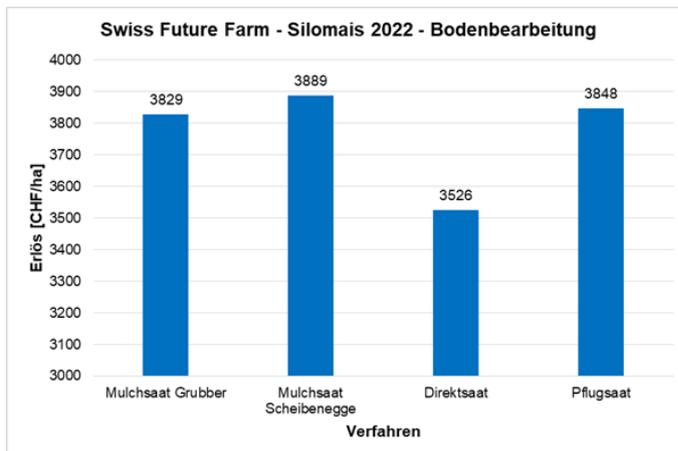


Abbildung 52. Erlöse, Verfahrenskosten und Futterkosten für den SFF 2022 Ablagetiefe- und Saatstärke-Versuch bei Silomais.

Weitere Beobachtungen:

Die Bonitur mit dem Precision Planting POGO Stick und der Research Pogo App ergab eine bessere Entwicklung und einen geringeren Anteil an Spätkeimern (LE1 und LE2) bei Silomais, der im Mulchsaat-Verfahren mit Scheibenegge und nach konventioneller Bodenbearbeitung gesät wurde, während im Direktsaat-Versuchstreifen ein höherer Anteil an Spätkeimern festgestellt wurde (Abbildung 53).

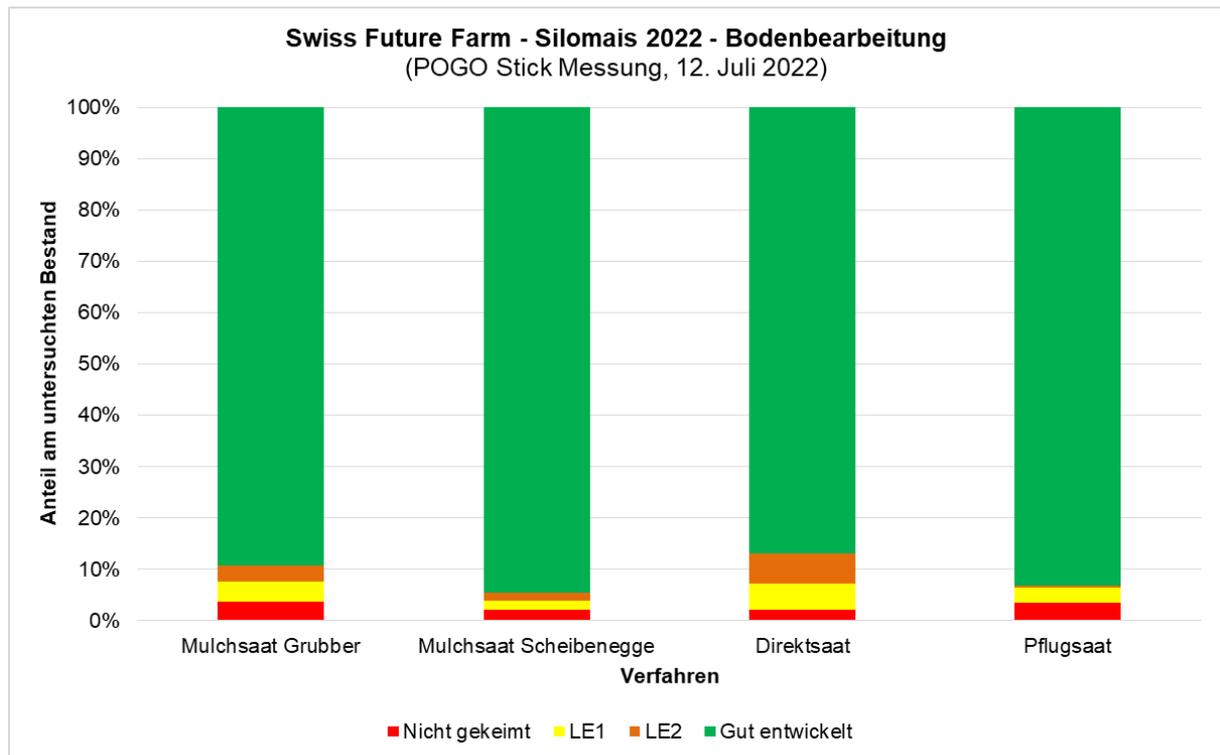


Abbildung 53. Ergebnisse der Bonitur beim SFF 2022 Bodenbearbeitungs-Versuch bei Silomais.

Empfehlungen und technische Lösungen:

- Precision Planting CleanSweep™ ermöglicht eine exakte pneumatische Anpassung der Furchenräumer an die Menge der Ernterückstände beim Anbau mit reduzierter Bodenbearbeitung.
- Die automatische Schardruckregelung mit Precision Planting DeltaForce™ gewährleistet eine gleichbleibende Ablagetiefe auch bei heterogenen Bodenbedingungen.
- Das Lenksystem Fendt Guide mit RTK ermöglicht Anschlussfahrten der Sämaschine mit maximaler Genauigkeit und hohem Bedienkomfort.
- Die Lenksystem-Funktion Fendt Kontur-Assistent ermöglicht während der Aussaat eine optimale Anpassung der Spurlinien an die Konturen des Feldes.



Abbildung 54. Das pneumatische Furchenräumer-System CleanSweep™ von Precision Planting.

Ökonomische Betrachtung:

Bei Silomais, der in Direktsaat oder Mulchsaat angebaut wurde, konnten Deckungsbeiträge zwischen 863.96 und 1188.45 CHF/ha erzielt werden, die alle höher sind als bei der Kontrollvariante (konventionelle Bodenbearbeitung) mit 637.27 CHF/ha (Abbildung 55). Basierend auf diesen Ergebnissen konnte in der ertragreichsten Mulchsaat-Variante (mit Scheibenegge) ein zusätzlicher Deckungsbeitrag von 358.04 CHF/ha im Vergleich zur konventionellen Bodenbearbeitung mit Pflug und Kreiselegge erzielt werden. Es ist aber davon auszugehen, dass das Pflugverfahren ohne das Nachsäen einen deutlich höheren Deckungsbeitrag erreicht hätte. Zum einen wäre der TS-Gehalt wahrscheinlich näher bei den anderen Verfahren gewesen und die Zusatzkosten von 193.00 CHF/ha wären eingespart worden.

Wichtig zu erwähnen ist in diesem Zusammenhang, dass in einer Milchproduktionsregion wie der Schweiz, sehr oft eine 1-2-jährige Kunstwiese vor Silomais angebaut wird. Dadurch können im Frühjahr vor der Mais-Aussaat einer oder sogar zwei Grünfutterschnitte geerntet werden. Für somit ist es für viele Betriebe selbst bei noch höheren Kosten im Pflugverfahren interessanter, vor Mais eine Kunstwiese anzulegen, welche umgepflügt wird. Die hier untersuchten Verfahren sind in erster Linie für viehlose Ackerbaubetriebe oder Fruchtfolgeflächen ohne Wiesen von Bedeutung.

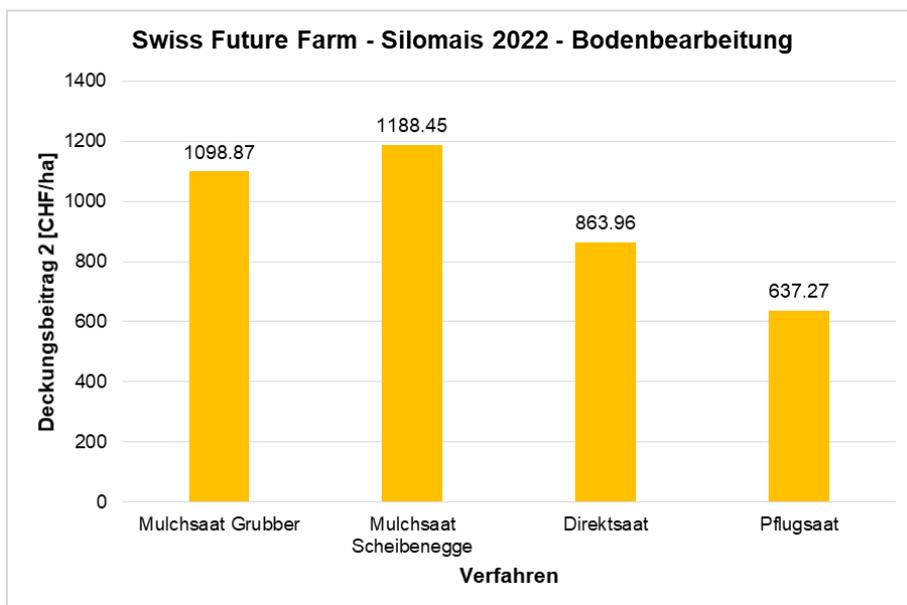


Abbildung 55. Deckungsbeitrag 2 aus den Versuchsstreifen des SFF 2022 Bodenbearbeitungs-Versuchs bei Silomais.

Annahmen für die ökonomische Betrachtung:

Preisberechnungen für Silomais auf der Grundlage der [AGRIDEA-Richtpreise 2022](#).

Silomais-Frischmassepreis nach der Ernte nach Verkäufer:

TS-Gehalt (%)	≥38	37	36	35	34	33	32	31	30	29	≤28
Preis (CHF/t FM)	70.00	69.00	67.00	65.00	63.00	61.00	59.00	57.00	56.00	54.00	52.00

Versuchsbeteiligte:

Der Versuch wurde vom Swiss Future Farm Operating Team durchgeführt.

1.9 Robotik- und Autonomie-Versuch bei Silomais

Kontakt zum Versuch:

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

Nils Zehner, Agronomy and Farm Solutions Manager, Swiss Future Farm,
nils.zehner@agcocorp.com

Zielsetzung:

Ziel dieses Versuchs war es, den Ertrag, die Verfahrenskosten und die daraus resultierenden Futterkosten von Silomais zu evaluieren, der mit verschiedenen robotergestützten und autonomen Lösungen unter Verwendung eines Feldroboters (Agrointelli Robotti 150D) für die Aussaat und einer Agrar-Drohne (DJI Agras T10) für Düngung und Pflanzenschutz angebaut wurde und mit der Arbeitserledigung durch konventionelle landwirtschaftliche Mechanisierung mit Traktoren und Anbaugeräten zu vergleichen.

Aufbau des Versuchs:

Der Versuch wurde auf der Swiss Future Farm im Jahr 2022 in Form eines Streifenversuchs durchgeführt. Die Versuchsparzelle wurde nach Ölrettich (*Raphanus sativus var. oleiformis*) als Zwischenfrucht über den Winter gesät. Die Aussaat des Silomais erfolgte am 12. Mai 2022 mit der Sorte KWS Stabil und 87'000 Körnern/ha. Alle Feldarbeiten für die Düngung vor der Aussaat, die Saatbettbereitung und die Ernte wurden in allen Versuchsstreifen einheitlich mit konventioneller Mechanisierung durchgeführt, während die Aussaat, die Düngung während der Saison und die Herbizidausbringung in den jeweiligen Versuchsstreifen mit unterschiedlicher autonomer respektive konventioneller Mechanisierung durchgeführt wurden (Tabelle 14, Abbildung 56).

Tabelle 14. Mechanisierungsoptionen, die für den SFF 2022 Robotik- und Autonomie-Versuch bei Silomais getestet wurden.

Versuchsstreifen	Mechanisierung	Massnahmen
1	Roboter-Aussaat + Traktor und Anbaugerät für Düngung/Pflanzenschutz	<ul style="list-style-type: none"> • Aussaat mit Roboter und Einzelkornsämaschine (1x) • Düngerausbringung mit Traktor und Düngerstreuer (2x) • Herbizid ausbringung mit Traktor und Spritze (1x)
2	Roboter-Aussaat + Drohne für Düngung/Pflanzenschutz	<ul style="list-style-type: none"> • Aussaat mit Roboter und Einzelkornsämaschine (1x) • Düngerausbringung mit Drohne und Düngerverteiler (2x) • Herbizid ausbringung mit Drohne und Sprühgerät (1x)
3	Aussaat mit Traktor + Traktor und Anbaugerät für Düngung/Pflanzenschutz	<ul style="list-style-type: none"> • Aussaat mit Traktor und Einzelkornsämaschine (1x) • Düngerausbringung mit Traktor und Düngerstreuer (2x) • Herbizid ausbringung mit Traktor und Spritze (1x)



Abbildung 56. Agroboter Robotti 150D mit Einzelkornsämaschine (links), DJI Agras T10 Drohne mit Sprühgerät (rechts) auf der Versuchsfeldfläche des SFF 2022 Robotik- und Autonomie-Versuchs bei Silomais.

Der Robotti 150D (Agroboter, Aarhus, Dänemark, <https://agroboter.com/robotti/150d/>) ist ein autonom fahrender, dieselbetriebener Geräteträger, der mit konventionellen Geräten mit 3 m Arbeitsbreite im Zwischenachsbereich ausgestattet werden kann. In diesem Versuch wurde eine pneumatische Einzelkornsämaschine Monosem NG+ 4 eingesetzt. In der webbasierten Planungsplattform werden im Vorfeld Fahrspuren und Feldgrenzen sowie Geräteinformationen angelegt und ein Auftrag erstellt. Sobald der Robotti-Feldroboter auf dem Feld in den Automatikmodus für die Auftragsausführung versetzt wird, fährt er die im Plan festgelegte Fahrstrecke ab und bedient das Arbeitsgerät. In diesem Versuchsaufbau wurde nur in der Hauptbearbeitungsrichtung gesät, die Querreihen im Vorgewende wurden ausgelassen. Da sich an beiden Enden des Feldes ein Wiesenstreifen befindet, wurde dieser zum Wenden genutzt.

Die DJI Agras T10 (DJI Ltd, Shenzhen, China, <https://www.dji.com/ch/t10>) ist eine modular aufgebaute kompakte Landwirtschaftsdrohne, die mit einem 10-Liter-Spritztank oder einem 10-kg-Düngertank für eine maximale Arbeitsbreite von 6 Metern ausgestattet werden kann. Die Flugroutenplanung kann mit der Fernsteuerung erfolgen und ermöglicht einen völlig autonomen Betrieb. In diesem Versuchsaufbau wurden die Feldgrenzen von der Drohne im Voraus aufgezeichnet, um einen Flugroutenplan zu erstellen, der für alle Feldarbeiten (Sprühen und Düngen) verwendet wurde. Für die Einrichtung der Drohne, das Nachfüllen von Chemikalien oder Düngemitteln in den Tank und den Austausch der Batterien während der Ausführung der Aufgaben war menschliche Arbeit erforderlich.

Ergebnisse:

Der Versuch wurde 117 Tage nach der Aussaat geerntet. Der höchste Trockenmasseertrag von 18.3 t/ha wurde bei Silomais mit konventioneller Mechanisierung für Aussaat und Kulturführung erzielt, während die Versuchsstreifen mit Roboter-Aussaat und Drohneneinsatz für Düngung und Pflanzenschutz einen deutlich niedrigeren Trockenmasseertrag von 15.5 bzw. 16.6 t/ha erbrachten (Abbildung 57). In der Gesamtbetrachtung lag der Silomais-Ertrag auf einem für die Region und das Jahr vergleichsweise niedrigen Niveau, was sich teilweise durch den späten Aussattermin und die daraus resultierende kurze Wachstumsperiode erklären lässt.

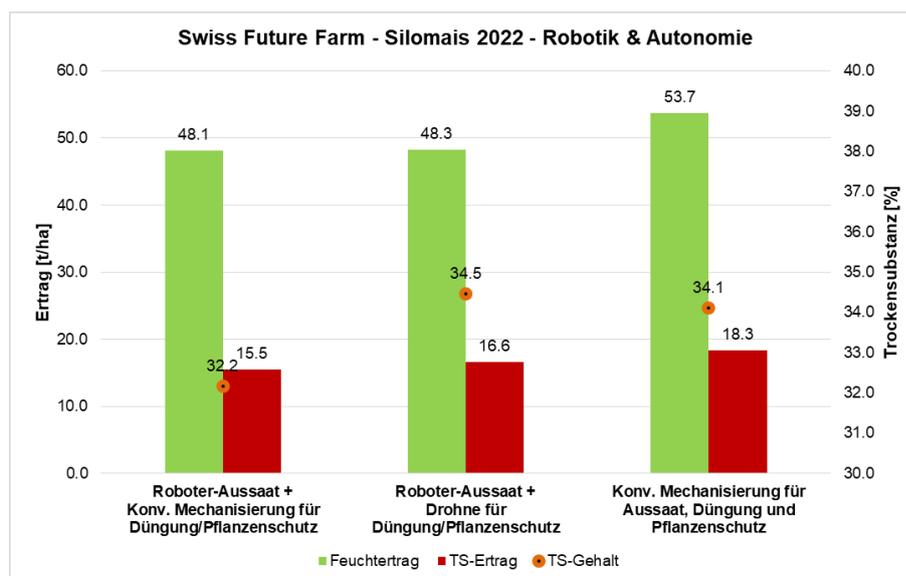


Abbildung 57. Ertragsergebnisse des SFF 2022 Robotik- und Autonomie-Versuchs bei Silomais.

Tabelle 15 zeigt die Ergebnisse zu Erlösen, Verfahrenskosten, Futterkosten und Deckungsbeitrag 2 für Silomais, der mit den geprüften Mechanisierungsoptionen angebaut wurde. Die Verfahrenskosten umfassen Maschinen-, Betriebsmittel- und Arbeitskosten für alle Feldarbeiten entlang des Anbauzyklus, von der Düngung vor der Aussaat über die Bodenbearbeitung und die Saatbettvorbereitung, die Aussaat bis zur Ernte des Silomais. Mit Ausnahme der Aussaat, der Düngung nach Aussaat und der Herbizidausbringung wurden alle Feldarbeiten in allen Versuchsstreifen einheitlich durchgeführt.

Die höchsten Verfahrenskosten ergaben sich bei der Versuchsvariante mit Roboter-Aussaat und Drohneneinsatz für Düngung und Pflanzenschutz. Dies ist durch die geringere Flächenleistung des Roboters für die Aussaat und der Drohne für die Dünger- und Herbizidausbringung sowie der Arbeitskosten für die Überwachung von Roboter und Drohne auf dem Feld bedingt, da diese rechtlich nur in einer überwachten Umgebung autonom arbeiten dürfen. Daraus abgeleitet konnten die niedrigsten Futterkosten pro Tonne Trockenmasse bei Silomais, der nur mit konventionellen Maschinen angebaut wurde, realisiert werden (143.39 CHF/t TS), während die Futterkosten bei Silomais, der mit Hilfe des Roboters für die Aussaat und Drohne für Düngung und Pflanzenschutz angebaut wurde, mit 180.16 CHF/t TS am höchsten waren (Tabelle 15).

Tabelle 15. Kostenrechnungsergebnisse des SFF 2022 Robotik- und Autonomie-Versuchs bei Silomais.

	Roboter-Aussaat + Traktor und Anbaugerät für Düngung/Pflanzenschutz	Roboter-Aussaat + Drohne für Düngung/ Pflanzenschutz	Traktor und Anbaugerät für Aussaat, Düngung und Pflanzenschutz
Frischmasse-Ertrag (t/ha)	48.1	48.3	53.7
Trockensubstanz-Gehalt (%)	32.2	34.5	34.1
Trockenmasse-Ertrag (t/ha)	15.5	16.6	18.3
Richtpreis mit entsprechendem Trockenmassegehalt (CHF/t)*	59.00	63.00	63.00
Leistungen (CHF/ha)			
Erlös	2839.67	3040.87	3383.71
Kosten (CHF/ha)			
Bodenbearbeitung	384.24	384.24	384.24
Aussaat	363.50	363.50	340.38
Düngung	871.95	1055.95	871.95
Pflanzenschutz	168.41	287.65	168.41
Ernte	488.00	488.00	488.00
Arbeit	381.27	418.16	373.97
Ergebnisse			
Verfahrenskosten (CHF/ha) inkl. Maschinen-, Arbeits- und Betriebsmittelkosten	2657.37	2997.50	2626.95
Futterkosten (CHF/t TS)	171.68	180.16	143.39
Deckungsbeitrag 2 (CHF/ha) inkl. Maschinen-, Arbeits- und Betriebsmittelkosten	182.31	43.37	756.76

*[AGRIDEA-Richtpreise 2022](#)

Die deutlich niedrigeren Trockenmasse-Erträge in den beiden Roboter-Versuchstreifen sind zum Teil auf eine zu flache Ablage der Körner bei der Aussaat zurückzuführen. Bereits während der Aussaat konnte beobachtet werden, dass die Einzelkornsämaschine für den eher schweren Boden auf der Versuchsparzelle zu leicht war und nicht genügend Schardruck für eine konsequente Einhaltung der eingestellten Ablagetiefe

ausgeübt werden konnte. Die Witterungsbedingungen vor der Aussaat liessen jedoch eine noch feinere Vorbereitung des Saatbettes nicht zu. Dies zeigt, dass unter schwierigen Aussaatbedingungen bewährte Technik überzeugender ist, um Ertragssicherheit zu gewährleisten.

Abbildung 58 zeigt einen grafischen Vergleich von Erlösen, Verfahrenskosten und Futterkosten als Ergebnisse dieses Versuchs.

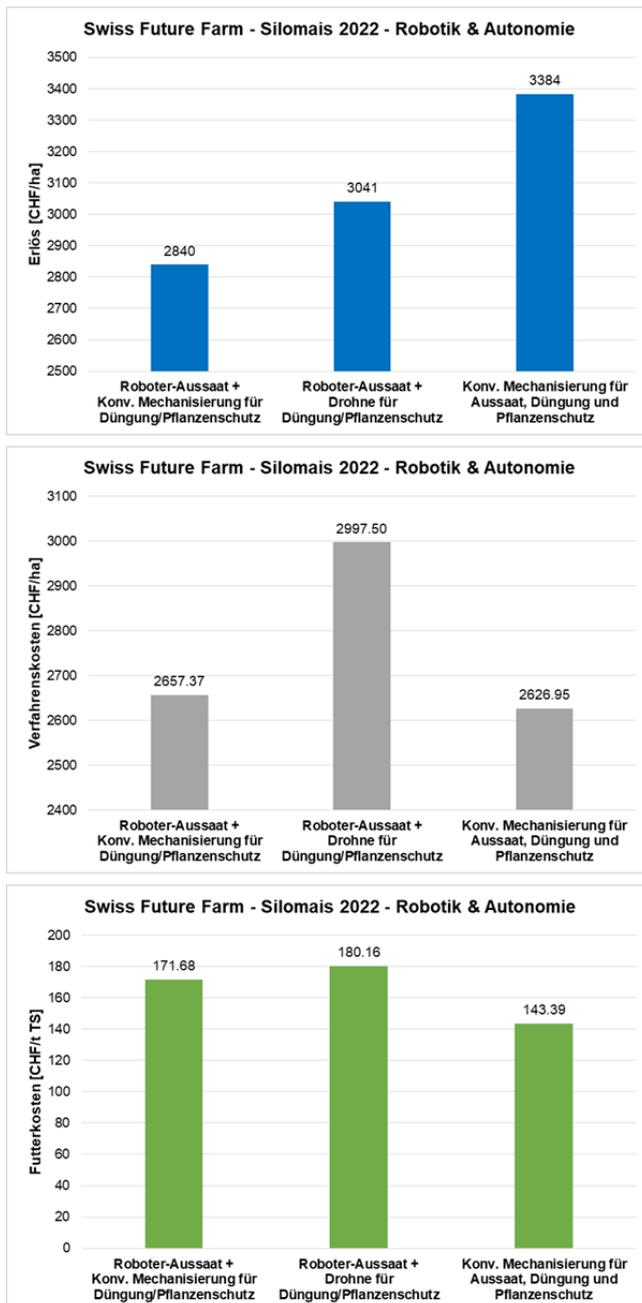


Abbildung 58. Erlöse, Verfahrenskosten und Futterkosten für den SFF 2022 Robotik- und Autonomie-Versuch bei Silomais.

Weitere Beobachtungen:

Die Bonitur mit dem Precision Planting POGO Stick und der Research Pogo App zeigten eine verzögerte Entwicklung der Maispflanzen im Versuchstreifen mit Roboter-Aussaat und Düngung und Pflanzenschutz mit konventioneller Mechanisierung, die in geringerem Maße auch im Versuchstreifen mit Roboter-Aussaat und Drohneneinsatz für Düngung und Pflanzenschutz zu finden ist, während die beste Bestandsentwicklung bei Silomais im Versuchstreifen mit konventioneller Mechanisierung festgestellt wurde (Abbildung 59).

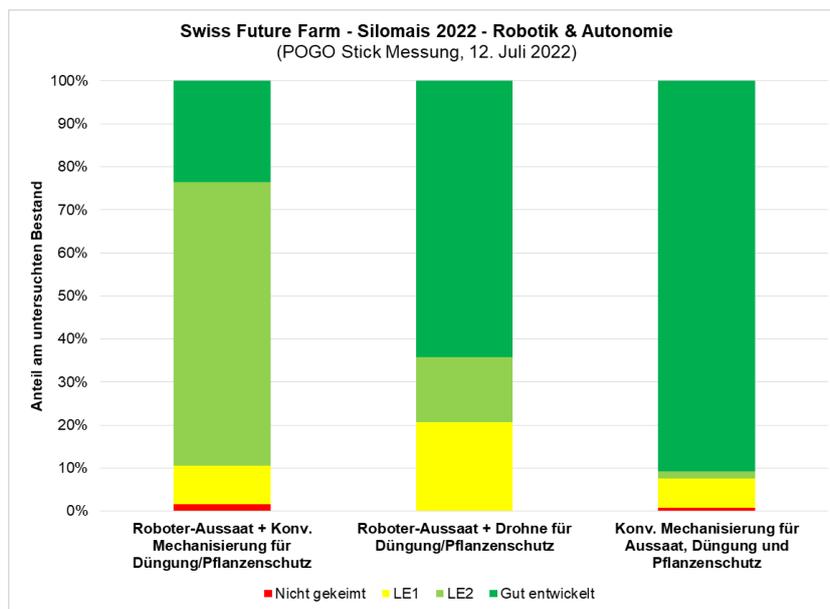


Abbildung 59. Ergebnisse der Bonitur des SFF 2022 Robotik- und Autonomie-Versuchs bei Silomais.

Hinsichtlich des Arbeitszeitbedarfs ist ein zusätzlicher Zeitaufwand für Planungs- und Vorbereitungsarbeiten, d.h. Spurlinien- und Fahrtrassenplanung für den Feldroboter (Abbildung 60), sowie für Rüst-, Batteriewechsel- und Nachfüllarbeiten (Dünger, Pflanzenschutzmittel) während des Feldeinsatzes der Agrar-Drohne zu berücksichtigen, was zu einer Reduzierung der theoretisch möglichen Flächenleistung führt.

Abbildung 60 zeigt den Plan mit der genauen Wegstreckenabfolge und den Drehvorgängen des Robotti-Feldroboters. Auf dem Feld führt er die Feldarbeit nach diesem bereits vorgeplanten Plan aus. Dieser Plan kann nach der Umsetzung im Detail ausgewertet oder für einen nächsten Einsatz geklont werden. Zum Beispiel könnte ein mechanisches Unkrautbekämpfungsgerät in genau denselben Fahrspuren gefahren werden.

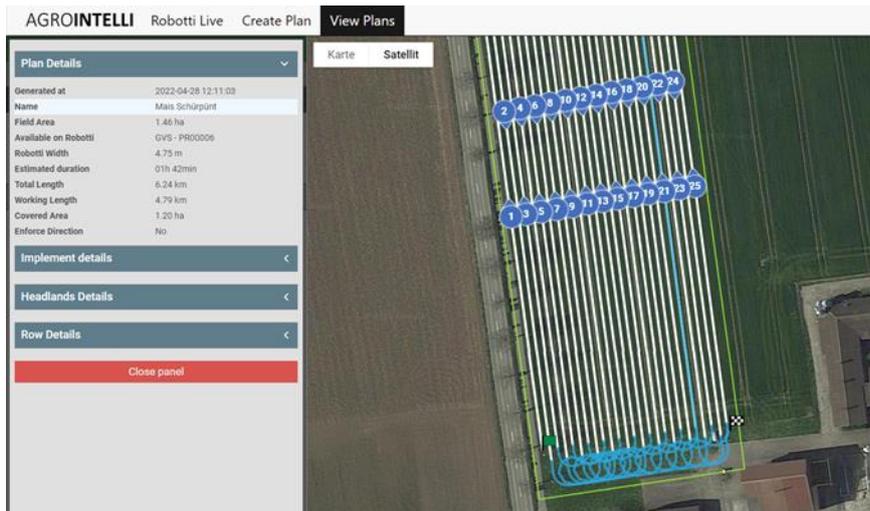


Abbildung 60. Spurlinien- und Fahrrounenplanung für den Agrobotter für den SFF 2022 Robotik- und Autonomie-Versuch bei Silomais.

Ökonomische Betrachtung:

Für Silomais, der ausschliesslich mit konventioneller Mechanisierung angebaut wurde, konnte im Vergleich der höchste Deckungsbeitrag von 756.76 CHF/ha erzielt werden, der deutlich höher ist als bei den Versuchsstreifen mit Roboter- und Drohnen-Einsatz mit 182.31 und 43.37 CHF/ha (Abbildung 61). Basierend auf diesen Ergebnissen konnten beim derzeitigen Stand der Flächeneffizienz und des Arbeitszeitbedarfs für die überwachte Autonomie keine wirtschaftlichen Vorteile durch den Einsatz von Roboter- und autonomen Lösungen erzielt werden.

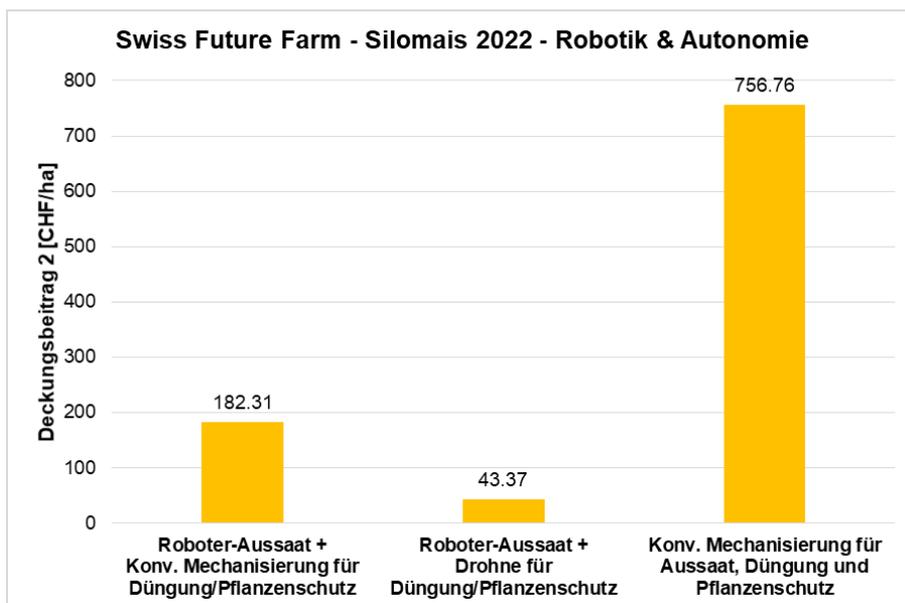


Abbildung 61. Deckungsbeitrag 2 aus den Versuchsstreifen des SFF 2022 Robotik- und Autonomie-Versuchs bei Silomais.

Annahmen für die ökonomische Betrachtung:

Preisberechnungen für Silomais auf der Grundlage der [AGRIDEA-Richtpreise 2022](#).

Silomais-Frischmassepreis nach der Ernte nach Verkäufer:

TS-Gehalt (%)	≥38	37	36	35	34	33	32	31	30	29	≤28
Preis (CHF/t FM)	70.00	69.00	67.00	65.00	63.00	61.00	59.00	57.00	56.00	54.00	52.00

Versuchsbeteiligte:

Der Versuch wurde vom Swiss Future Farm Operating Team mit der dankenswerten Unterstützung von Jens Adank (Remote Vision AG, <https://www.remotevision.ch/>) für Drohnenanwendungen durchgeführt.

1.10 Ablagetiefe- und Saatstärke-Versuch bei Silomais

Kontakt zum Versuch:

Nils Zehner, Agronomy and Farm Solutions Manager, Swiss Future Farm, nils.zehner@agcocorp.com

Zielsetzung:

Ziel dieses Versuchs war es, den Ertrag, die Verfahrenskosten und die daraus resultierenden Futterkosten von Silomais zu vergleichen, der mit variabler Ablagetiefe und Saatstärke gesät wurde. Die Einstellungen für die variable Ablagetiefe und Saatstärke wurden mit der einzigartigen Precision Planting SmartDepth™ Moisture Control und vSet™ Organic Matter Control Technologie auf der Grundlage von Messwerten der Precision Planting SmartFirmer™ Bodensensoren im Vergleich zu einer einheitlichen, konstanten Standardablagetiefe und Saatstärke vorgenommen.

Aufbau des Versuchs:

Der Versuch wurde auf der Swiss Future Farm im Jahr 2022 in Form eines Streifenversuchs durchgeführt. Es wurden die folgenden Ablagetiefen und Saatstärken verglichen:

- Einheitliche Ablagetiefe 5.1 cm und 90'000 Körner/ha
- Einheitliche Ablagetiefe von 5.1 cm und variabler Saatstärke entsprechend des Gehalts an organischer Substanz (OM = organic matter) mit einer Unterteilung in 5 Stufen:
 - OM >2.5% = 70'000 Samen/ha (im Versuch nicht angewendet)
 - OM 2.5-2,8% = 80'000 Körner/ha
 - OM 2.8-3,5% = 85'000 Körner/ha
 - OM 3.5-3,8% = 90'000 Körner/ha
 - OM >3.8% = 95'000 Körner/ha (im Versuch nicht angewendet)
- Variable Ablagetiefe basierend auf den Bodenfeuchtheitsmessungen (SM = soil moisture) der Precision Planting SmartFirmer-Bodensensoren und der Precision Planting SmartDepth-Steuerung mit 3 Stufen: 3.5 - 5.1 - 6.5 cm Ablagetiefe:
 - SM >40% = 3.5 cm
 - SM 40%-30% = 5.1 cm
 - SM <30% = 6.5 cm

Das Aussaatdatum war der 21. April 2022 mit der Sorte LG 31245. Der Modus "Smart-Depth Moisture Control" der Einzelkornsämaschine passt die Ablagetiefe automatisch an die von den SmartFirmer-Bodensensoren gemessene, für das Saatkorn verfügbare Bodenfeuchte an, um einen gleichmässigen Pflanzenbestand auch unter heterogenen Bodenfeuchtigkeitsbedingungen zu gewährleisten. Für den Versuchstreifen mit variabler Saatstärke wurde die Saatgutmenge auf 90'000 Körnern/ha als Grundmenge festgelegt und auf der Grundlage des von den SmartFirmer-Bodensensoren gemessenen Gehalts an organischer Substanz erhöht oder gesenkt.

Ergebnisse:

Der Versuch wurde 138 Tage nach der Aussaat geerntet. Der höchste Trockenmasseertrag von 22.4 t/ha wurde bei der Versuchsvariante mit einheitlicher Ablagetiefe und einheitlicher Saatstärke erzielt, während der Trockenmasseertrag bei der Variante mit variabler Saatstärke und variabler Ablagetiefe mit 21.3 bzw. 21.0 t/ha etwas geringer ausfiel (Abbildung 62). In der Gesamtbetrachtung lag der Silomaisertrag bei allen getesteten Ablagetiefen und Saatstärken in einem sehr zufriedenstellenden Bereich.

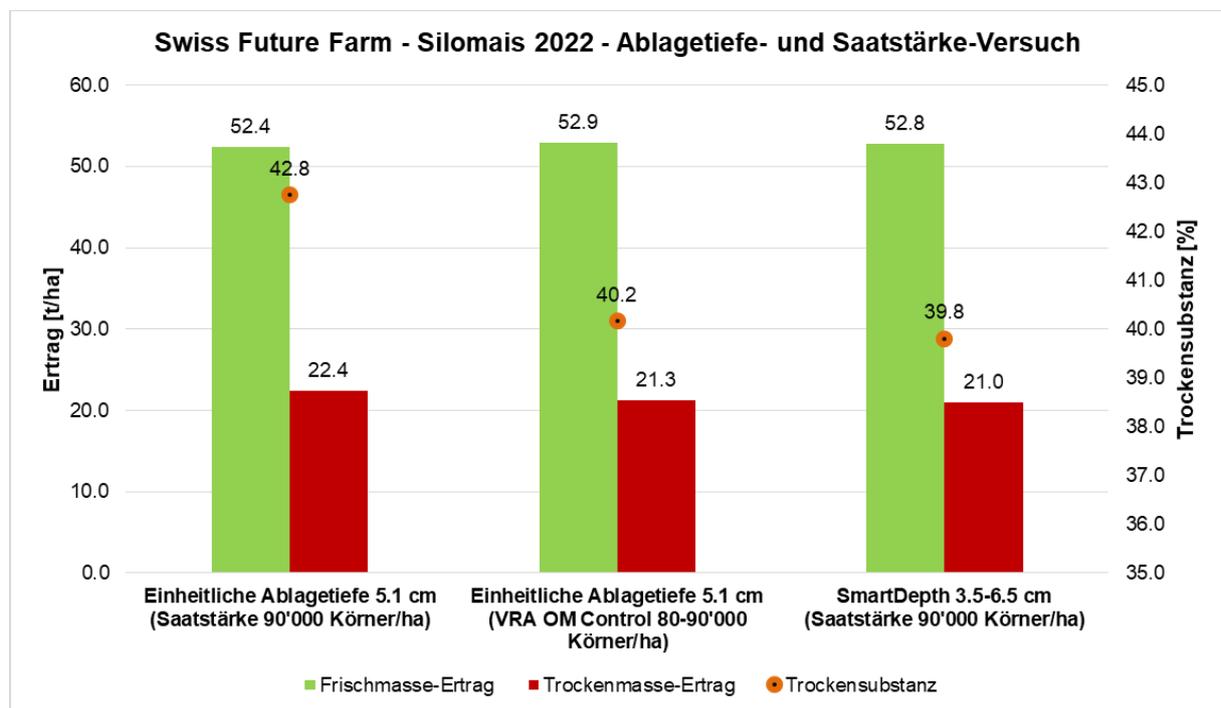


Abbildung 62. Ertragsergebnisse des SFF 2022 Ablagetiefe- und Saatstärke-Versuchs bei Silomais.

In unserem Versuch betrug der Ertragsvorteil des Trockenmasseertrags bei einer einheitlichen Ablagetiefe von 5.1 cm und einer einheitlichen Saatstärke von 90'000 Körnern/ha 5.2 % bzw. 6.7 % im Vergleich zu einer variablen Saatstärke und einer variablen Ablagetiefe. Im Gegensatz dazu konnte auf den Versuchsstreifen mit variabler Saatstärke oder Ablagetiefe ein etwas höherer Frischmasseertrag (52.9 und 52.8 t/ha) erzielt werden als mit einheitlicher Ablagetiefe und einheitlicher Saatstärke (52.4 t/ha).

Tabelle 16 zeigt die Ergebnisse zu Erlösen, Verfahrenskosten, Futterkosten und Deckungsbeitrag 2 für Silomais, der mit unterschiedlichen Ablagetiefen und Saatstärken angebaut wurde. Die Verfahrenskosten umfassen Maschinen-, Betriebsmittel- und Arbeitskosten für alle Feldarbeiten während des gesamten Anbauzyklus von der Saattbettbereitung bis zur Ernte. Die Versuchsparzelle wurde als Mais nach Mais gesät, und alle Feldarbeiten mit Ausnahme der Aussaat wurden auf allen Versuchsstreifen einheitlich durchgeführt, wobei die Ablagetiefe und die Saatstärke die einzigen Variablen darstellten, die zwischen den verschiedenen Versuchsstreifen verändert wurden. Für die Varianten mit einheitlicher Saatstärke ergaben sich geringfügig höhere Verfahrenskosten, da die Saatgutkosten bei der Variante mit variabler Saatstärke etwas niedriger waren. Die niedrigsten Futterkosten pro Tonne Trockensubstanz wurden bei Silomais mit einheitlicher Ablagetiefe und einheitlicher Saatstärke erzielt (108.03 CHF/t TS), was auf den höheren Trockenmassegehalt zurückzuführen ist.

Tabelle 16. Kostenrechnungsergebnisse des SFF 2022 Ablagetiefe- und Saatstärke-Ver- suchs bei Silomais.

	Einheitliche Ablage- tiefe 5.1 cm, 90'000 Körner/ha	Einheitliche Ablage- tiefe 5.1 cm, Vari- able Rate OM Con- trol 80-90 KS/ha	Variable Ablagetiefe 3.5 -6.5 cm, 90'000 Körner/ha
Frischmasse-Ertrag (t/ha)	52.4	52.9	52.8
Trockensubstanz-Ge- halt (%)	42.8	40.2	39.8
Trockenmasse-Ertrag (t/ha)	22.4	21.3	21.0
Richtpreis mit ent- sprechendem Tro- ckenmassegehalt (CHF/t)*	70.00	70.00	70.00
Leistungen (CHF/ha)			
Erlös	3671.43	3706.32	3697.98
Kosten (CHF/ha)			
Bodenbearbeitung	412.59	412.59	412.59
Aussaat	337.68	334.36	337.68
Düngung	728.05	728.05	728.05
Pflanzenschutz	216.33	216.33	216.33
Ernte	488.00	488.00	488.00
Arbeit	237.22	237.22	237.22
Ergebnisse			
Verfahrenskosten (CHF/ha) inkl. Ma- schinen-, Arbeits- und Betriebsmittel- kosten	2419.86	2416.55	2419.86
Futterkosten (CHF/t TS)	108.03	113.45	115.23
Deckungsbeitrag 2 (CHF/ha) inkl. Ma- schinen-, Arbeits- und Betriebsmittel- kosten	1251.56	1289.77	1278.12

*[AGRIDEA-Richtpreise 2022](#)

Abbildung 63 zeigt einen grafischen Vergleich der Erlöse, Verfahrenskosten und Futterkosten als Ergebnis dieses Versuchs.

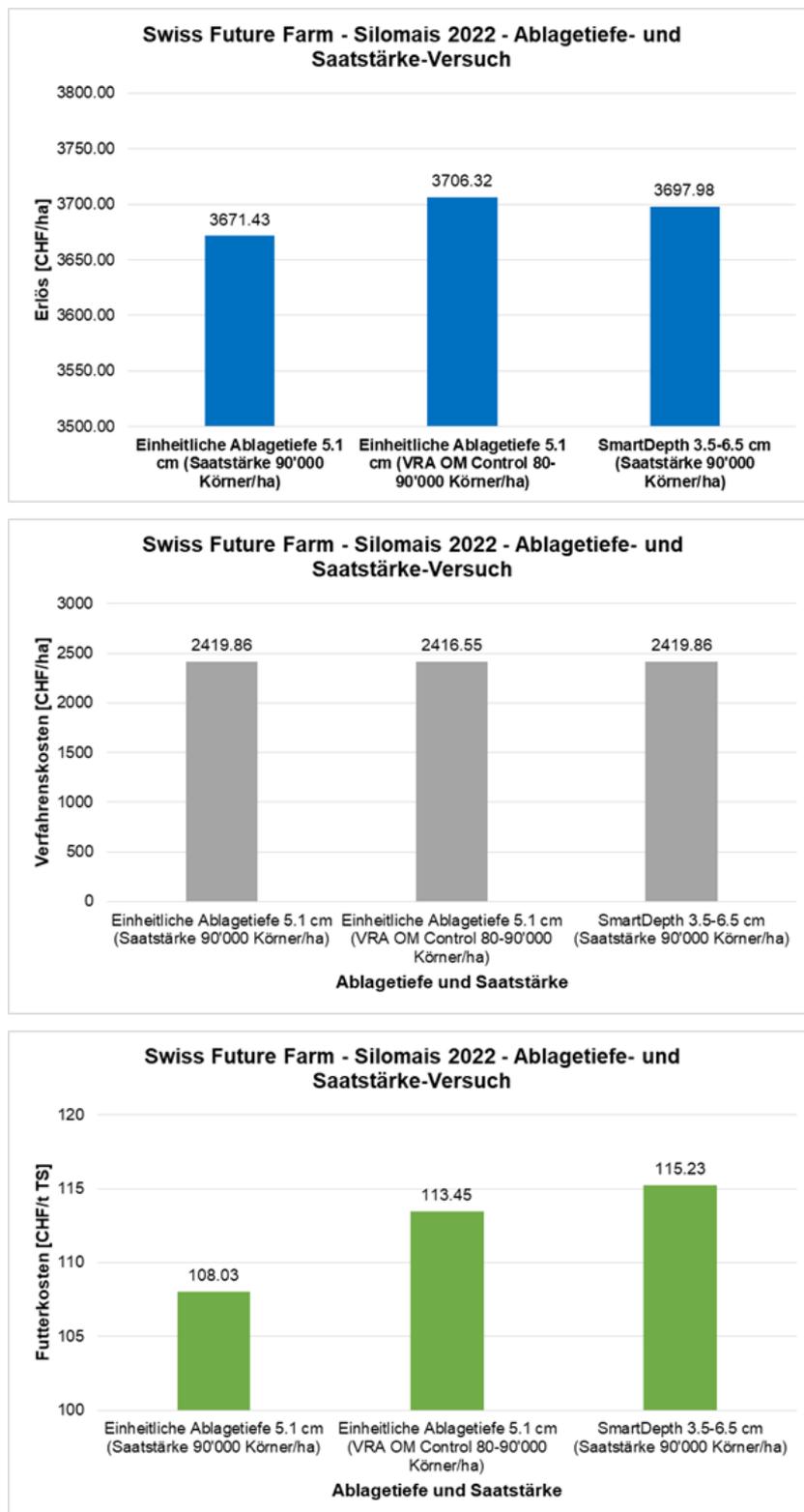


Abbildung 63. Erlöse, Verfahrenskosten und Futterkosten für den SFF 2022 Ablagetiefe- und Saatstärke-Versuch bei Silomais.

Weitere Beobachtungen:

Bonituren mit dem Precision Planting POGO Stick und der Research Pogo App zeigten eine bessere Entwicklung und einen geringeren Anteil an Spätkeimern (LE1 und LE2) für den mit variabler Saatstärke gesäten Bestand (Abbildung 64), was mit dem höheren Frischmasseertrag in diesem Versuchsstreifen korrespondiert.

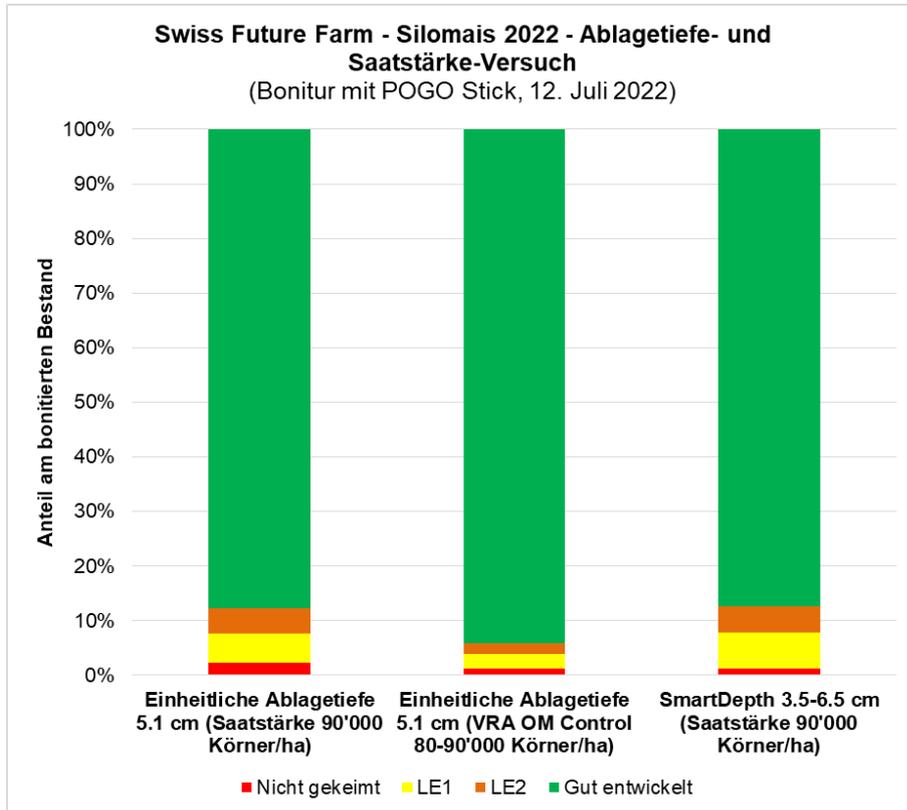


Abbildung 64. Ergebnisse der Bonituren beim SFF 2022 Ablagetiefe- und Saatstärke-Versuch in Silomais.

Empfehlungen und technische Lösungen:

- Die SmartFirmer™-Bodensensoren von Precision Planting messen Bodenfeuchtigkeit, Bodentemperatur und organische Substanz in Echtzeit während der Aussaat und liefern Informationen über Bodeneigenschaften und Feldzonen.
- Precision Planting SmartDepth™ passt die Ablagetiefe automatisch zwischen einer Mindest- und einer Maximaltiefe an, wobei der Zielwert für die Bodenfeuchtigkeit auf der Grundlage der Messungen der SmartFirmer-Bodensensoren beibehalten wird.
- vSet™-Saatgutdosierer und vDrive™-Elektroantriebe bieten höchste Genauigkeit bei der Saatgut-Vereinzelung von Reihenkulturen und ermöglichen die Anpassung der Aussaatmengen in Echtzeit.
- Die automatische Schardruckregelung mit Precision Planting DeltaForce™ gewährleistet eine gleichbleibende Ablagetiefe auch bei heterogenen Bodenverhältnissen.
- Das Lenksystem Fendt VarioGuide mit RTK ermöglicht Anschlussfahrten der Sämaschine mit höchster Genauigkeit und hohem Bedienkomfort.
- Die Lenksystem-Funktion Fendt Kontur-Assistent ermöglicht eine optimale Anpassung der Spurlinien an die Konturen des Feldes während der Aussaat.

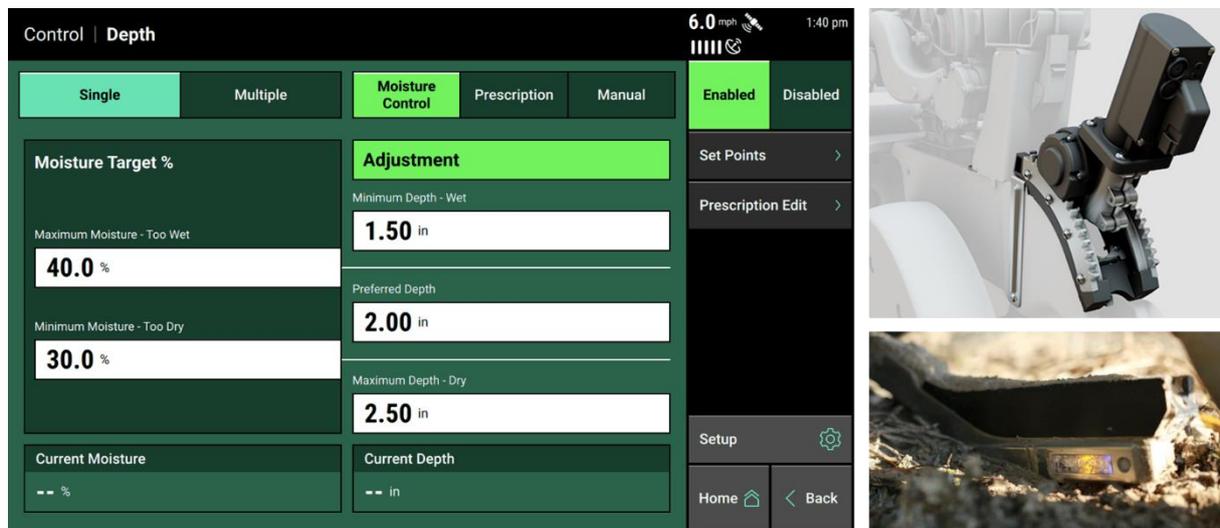


Abbildung 65. Variabler Ablagetiefe-Modus basierend auf der Bodenfeuchtigkeit im Precision Planting 20/20 Gen3-Monitor (links), Precision Planting SmartDepth-Getriebe zur Echtzeitanpassung der Ablagetiefe an die Bodenfeuchte (oben rechts) und Precision Planting SmartFirmer zur Messung der Bodenfeuchte in der Furche (unten rechts).

Ökonomische Betrachtung:

Bei Silomais, der mit variabler Saatstärke mit Precision Planting Organic Matter Control oder variabler Ablagetiefe mit SmartDepth auf der Basis von SmartFirmer-Bodensensorenwerten gesät wurde, konnte ein zusätzlicher Deckungsbeitrag zwischen 26.56 und 38.21 CHF/ha im Vergleich zur Aussaat mit einheitlicher Standardablagetiefe von 5.1 cm erzielt werden (Abbildung 66).

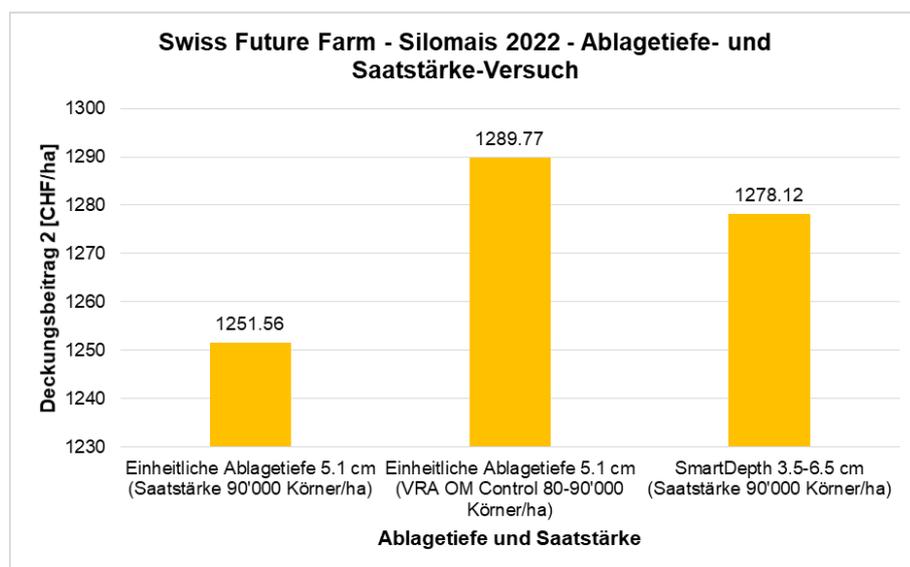


Abbildung 66. Deckungsbeitrag 2 aus den Versuchstreifen des SFF 2022 Ablagetiefe- und Saatstärke-Versuchs bei Silomais.

Annahmen für die ökonomische Betrachtung:

Preisberechnungen für Silomais auf der Grundlage der [AGRIDEA-Richtpreise 2022](#).

Silomais-Frischmassepreis nach der Ernte nach Verkäufer:

TS-Gehalt (%)	≥38	37	36	35	34	33	32	31	30	29	≤28
Preis (CHF/t FM)	70.00	69.00	67.00	65.00	63.00	61.00	59.00	57.00	56.00	54.00	52.00

Versuchsbeteiligte:

Der Versuch wurde vom Swiss Future Farm Operating Team durchgeführt.

1.11 Anbau von Weisshafer für die Produktion von verarbeiteten Haferprodukten

Kontakt

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

Anna Brugger, Arenenberg, anna.brugger@tg.ch

Versuchsziel

Hafer erfreut sich bei den Konsumentinnen und Konsumenten zunehmender Beliebtheit. Dazu tragen vor allem auch verarbeitete Produkte wie beispielsweise der Haferdrink bei. Die Produktionsmenge von Speisahafer ist aber in der Schweiz nach wie vor gering. Um den Anbau von Schweizer Hafer zu fördern, bietet die fenaco GOF seit 2022 Anbauverträge für die Produzentinnen und Produzenten an und vergütet den aufbereiteten Speisahafer mit einer Prämie von 10 CHF/dt im Vergleich zum Richtpreis für Futterhafer. Der abgelieferte und aufbereitete Hafer muss dabei ein Hektolitergewicht von mindestens 50kg/HL erreichen.

In vorliegendem Versuch wurde im Kontext dieses Anbauvertrages auf der Swiss Future Farm untersucht, ob das geforderte Hektolitergewicht erreicht wird und wie sich unterschiedliche Saatstärken und Düngungsstrategien darauf auswirken. Weiter wird der ökonomische Nutzen des Haferanbaus unter Berücksichtigung der Anbauverträge anhand der Deckungsbeiträge berechnet.

Versuchsanordnung

Der Versuch wurde auf der Fläche Löhre Spitz (gesamthaft 2.04ha) durchgeführt, die sich durch eine geringe Heterogenität auszeichnet. Als Vorkultur wurden Zuckerrüben auf der Fläche angebaut. Aufgrund des späten Erntezeitpunktes der Vorkultur wurde Sommerhafer und die dafür verfügbare Hafersorte Husky angebaut.

Der Versuch wurde wie folgt angelegt:

Verfahren 1 (ca. 0.5 ha):

- Saatstärke: 400 Körner/m²
- Düngung: 45kgN (Gülle) vor der Saat + 30kgN (Mg-Ammonsalpeter 24%)

Verfahren 2 (0.3 ha)

- Saatstärke: 350 Körner/m²
- Düngung: 45kgN (Gülle) vor der Saat

Verfahren 3 (0.2 ha)

- Saatstärke: 350 Körner/m²
- Düngung: 45kgN (Gülle) vor der Saat + 30kgN (Mg-Ammonsalpeter 24%)

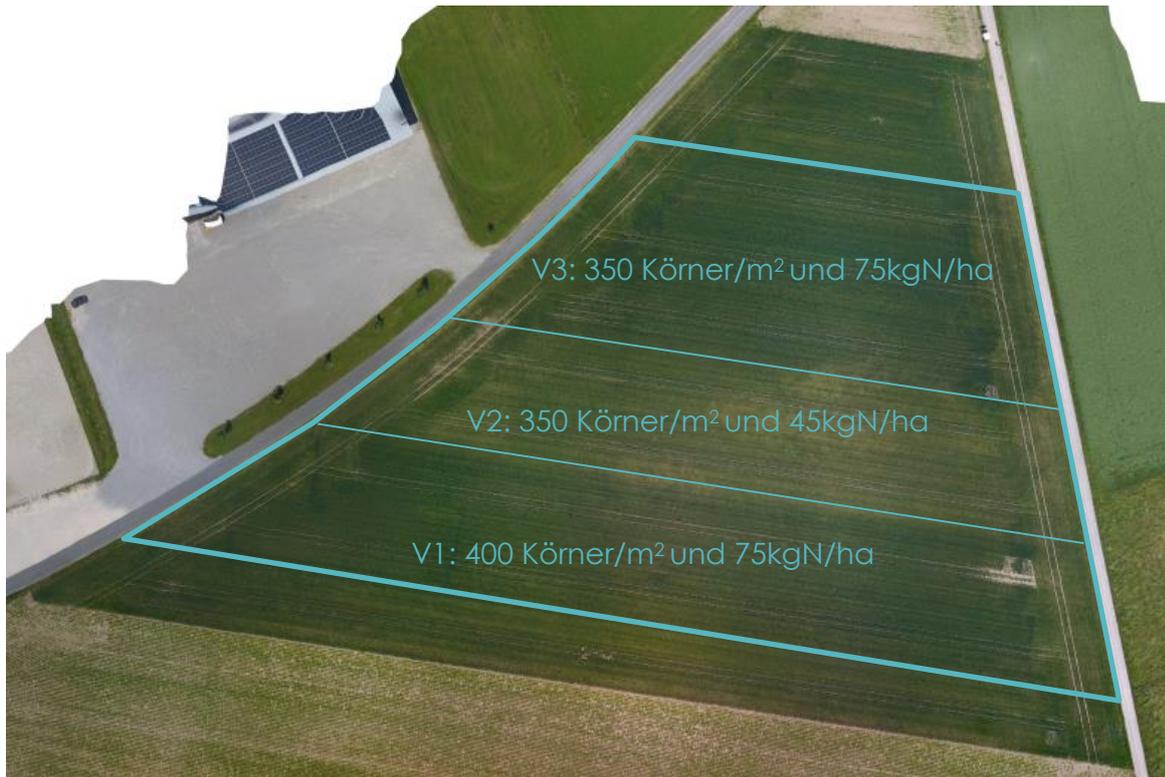


Abbildung 67: Anordnung der Verfahren auf der Fläche Löhre Spitz.

Tabelle 17 zeigt den Feldkalender für den Anbau des Sommerhafers. Die erste Düngergabe mit Gülle erfolgte unmittelbar vor der Aussaat im März durch ein Lohnunternehmen. Die zweite Gabe wurde zum Rispenstehen am 20. Mai 2022 gedüngt (Verfahren 1 und 3).

Tabelle 17: Feldkalender für die Fläche Löhre Spitz.

Datum	Massnahme
März 2022	Güllen (45 m ³ /ha Milchviehgülle) durch Lohnunternehmen Grubbern Aussaat mit Säkombination (4. März) Walzen
22. April 2022	Herbizidapplikation: Concert SX: 0.1kg/ha Starane XL: 1.5l/ha
13. Mai 2022	Wachstumsreglerapplikation: Moddus: 0.6l/ha
20. Mai 2022	Mineraldüngung in Verfahren 1 und 3: MG-Ammonsalpeter 24%: 30kgN/ha
14. Juli 2022	Ernte

Bonitur Pflanzenbestand

Am 20. Juni 2022 wurde in den Versuchsstreifen die Anzahl rispentragender Halme pro Quadratmeter ermittelt (Abbildung 68). In den Verfahren mit einer Aussaatstärke von 350 Körnern/m² wurden 245 (V2) respektive 295 Rispen/m² (V3) ausgezählt. Im Verfahren 1 mit 400 Körnern/m² wurden 325 Rispen/m² ausgezählt. Damit lagen alle Verfahren unter dem zu erwartenden Wert. Ein Grund für die geringe Anzahl rispentragender Halme pro Quadratmeter liegt in den kalten Temperaturen anfangs April 2022 und der damit verbundenen schwachen Bestockung des Bestandes.

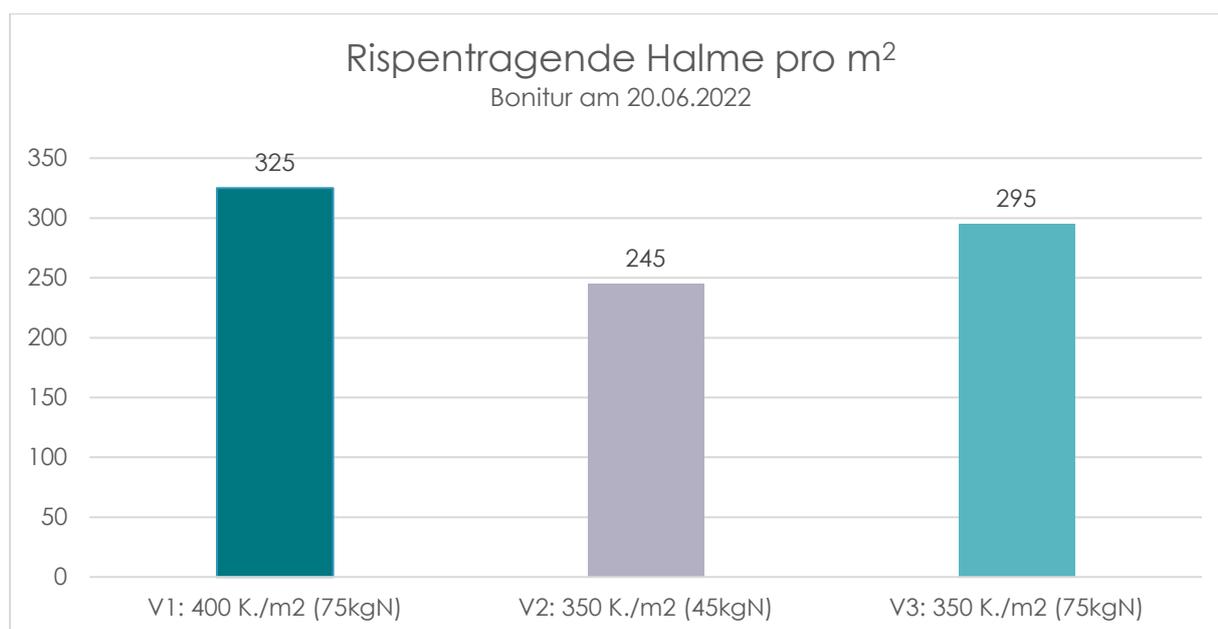


Abbildung 68: Bonitur der Anzahl rispentragender Halme am 20. Juni 2022.

Resultate

Erträge

Die Versuchsstreifen wurden am 14. Juli 2022 bei sommerlichen Temperaturen einzeln gedroschen und separat auf der Brückenwaage gewogen. Der Durchschnittsertrag für die Flächen (2.04 ha) gemäss Abrechnung der Getreidesammelstelle liegt bei 60.2 dt/ha (inkl. Vorgewende). Die Erträge in den Versuchsstreifen (jeweils exkl. Vorgewende) bewegen sich zwischen 61.2 dt/ha (V2) und 75.1 dt/ha (V3) (siehe Abbildung 69). Der höchste Ertrag wurde im Verfahren 3 mit einer Saatstärke 350 K./m² und einer ausgebrachten Düngergesamtmenge von 75 kgN/ha erzielt. In Verfahren 1 mit Saatstärke 400 K./m² und einer Düngermenge von 75 kgN/ha wurden 71.5 dt/ha erreicht. Das Verfahren 2 mit einer um 30 kgN/ha reduzierten Düngergabe liegt mit 61.2 dt/ha ertragsmässig am tiefsten.

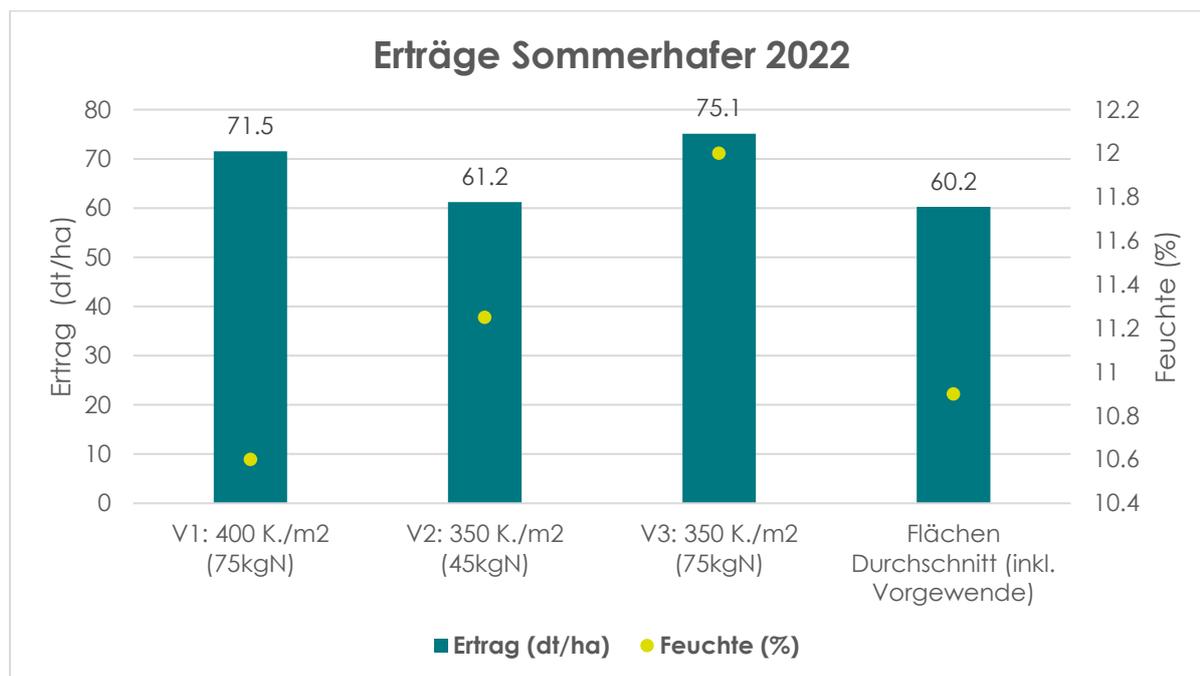


Abbildung 69: Übersicht über Ertrag und Feuchte in den verschiedenen Versuchstreifen.

Hektoliter-Gewicht

Erfreulicherweise konnte das für den Vertragsanbau vorgeschriebene Hektoliter-Gewicht von 50 kg/HL in allen Verfahren erzielt werden. Als Flächendurchschnitt wurden in der Getreidesammelstelle 54.5 kg/HL gemessen (siehe Tabelle 18). Das Hektoliter-Gewicht der einzelnen Versuchstreifen wurde separat in Tänikon ermittelt.

Tabelle 18: Übersicht über Hektoliter-Gewicht und Proteingehalt in den verschiedenen Versuchstreifen.

Hektoliter-Gewicht (kg/HL) und Proteingehalt im Vergleich		
	kg/HL	Proteingehalt (%)
V1: 400 K./m ² (75kgN)	50 (auf SFF gemessen)	7.8%
V2: 350 K./m ² (45kgN)	52 (auf SFF gemessen)	8.7%
V3: 350 K./m ² (75kgN)	50.5 (auf SFF gemessen)	10%
Flächendurchschnitt (inkl. Vorgewende):	54.5 (in Getreidesammelstelle gemessen)	10.7%

Verfahrenskosten

Nebst der Untersuchung der erzielbaren Hektoliter-Gewichte ist es ein Versuchsanliegen den ökonomischen Nutzen des Haferanbaus durch die neuen von der fenaco GOF garantierten Zuschläge von 10 CHF/dt zu evaluieren. Dazu wurden in einem ersten Schritt die Verfahrenskosten für die drei Versuchsvarianten ermittelt. Diese wurden

basierend auf den Richtwerten des Maschinenkostenberichtes 2022 (Gazzarin et al. 2022) berechnet. Die Verfahrenskosten in den Versuchsstreifen unterscheiden sich nur geringfügig und kommen durch die unterschiedlichen Dünger- und Aussaatmengen zustande. Die höchsten Verfahrenskosten sind mit 3057 CHF/ha in Verfahren 1 zu verzeichnen. Die geringsten Kosten fielen mit 2860 CHF/ha in Verfahren 2 an.

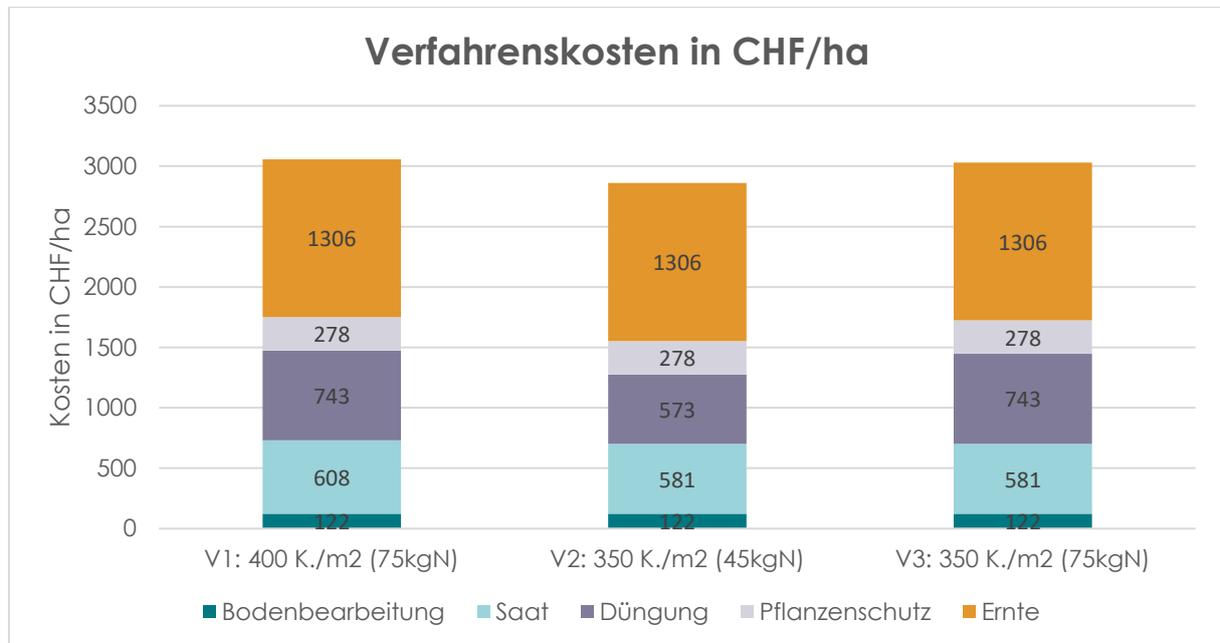


Abbildung 70: Verfahrenskosten in CHF/ha in den unterschiedlichen Versuchsstreifen.

Deckungsbeiträge

Tabelle 19 zeigt die Deckungsbeiträge inklusive Maschinen-, Arbeits- und Betriebsmittelkosten für alle Verfahren. Der höchste Deckungsbeitrag wurde mit CHF 942 in Verfahren 3 erzielt, da der Ertrag mit 75.1 dt/ha am höchsten war und die zusätzlichen Düngekosten im Vergleich zu Verfahren 2 lediglich 170 CHF/ha ausmachten. Weiter konnten in diesem Verfahren im Vergleich zu Verfahren 1 27 CHF/ha an Saatgut gespart werden.

Tabelle 19: Deckungsbeiträge der drei Versuchsstreifen in der Übersicht.

	V1: 400 K./m ² (75kgN)	V2: 350 K./m ² (45kgN)	V3: 350 K./m ² (75kgN)
Ertrag (dt/ha)	71.5	61.2	75.1
Feuchte (%)	10.6	11.3	12
Richtpreis Futterhafer zzgl. Prämie 10 CHF/dt	CHF 43.5	CHF 43.5	CHF 43.5
Leistungen			
Erlös pro ha	CHF 3'110	CHF 2'662	CHF 3'267
Beitrag offene Ackerfläche	CHF 900	CHF 900	CHF 900
Leistungen total	CHF 4'010	CHF 3'562	CHF 4'167
Kosten			
Bodenbearbeitung	CHF 122	CHF 122	CHF 122
Saat	CHF 608	CHF 581	CHF 581
Düngung	CHF 743	CHF 573	CHF 743
Pflanzenschutz	CHF 278	CHF 278	CHF 278
Ernte	CHF 1'306	CHF 1'306	CHF 1'306
Annahme, Reinigung, Entsorgung (exkl. Verbandsbeiträge von CHF 4.8/dt)	CHF 186	CHF 159	CHF 195
Deckungsbeitrag (inkl. Maschi- nen-, Arbeits- und Betriebsmittel- kosten)	CHF 767	CHF 543	CHF 942

Vergleich des Deckungsbeitrags mit anderen Kulturen

Um die wirtschaftliche Attraktivität des Haferanbaus im Kontext der seit 2022 gelten- den Prämien von 10 CHF/dt im Vertragsanbau zu untersuchen, wird nachfolgend für verschiedene Kulturen der vergleichbare Deckungsbeitrag (VDB) aus den von Ag- roscope publizierten Betriebszweigergebnissen (Schmid et al. 2022) aufgelistet. Dieser VDB enthält im Gegensatz zu den in unserem Versuch errechneten Deckungsbeiträ- gen lediglich die Direktkosten (exkl. Arbeits- und Maschinenkosten) und spiegelt die Ergebnisse aus einer Stichprobe von Schweizer Landwirtschaftsbetrieben wider.

Für Weizen (nicht-extenso ÖLN) bei der Ertragsklasse 65-70 dt/ha ergibt sich ein VDB von 2232 CHF/ha (Agroscope 2022, S.14). Roggen (ÖLN) liegt mit Ertragsklasse >60 dt/ha bei 1908 CHF/ha (Agroscope 2022, S.16). Dinkel in der Ertragsklasse 40-45 dt/ha liegt bei 2306 CHF/ha (Agroscope 2022, S.18) und für Hafer in der Ertragsklasse >50 dt/ha wird ein VDB von 2121 CHF/ha (Agroscope 2022, S.24) errechnet. Interessanter- weise liegt der durchschnittliche Produzentenpreis für Hafer innerhalb der Stichprobe bei den Betrieben in der Haferertragsklasse >50 dt/ha im Jahr 2021 durchschnittlich bei

46.33 CHF/dt. Dieser Wert liegt weit über dem Preis für Futterhafer (30.50 CHF/dt im Jahr 2021). Dies kann daher kommen, dass die Betriebe in der Stichprobe bereits Speisehafer (z.B. für IP Suisse) produziert haben und daher einen höheren Produzentenpreis erzielen konnten. Der Wert von 46.33 CHF/dt befindet sich zudem im Rahmen des Produzentenpreises für Futterhafer 2022 zzgl. der fenaco-Prämie (insgesamt 43.5 CHF/dt) und der erzielte VDB in dieser Haferkategorie dient als guter Indikator um die Lukrativität des Haferanbaus abzuschätzen und mit anderen Kulturen abzugleichen.

In Tabelle 20 haben wir aus den uns vorliegenden Versuchsdaten zzgl. zum detaillierten Deckungsbeitrag (inkl. Arbeits- und Maschinenkosten) einen vergleichbaren Deckungsbeitrag gemäss Agroscope-Berechnung durchgeführt. Mit den errechneten 2026 CHF/ha liegen wir damit leicht unter dem Wert der aus den Daten der Betriebsstichprobe von Agroscope errechnet wurde.

Tabelle 20: Vergleichbarer Deckungsbeitrag für die Haferversuchsfläche Löhre Spitz 2022 in Tänikon.

Berechnung VDB für Haferfläche in Tänikon 2022		
Naturalertrag	dt/ha	60.2 (Durchschnittsertrag Hafer SFF 2022)
Preis	CHF/dt	43.50
Leistungen Produkt	CHF	2619
Direktkosten		
Saatgut	CHF	190
Düngung	CHF	71
Pflanzenschutz	CHF	175
Annahme, Reinigung, Entsorgung		157
Direktkosten Total		593
Vergleichbarer Deckungsbeitrag (VDB)		2026

Fazit und nächste Schritte

Im diesjährigen Tastversuch zum Haferanbau konnte gezeigt werden, dass in allen drei Verfahren die für den Vertragsanbau vorgeschriebenen Hektolitergewichte von 50kg/HL erzielt werden konnten. Der höchste Deckungsbeitrag wurde im Verfahren mit der Saatstärke von 350 K./m² und einer Düngermenge von 75 kgN/ha erreicht. Weiter zeigt ein Vergleich der vergleichbaren Deckungsbeiträge, dass die Attraktivität des Haferanbaus durch die Prämien von 10 CHF/dt gesteigert werden kann, aber im Vergleich unter dem Deckungsbeitrag von Weizen liegt. Der Anbauversuch wird in den kommenden Jahren im Rahmen des Forum Ackerbaus an verschiedenen Standorten

in der Schweiz weitergeführt. Dabei werden neu drei unterschiedliche Saatstärken und je zwei Düngestrategien unterschieden.

Literatur

Gazzarin et al. 2022: Kostenkatalog 2022: Richtwerte für die Kosten von Maschinen, Arbeit, Gebäude und Hoftechnik, Agroscope Transfer 448, 2022

Link: <https://www.kostenkatalog.ch/>

Schmid et al. 2022: Betriebszweigergebnisse 2021 – Stichprobe Betriebsführung, Hrsg. Agroscope Ettenhausen, 4. Oktober 2022.

Link: <https://doi.org/10.34776/betr21-d>

1.12 Weite Reihen und Herbizidverzicht bei Winterweizen

Kontakt zum Versuch:

Nils Zehner, Agronomy and Farm Solutions Manager, Swiss Future Farm, nils.zehner@agcocorp.com

Der Versuch wurde durch das Forum Ackerbau durchgeführt und von Anna Brugger, Arenenberg betreut.

Zielsetzung:

Ziel dieses Versuchs war es, den Ertrag und die Verfahrenskosten von Winterweizen zu bewerten, der mit unterschiedlichen Reihenabständen, Saatgutmengen und Unkrautbekämpfungsverfahren angebaut wurde, darunter Standard- und weite Reihenabstände sowie herbizidfreie und konventionelle chemische Unkrautbekämpfung.

Aufbau des Versuchs:

Der Versuch wurde in der Feldsaison 2021-2022 auf der Swiss Future Farm als Side-by-Side-Streifenversuch durchgeführt. Die Versuchsparzelle wurde in einem intensiven Bodenbearbeitungssystem nach Silomais angebaut. Winterweizen wurde am 20. Oktober 2021 mit einer Sämaschine entweder mit normalem (12.5 cm) oder weitem (37.5 cm) Reihenabstand und voller (100 %) oder reduzierter Saatmenge (60 %) mit der Sorte DSP Montalbano gesät und entweder mit chemischer oder mechanischer Unkrautbekämpfung angebaut (Tabelle 21, Abbildung 71). Mit Ausnahme der Aussaat und der Unkrautbekämpfung wurden alle Feldarbeiten zur Saatbettbereitung, Düngung (insgesamt 156 kg N/ha) und Ernte einheitlich auf allen Versuchsstreifen durchgeführt.

Weite Reihenabstände in Kombination mit einer herbizidreduzierten oder herbizidfreien Unkrautbekämpfung im Getreideanbau sind ein neues Biodiversitätsprogramm der Schweizer Agrarpolitik zur Förderung der bedrohten Arten Feldhase (*Lepus europaeus*) und Feldlerche (*Alauda arvensis*) sowie zur Förderung der Ackerbegleitflora. Das Getreidefeld wird so eingesät, dass ein streifenförmiges Muster mit mindestens 30 cm breiten Lücken in ungesäten Bereichen entsteht. Mindestens 40 % der Reihen müssen über die Breite der Sämaschine verteilt ungesät bleiben; die Verteilung kann variieren. Es gibt keine Vorgaben zur Reduzierung der Saatgutmenge in den Verfahren im weitem Reihenabstand, es wird jedoch empfohlen die Menge im Vergleich zur nor-

malen Aussaat zu reduzieren. In der Regel werden drei gesäte Reihen angelegt, gefolgt von zwei ungesäten Reihen, sodass ein ungesäter Bereich von mindestens 30 cm Breite entsteht. Die Unkrautbekämpfung kann im Frühjahr entweder durch ein einmaliges Striegeln bis zum 15. April oder durch eine einmalige Herbizidanwendung erfolgen. Im Herbst sind Herbizidanwendung und Striegeln erlaubt. Pflanzenschutzbehandlungen mit Produkten aus anderen Kategorien als Herbiziden (z. B. Fungizide) sind erlaubt. Landwirte, die diese Biodiversitätsregelung anwenden, werden mit zusätzlichen Direktzahlungen von bis zu 300.00 CHF/ha entschädigt.

Tabelle 21. Reihenabstände und Unkrautbekämpfungsmethoden, die im Rahmen des SFF-Versuchs 2022 bei Winterweizen getestet wurden.

Ver-suchs-streifen	Reihenabstände & Unkrautbekämpfung	Massnahmen
1	Normal (12.5 cm, 100% Saatmenge) + Herbizid	<ul style="list-style-type: none"> • Aussaat durch Sämaschine mit 350 Körnern/m² = 177 kg/ha (1x) • Chemische Unkrautbekämpfung mit Pflanzenspritze (1x)
2	Normal (12.5 cm, 100% Saatmenge) + Mechanisch	<ul style="list-style-type: none"> • Aussaat durch Sämaschine mit 350 Körnern/m² = 177 kg/ha (1x) • Mechanische Unkrautbekämpfung mit Zinkenstriegel (1x)
3	Weit (37.5 cm, 60 % Saatmenge) + Herbizid	<ul style="list-style-type: none"> • Aussaat durch Sämaschine mit 200 Körnern/m² = 101 kg/ha (1x) • Chemische Unkrautbekämpfung mit Pflanzenspritze (1x)
4	Weit (37.5 cm, 60 % Saatmenge) + Mechanisch	<ul style="list-style-type: none"> • Aussaat durch Sämaschine mit 200 Körnern/m² = 101 kg/ha (1x) • Mechanische Unkrautbekämpfung mit Zinkenstriegel (1x)



Abbildung 71. Aussaatmuster für weite Reihenabstände und 40 % weniger Saatgut (links), Winterweizen mit weiten Reihenabständen nach dem Auflaufen im Herbst (rechts) auf der Versuchsfläche des SFF-Versuchs zu Weite Reihen und Herbizidverzicht bei Winterweizen.

Ergebnisse:

Der Versuch wurde am 25. Juli 2022 geerntet. Der höchste Ertrag wurde bei Winterweizen mit normalem Reihenabstand und chemischer Unkrautbekämpfung (7.3 t/ha) erzielt, während bei normalem Reihenabstand und mechanischer Unkrautbekämpfung eine Ertragsminderung von 5.5% festgestellt wurde. Bei weitem Reihenabstand und chemischer Unkrautbekämpfung wurde ein um 24.7% geringerer Ertrag erzielt, und bei weitem Reihenabstand und mechanischer Unkrautbekämpfung wurde ein um 32.9% geringerer Ertrag im Vergleich zu Winterweizen mit normalem Reihenabstand und chemischer Unkrautbekämpfung erzielt (Abbildung 72). Somit konnten beide Methoden mit weitem Reihenabstand die reduzierte Saatgutmenge teilweise kompensieren.

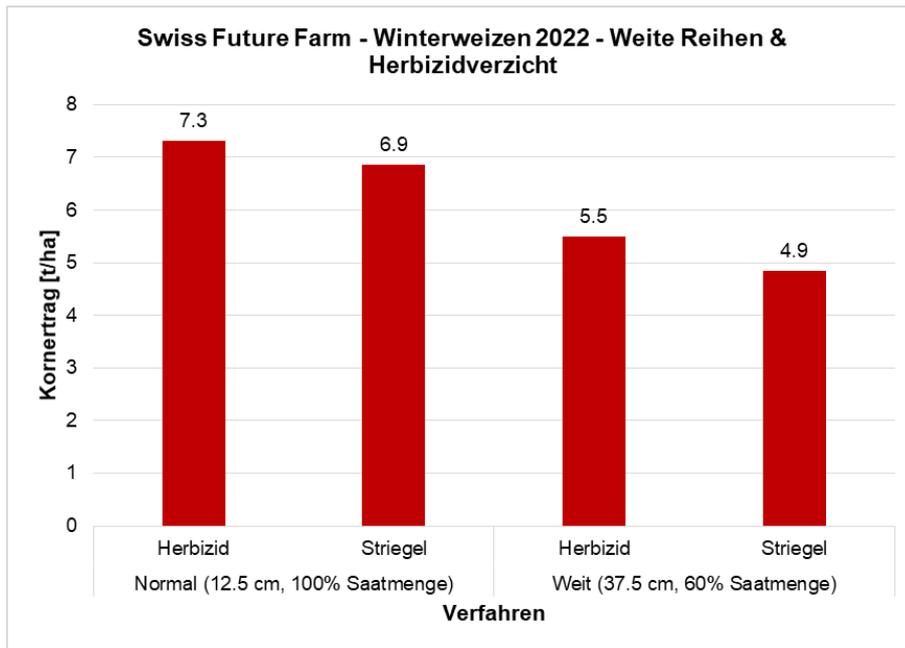


Abbildung 72. Kornertragungsergebnisse des SFF-Versuchs 2022 zu Weite Reihen und Herbizidverzicht bei Winterweizen.

Das höchste Hektolitergewicht wurde für den Weizen aus dem Versuchstreifen mit normalem Reihenabstand und mechanischer Unkrautbekämpfung erzielt, während alle anderen Behandlungen mit Reihenabstand und Unkrautbekämpfung auf einem gleichwertigen, etwas niedrigeren Niveau lagen, so dass eine eindeutige Korrelation nicht festgestellt werden kann (Abbildung 73).

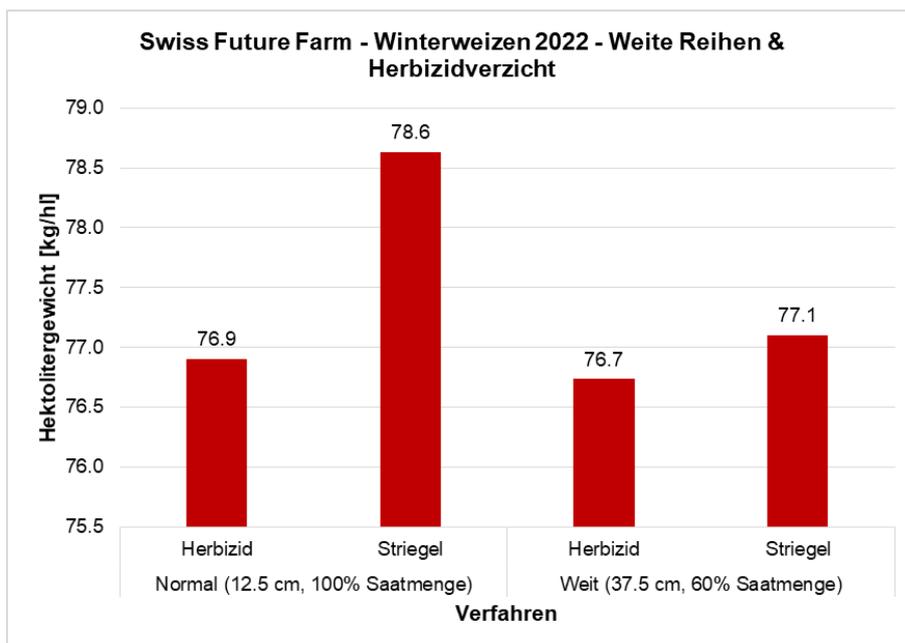


Abbildung 73. Ergebnisse zum Hektolitergewicht beim SFF-Versuch 2022 zu Weite Reihen und Herbizidverzicht bei Winterweizen.

Der Proteingehalt war bei Winterweizen mit weitem Reihenabstand signifikant höher, sowohl bei chemischer als auch bei mechanischer Unkrautbekämpfung (Abbildung 74). Dies könnte auf den geringeren Kornenertrag in diesen Versuchsstreifen zurückzuführen sein, der es den Weizenpflanzen erleichtert, höhere Proteingehalte zu bilden.

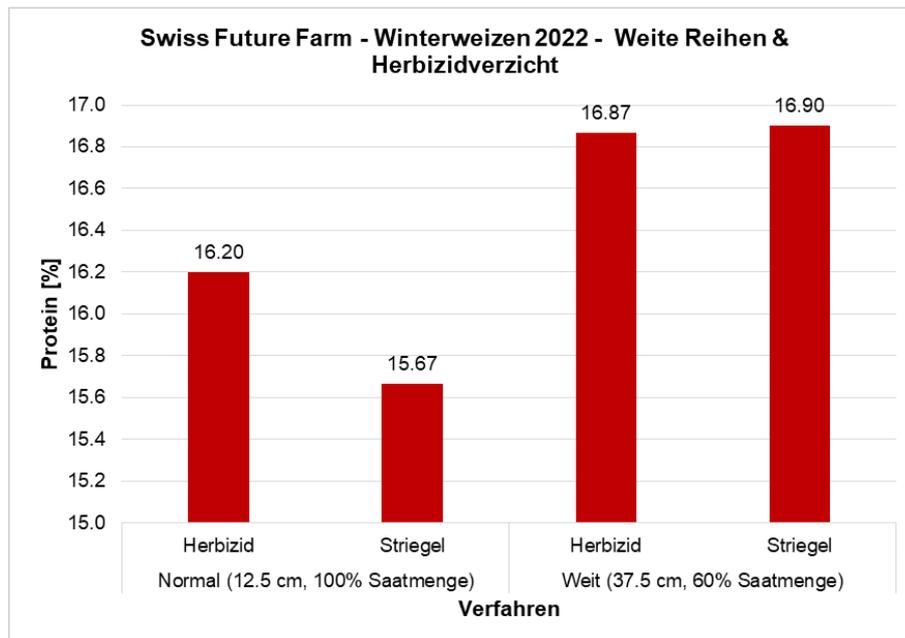


Abbildung 74. Ergebnisse zum Proteingehalt des SFF-Versuchs 2022 zu Weite Reihen und Herbizidverzicht bei Winterweizen.

Tabelle 22 zeigt die Ergebnisse zu Erträgen, Verfahrenskosten und Deckungsbeitrag 2 für Winterweizen, der mit unterschiedlichen Reihenabständen und Unkrautbekämpfungsmethoden angebaut wurde. Die Verfahrenskosten umfassen Maschinen-, Betriebsmittel- und Arbeitskosten für alle Feldarbeiten entlang der Vegetationsperiode, von der Düngung vor der Aussaat über die Bodenbearbeitung und Saatbettbereitung, die Aussaat, die Pflege der Pflanzen bis zur Ernte. Mit Ausnahme der Aussaat und der Unkrautbekämpfung wurden alle Feldarbeiten einheitlich auf allen Versuchsstreifen durchgeführt.

Die höchsten Verfahrenskosten fielen bei dem Verfahren „Normaler Reihenabstand + Herbizid“ an, dennoch lieferte dieses Verfahren aufgrund der höheren Erträge und Erlöse im Vergleich den höchsten Deckungsbeitrag (Tabelle 22). Obwohl die Verfahrenskosten bei allen anderen Verfahren niedriger waren, konnte dies die Ertragsminderung, die entweder durch die mechanische Unkrautbekämpfung oder den weiten Reihenabstand erzielt wurde, nicht ausgleichen.

Tabelle 22. Ergebnisse zu Verfahrenskosten des SFF-Versuchs 2022 zu Weite Reihen und Herbizidverzicht bei Winterweizen.

	Normal (12.5 cm, 100% Saatmenge) + Herbizid	Normal (12.5 cm, 100% Saatmenge) + Mechanisch	Weit (37.5 cm, 60 % Saatmenge) + Herbizid	Weit (37.5 cm, 60 % Saatmenge) + Mechanisch
Kornertrag (t/ha)	7.3	6.9	5.5	4.9
Hektolitergewicht (kg/hl)	76.9	78.6	76.7	77.1
Protein (%)	16.20	15.67	16.87	16.90
Leistungen (CHF/ha)				
Erlös*	4302.15	4037.90	3228.20	2852.50
Kosten (CHF/ha)				
Bodenbearbeitung	250.92	250.92	250.92	250.92
Aussaat	333.05	333.05	227.49	227.49
Düngung	1159.49	1159.49	1159.49	1159.49
Herbizidanwendung	143.76	0.00	143.76	0.00
Insektizidanwendung	0.00	0.00	0.00	0.00
Fungizidanwendung	0.00	0.00	0.00	0.00
Mechanische Unkrautbekämpfung	0.00	38.93	0.00	38.93
Ernte	549.86	549.86	549.86	549.86
Arbeit	222.93	225.66	222.93	225.66
Ergebnisse				
Verfahrenskosten (CHF/ha) inkl. Maschinen-, Arbeits- und Betriebsmittelkosten	2660.02	2557.91	2554.45	2452.35
Produktionskosten (CHF/t Winterweizen)	363.56	327.48	465.28	505.51
Deckungsbeitrag 2 (CHF/ha) inkl. Maschinen-, Arbeits- und Betriebsmittelkosten	1642.13	1479.99	673.75	400.15
Deckungsbeitrag 2 (CHF/ha) inkl. Maschinen-, Arbeits-, Betriebsmittelkosten und Biodiversitätsförderung (Hase oder Feldlerche)	1642.13 (keine BFF-Beiträge)	1479.99 (keine BFF-Beiträge)	973.75	900.15

*swiss granum Richtpreise konventionelles Brotgetreide - Winterweizen TOP Qualität: 585.00 CHF/Tonne

Abbildung 75 zeigt einen grafischen Vergleich der Erlöse, Verfahrenskosten und Produktionskosten pro Tonne Winterweizen als Ergebnis dieses Versuchs.

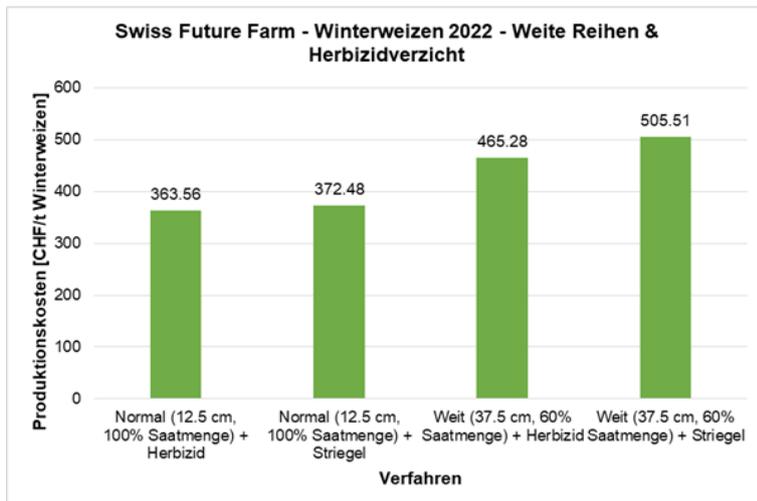
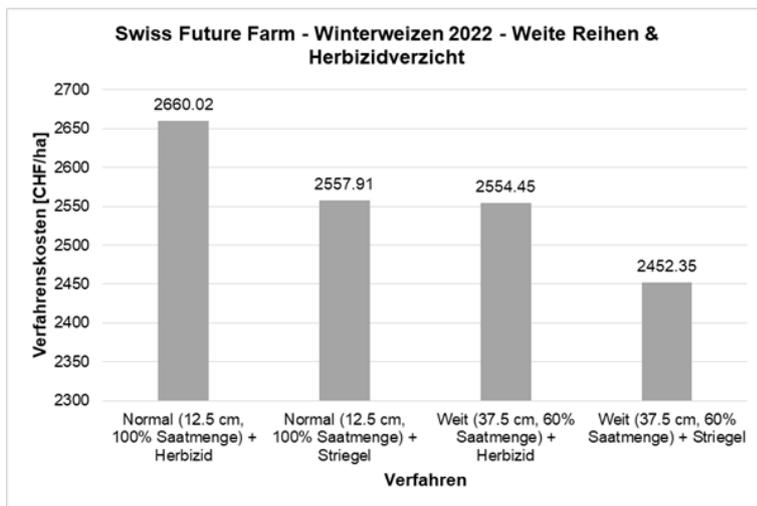
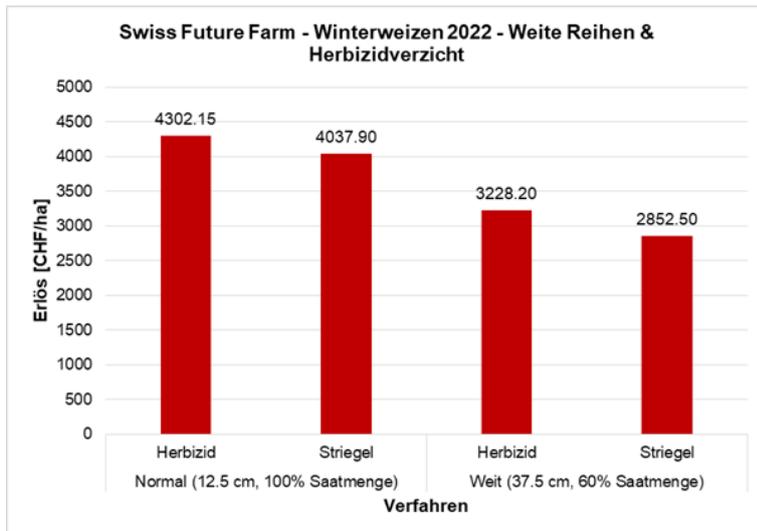


Abbildung 75. Erlöse, Verfahrenskosten und Produktionskosten pro Tonne Winterweizen des SFF-Versuchs 2022 zu Weite Reihen und Herbizidverzicht bei Winterweizen.

Weitere Beobachtungen:

Die Ergebnisse der Ährenzählung im BBCH-Stadium 50-60 zeigen, dass die angestrebte Menge von 600 Ähren pro Quadratmeter bei Winterweizen nur bei den Verfahren mit

normalem Reihenabstand erreicht wurde (Abbildung 76). Diese Beobachtung deckt sich mit den Ergebnissen zum Kornenertrag, bei denen der normale Reihenabstand und die volle Saatgutmenge unabhängig von der angewandten Unkrautbekämpfungsmethode zu einem deutlich höheren Ertrag führten als der weite Reihenabstand. Dennoch ist anzumerken, dass die Verfahren mit weitem Reihenabstand und 40% weniger Saatgut nur 22% weniger Ähren (mit chemischer Unkrautbekämpfung) und 26% weniger Ähren (mit mechanischer Unkrautbekämpfung) aufweisen, da Weizenpflanzen, die in weitem Reihenabstand gesät wurden, stärker bestockten.

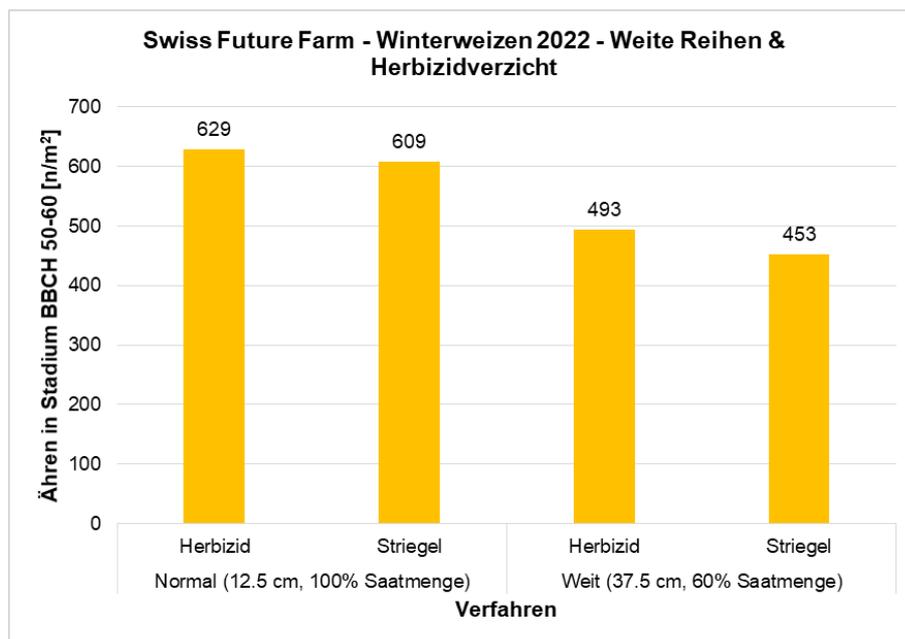


Abbildung 76. Ergebnisse der Ährenzählung im Rahmen des SFF-Versuchs 2022 zu Weite Reihen und Herbizidverzicht bei Winterweizen.

Empfehlungen und technische Lösungen:

- Das automatische Lenksystem AGCO Guide mit RTK ermöglicht Anschlussfahrten der Sämaschine mit maximaler Genauigkeit und Bedienerkomfort und die Verwendung identischer Fahrspuren für die Unkrautbekämpfung.
- Der AGCO Contour-/Wayline-Assistent ermöglicht eine automatische Anpassung der Fahrspur an die Konturen des Feldes während der Aussaat.



Abbildung 77. Traktor mit Zinkenstriegel zur mechanischen Unkrautbekämpfung in Winterweizen.

Ökonomische Betrachtung:

Bei Winterweizen, der mit normalem Reihenabstand und chemischer Unkrautbekämpfung angebaut wurde, konnte der höchste Deckungsbeitrag von 1642.13 CHF/ha erzielt werden, was zwischen 162.14 und 1241.98 CHF/ha mehr ist als die Anwendung mechanischer Unkrautbekämpfung oder weiter Reihenabstände in diesem Vergleich (Abbildung 78). Ausgehend von diesen Ergebnissen konnte unter den Bedingungen unseres Versuchs kein wirtschaftlicher Vorteil durch den Einsatz von weiten Reihenabständen und mechanischer Unkrautbekämpfung erzielt werden.

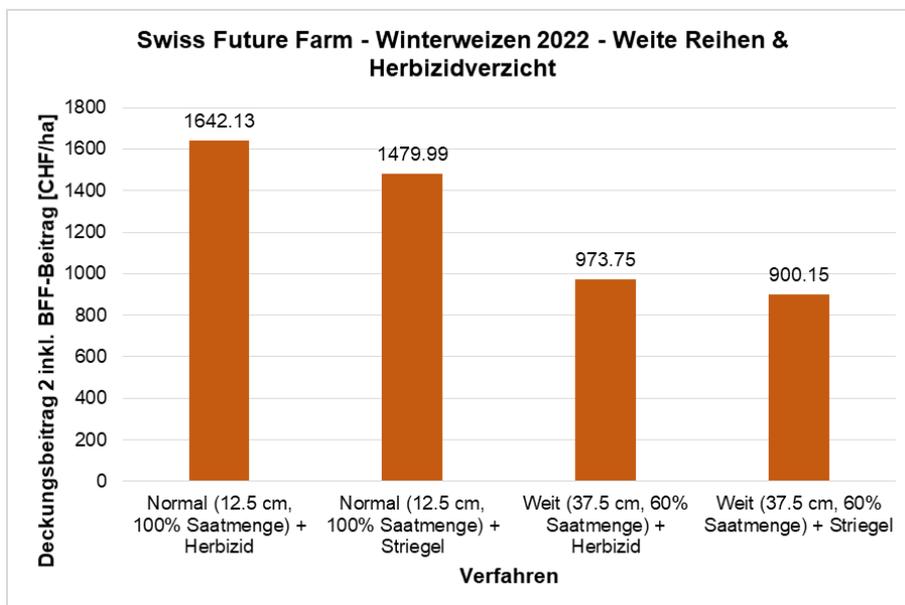
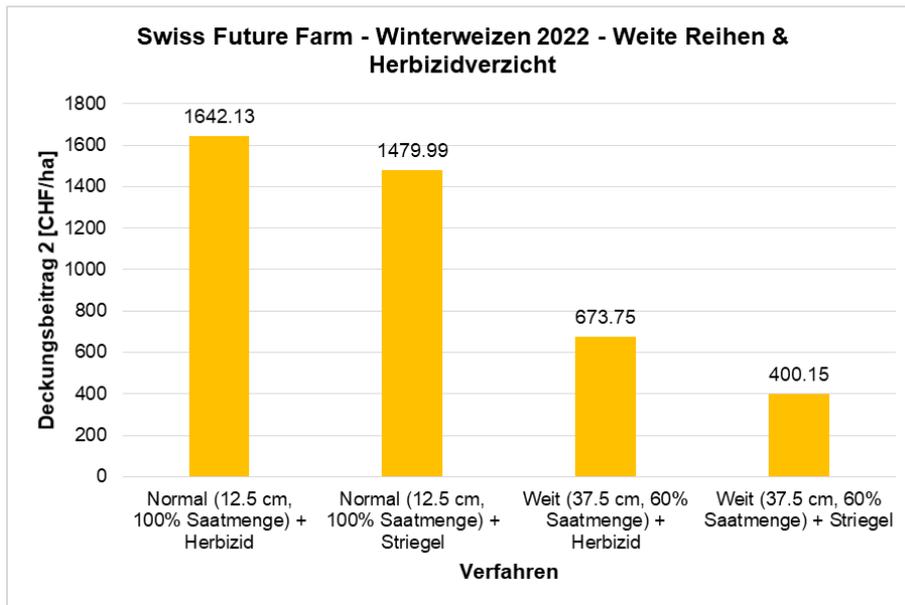


Abbildung 78. Deckungsbeitrag 2 aus dem SFF-Versuch 2022 zu Weite Reihen und Herbizidverzicht bei Winterweizen.

Annahmen für die ökonomische Betrachtung:

Ernte- bzw. Herbsttrichtpreis für Brotgetreide, ab Sammelstelle und den Übernahmebedingungen der swiss granum (Schweizerische Branchenorganisation für Getreide, Ölsaaten und Eiweisspflanzen) entsprechend.

Richtpreise konventionelles Brotgetreide - Winterweizen TOP Qualität: 585.00 CHF/t

Versuchsbeteiligte:

Der überkantonale Versuch wurde vom Forum Ackerbau geplant, vom Swiss Future Farm Operating Team für den Versuchsstandort Tänikon durchgeführt und von Anna Brugger, Arenenberg, betreut.

1.13 Agronomische Bewertung von Controlled Traffic Farming in der Bewirtschaftung landwirtschaftlicher Flächen anhand eines Praxisversuchs

Kontakt zum Versuch:

Johannes Off, Bachelor-Student Hochschule Neubrandenburg, jo-off@gmx.de

Roman Gambirasio, Technikverantwortlicher und Produktespezialist, GVS Agrar AG, roman.gambirasio@gvs-agrar.ch

Zielsetzung:

Im Rahmen dieser Bachelorarbeit war es das Ziel, den Frischsubstanzertrag und die Auswirkungen auf den Bodenzustand eines Controlled Traffic Farming-Systems (CTF) in einer Kunstwiese mit einer Bewirtschaftung ohne Befahrstrategie (Random Traffic Farming, RTF) zu vergleichen.

Aufbau des Versuchs:

Der Versuch wurde nach der Aussaat der Kunstwiese im Herbst 2021 gestartet. Von da an wurden die nördlichen 30m des Feldes nur noch mit Arbeitsbreiten von 6 oder 12m auf definierten Fahrspuren mit RTK-Lenksystemen bewirtschaftet. Die südlichen 30m wurden ohne Strategie mit unterschiedlichen Arbeitsbreiten bewirtschaftet. Der Einfachheit halber wurde auf eine einheitliche Spur- bzw. Reifenbreite verzichtet, es wurden die bestehenden Traktoren der SFF mit Standardbereifung verwendet.



Abbildung 79: Versuchsplan der in CTF und RTF geteilten Fläche.

Ausgewertet wurde der Frischsubstanzertrag der Kunstwiese in zwei Schnitten, sowie die Wasserinfiltration. Zudem wurde eine qualitative Bodenanalyse mittels Spatenprobe gemacht. Die Wasserinfiltration wurde mit einem 17,6l fassenden Zylinder gemacht, welcher komplett mit Wasser gefüllt und 5cm in den Boden eingegraben wurde. Dann wurde das während 60 Sekunden versickerte Wasservolumen festgestellt

und verglichen. Eine Messung des Eindringungswiderstandes des Bodens mit einem Penetrometer war leider aufgrund des hohen Skelettanteils im Boden nicht möglich.

Für die Erhebung des Frischsubstanzertrags wurde an drei Stellen im Feld jeweils über die gesamte Feldbreite mit einem Motormäher ein 1,8m breiter Streifen gemäht. Dabei wurden Abschnitte von jeweils zwei Meter Breite verwogen mit dem Ziel, Unterschiede zwischen Fahrspur und unbefahrener Fläche festzustellen.

Resultate:

Der Ertrag der Kunstwiese wurde am 05.07.2022 und am 12.08.2022 jeweils am selben Tag der regulären Ernte erhoben. In Abbildung 80 wird der Mittelwert der drei Messstreifen an den zwei Daten dargestellt.

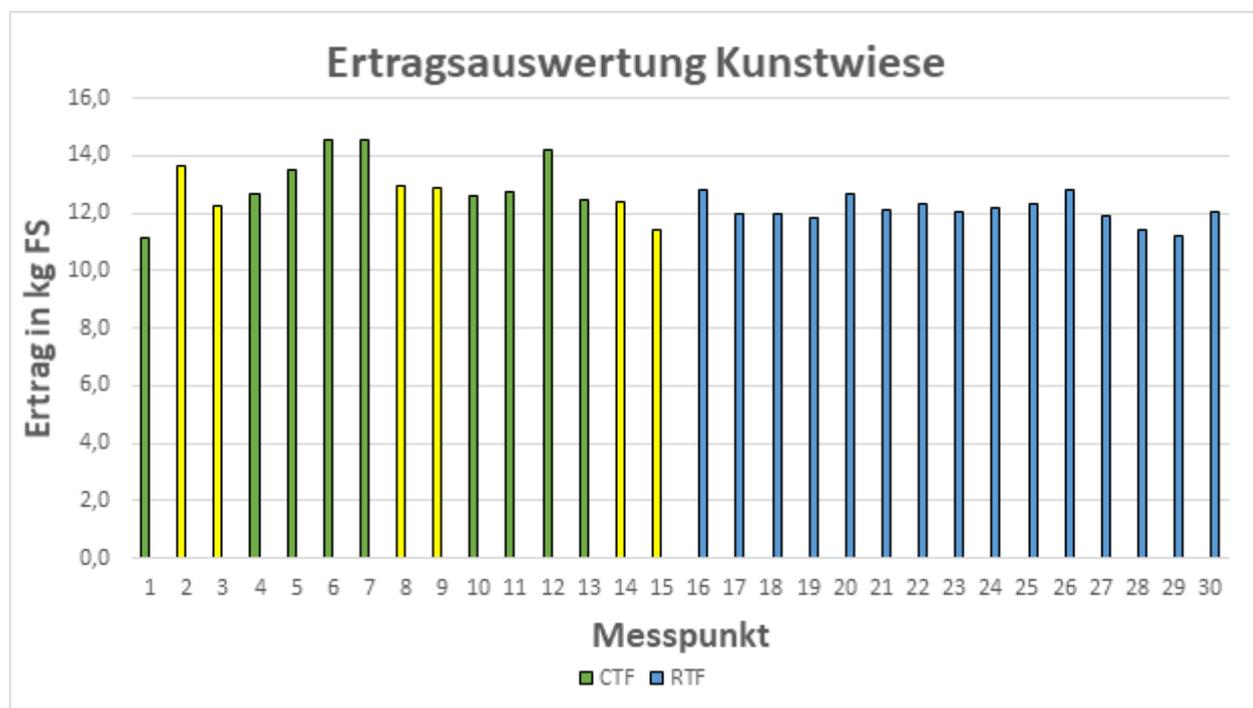


Abbildung 80: Ertragserhebung von Norden (1) nach Süden (30), die eine 12m Fahrspur beinhaltenden Messpunkte sind gelb markiert.

In Abbildung 80 ist ersichtlich, dass die höchsten Erträge von 14.5 und 14.2 im Bereich der unbefahrenen CTF-Fläche gemessen wurden. Allgemein waren jedoch im CTF-Bereich die Ertragsschwankungen höher als im RTF-Bereich, ohne dass ein zwingender Zusammenhang mit der Befahrung festgestellt werden kann. Im RTF-Bereich sind die Erträge gleichmässiger verteilt, der Gesamtertrag aber rund 6.8% tiefer. Da der Boden im südlichen Teil des Feldes (RTF) tendenziell durch einen zunehmenden Skelettgehalt und damit vermindertem Wasserhaltevermögen leicht ertragsschwächer ist, muss diese Zahl relativiert werden.

Tabelle 23: Resultate der Wasserinfiltrationsmessung.

Messung Wasserinfiltration 04.07.2022			
Messpunkt Nr.	Variante	versickerte Wassermenge in Liter	in % 100%=17,67l
1	CTF Spur	9,4	53,2
2		8,4	47,5
3	CTF ohne Spur	14,8	83,8
4		17,1	96,8
5	RTF	14,1	79,8
6		13,5	76,4

Messung Wasserinfiltration 10.08.2022			
Messpunkt Nr.	Variante	versickerte Wassermenge in Liter	in % 100%=17,67l
1	CTF Spur	10,4	58,9
2		10,1	57,2
3	CTF ohne Spur	16,1	91,1
4		17,67	100,0
5	RTF	16,4	92,8
6		15,5	87,7

Die Messung der Wasserinfiltration an zwei Daten zeigt, dass in den CTF-Spuren signifikant weniger Wasser in 60 Sekunden vom Boden aufgenommen werden kann als im Rest der Fläche (Tabelle 23). Der Unterschied zwischen CTF ohne Spur und RTF ist erkennbar, aber nicht enorm.

Weitere Beobachtungen:

Die Beschränkung des Maschinenparks auf 6 oder 12 m Arbeitsbreite bedeutete für den Betrieb einen gewissen Aufwand. Wie in Abbildung 81 zu erkennen, sind die 6m-Spuren im Bestand kaum zu erkennen, die 12m Spuren jedoch eindeutig. Abbildung 82 zeigt die Sicht auf den RTF-Bereich, wo keine deutlichen Fahrspuren erkennbar sind. Die starke Ausprägung der 12 m-Fahrspuren wurde offenbar durch das Güllefass verursacht, welches bei weitem die höchsten Achslasten mit sich brachte. Im Herbst waren die vorverdichteten Fahrgassen des Güllefasses bei der Gülleausbringung im feuchten Gelände ein Vorteil, da sie tragfähiger waren. Die Grasnarbe hat sich zudem auf das Gewicht angepasst und die verdichtungsempfindlichen Arten zwischen den Fahrgassen wurden auch bei suboptimalen Bedingungen im Herbst weniger beeinträchtigt.



Abbildung 81: CTF-Bereich im Frühjahr 2023, Sicht von Westen. Die 12m Fahrspuren sind gut zu erkennen.



Abbildung 82: RTF-Bereich im Frühjahr 2023, Sicht von Westen. Hier sind keine Fahrspuren erkennbar.

Empfehlungen und technische Lösungen:

- Es konnten weder signifikante Ertragssteigerungen, noch Ertragseinbussen zwischen den Systemen festgestellt werden.
- Die grösste Verdichtungsgefahr ging in diesem Versuch vom Güllefass aus, weshalb ein striktes Befahren von immer denselben, tragfähigen Fahrspuren mit RTK Lenksystem gerade in nassen Jahren in diesem Arbeitsschritt Sinn machen kann.
- Eine Abstimmung aller anderen Grünlandgeräte an eine CTF-fähige Arbeitsbreite stellt einen nicht unerheblichen Aufwand dar für einen Landwirtschaftsbetrieb. Da in diesem Versuch kein signifikanter Nutzen messbar war, kann hierzu keine klare Empfehlung abgegeben werden.

1.14 Bindungs- und Ballendichte-Versuch bei Grassilage

Kontakt zum Versuch:

Nils Zehner, Agronomy and Farm Solutions Manager, Swiss Future Farm, nils.zehner@agcocorp.com

Zielsetzung:

Ziel dieses Versuchs war es, die Gärung und Futterqualität von Grassilage in Rundballen mit unterschiedlicher Ballendichte und Bindematerial (Netz und Folie) mit der Fendt Rotana 130 F Combi Rundballenpresse zu bewerten.

Aufbau des Versuchs:

Der Versuch wurde auf der Swiss Future Farm im Jahr 2022 während des dritten Schnitts in der ersten Juliwoche durchgeführt. Es wurde eine Fendt Rotana 130 F Combi Rundballenpresse mit Netz- und Folienbindesystem eingesetzt (Abbildung 83). Die folgenden Einstellungen beim Pressen wurden getestet:

Tabelle 24. Ballenpresse-Einstellungen für den SFF 2022 Bindungs- und Ballendichte-Versuch bei Grassilage.

Anzahl Ballen	Ballendichte	Bindung	Wickelfolie
3	Medium (6)	Netz (3 Lagen)	8 Lagen
3	Maximum (10)	Netz (3 Lagen)	8 Lagen
3	Medium (6)	Folie (4.5 Lagen)	8 Lagen
3	Maximum (10)	Folie (4.5 Lagen)	8 Lagen

Die Versuchsfläche befand sich in einem leguminosenreichen, temporären Grünland mit homogenem Grasbestand. Das Gras für alle Versuchsvarianten wurde am 5. Juli gemäht und gezettet und am darauffolgenden Tag geschwadet und gepresst.

Am Tag des Ballenpressens wurde als Referenz eine Probe des Frischmasse-Grasbestandes entnommen (5 Proben auf dem gesamten Versuchsfeld) und zur Laboranalyse (UFAG-Laboratorien, Sursee, Schweiz) eingereicht, um den Futterwert zu ermitteln und die Futterqualität der Silageballen nach der untersuchten Lagerzeit später zu beurteilen.



Abbildung 83. Rundballenpresse Fendt Rotana 130 F Combi mit Folienbindung (links) und leguminosenreicher Grünland-Bestand auf der Versuchsfläche (rechts).

Ergebnisse:

Nach einer Lagerungsdauer von 2 und 7 Monaten nach dem Pressen der Ballen wurden Kernproben entnommen, um die Fermentations- und Futterqualitätsparameter mittels Laboranalysen (UFAG-Laboratorien, Sursee, Schweiz) zu bestimmen. Die Ergebnisse der Kernprobenahme 2 Monate nach dem Pressen zeigen, dass in Silageballen mit Folienbindung ein höherer Zuckergehalt erhalten werden konnte, der sich mit -1,4 g/kg TS nur geringfügig vom Zuckergehalt der Frischmasseprobe unterscheidet, während Silage in Rundballen mit Netzbindung mit -4,9 g/kg TS eine stärkere Abnahme des Zuckergehalts aufweist (Abbildung 84).

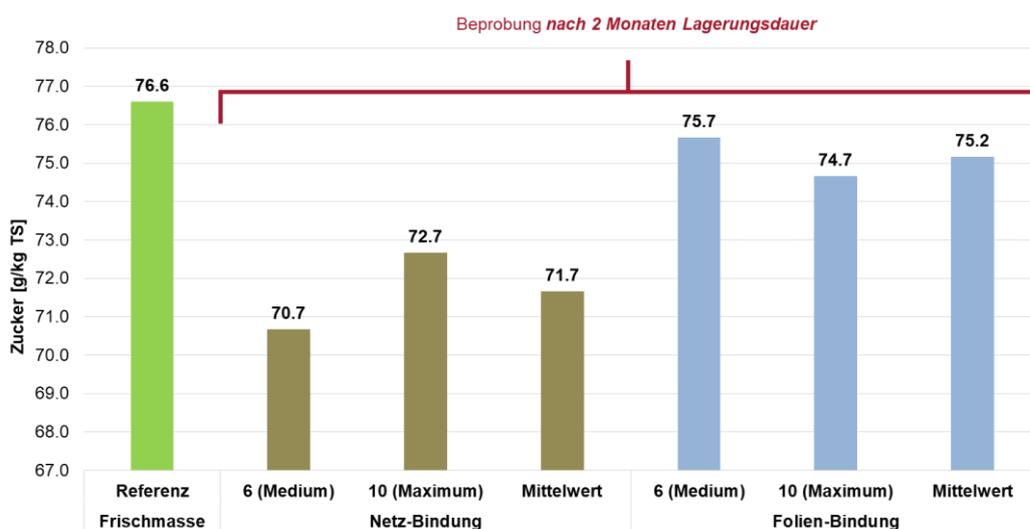


Abbildung 84. Ergebnisse zum Zuckergehalt des SFF 2022 Bindungs- und Ballendichte-Versuchs bei Grassilage nach 2 Monaten Lagerzeit.

Der Energiegehalt war bei Ballen mit Folienbindung nach 2 Monaten Lagerzeit höher, während er bei Silageballen mit Netzbindung etwa 0.1 MJ NEL/kg TS niedriger war (Abbildung 85). Diese Ergebnisse stehen im Einklang mit der besseren Konservierung des Zuckergehalts, die beim Vergleich von Ballen mit Netz- und Folienbindung gegenüber der Ausgangsprobe mit frischer Masse festgestellt wurde.

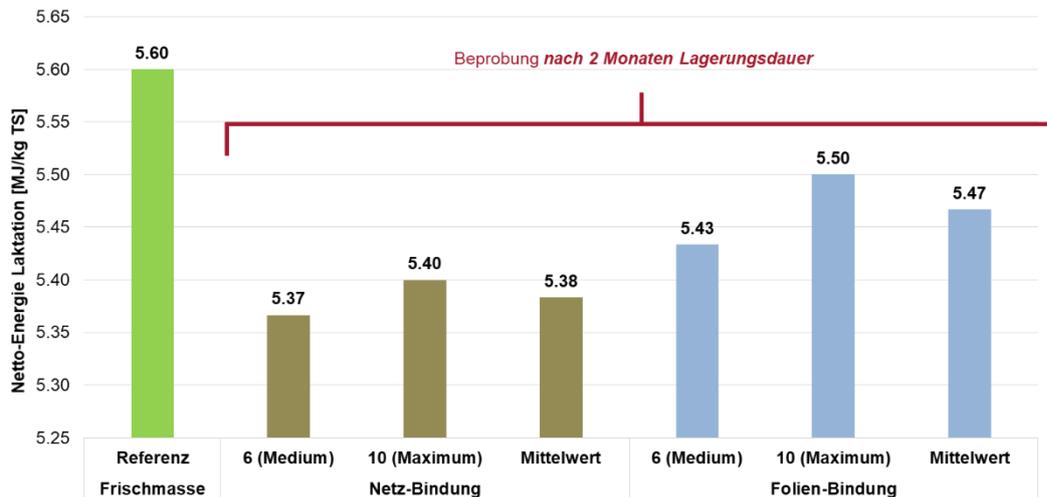


Abbildung 85. Ergebnisse zum Energiegehalt des SFF 2022 Bindungs- und Ballendichte-Versuchs bei Grassilage nach 2 Monaten Lagerzeit.

Geringfügig höhere Zuckergehalte blieben in Silageballen mit Folienbindung nach einer Langzeitlagerung von 7 Monaten erhalten (Abbildung 86). Der zu erhaltende Wert für den Zuckergehalt von 50.0 g/kg TS für Grassilage nach dieser Lagerzeit wurde jedoch bei allen angewandten Ballendichten und Bindungs-Optionen erreicht.

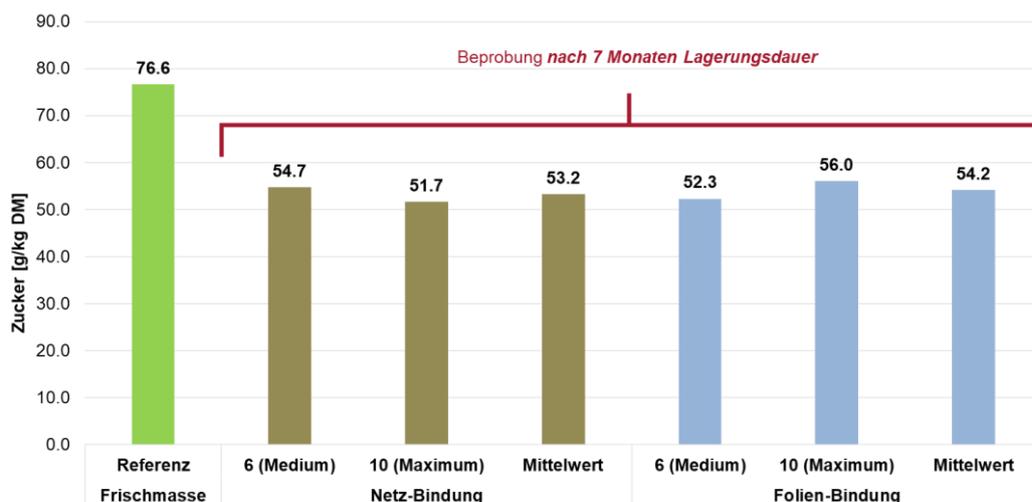


Abbildung 86. Ergebnisse zum Zuckergehalt des SFF 2022 Bindungs- und Ballendichte-Versuchs bei Grassilage nach 7 Monaten Lagerzeit.

Bei maximaler Ballendichte (10) blieb der Energiegehalt bei Folienbindung besser erhalten, während er bei Netzbindung nach 7 Monaten Lagerzeit um etwa 0.1 MJ NEL/kg TS niedriger war (Abbildung 87).

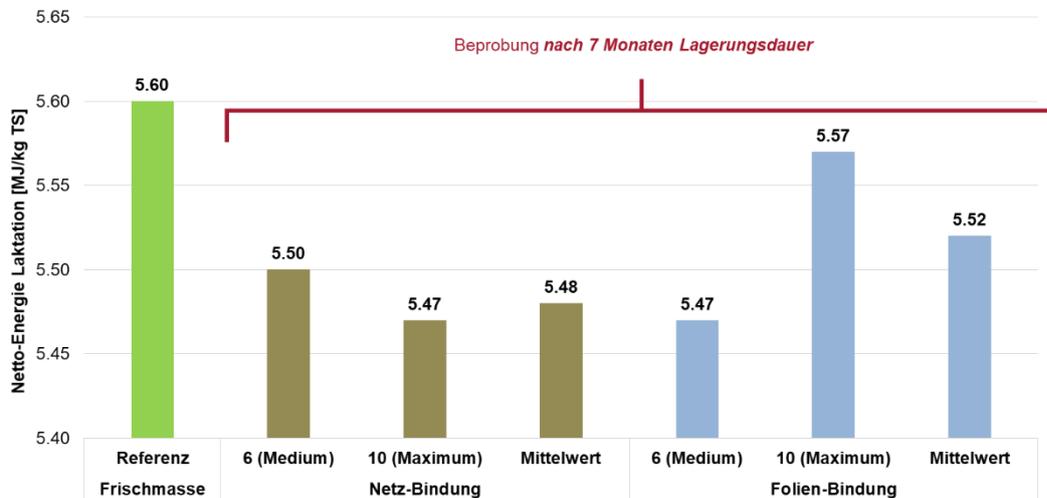


Abbildung 87. Ergebnisse zum Energiegehalt des SFF 2022 Bindungs- und Ballendichte-Versuchs bei Grassilage nach 7 Monaten Lagerzeit.

Empfehlungen und technische Lösungen:

- Die Rundballenpresse Fendt Rotana 130 F Combi ist mit Option zur Folienbindung verfügbar.
- Bei der Folienbindung werden die Ballen ausschliesslich mit Folie gebunden und gewickelt.
- Die Futterverluste werden durch die höhere Gärstabilität reduziert.
- Die Möglichkeit zur Netzbindung ist auf der Maschine parallel weiterhin verfügbar.
- Die Positionierung der Rollen ermöglicht einen schnellen Wechsel zwischen Folien- und Netzbindung.
- In engen Zeitfenstern kann schnell von Silageballen auf Strohballen umgestellt werden.

Ökonomische Betrachtung:

Bei einem jährlichen Trockensubstanz-Ertrag von 10.0 t/ha im Grünland führt eine Erhöhung des Energiegehaltes um 0.1 MJ NEL/kg TM von 5.4 auf 5.5 MJ NEL/kg TM mit der in diesem Versuch eingesetzten Option der Folienbindung bei Rundballensilage zu 305 kg Milch pro Hektar zusätzlich. Bei einem Milchpreis von 0.70 CHF/kg ergibt sich ein zusätzlicher Erlös aus Milch von 213.50 CHF/ha Grünland.

Annahmen für die ökonomische Betrachtung:

1 kg Milch (ECM: 4.0% Fett, 3.4% Eiweiss) benötigt 3.28 MJ NEL.

Milchpreis 12/2022: 0.70 CHF/kg ECM

Versuchsbeteiligte:

Der Versuch wurde vom Swiss Future Farm Operating Team mit der dankenswerten Unterstützung von Sepp Christen (AGCO Field Service Specialist, Technical Service Green Harvest) durchgeführt.

1.15 Technologie-Test der SEAR-Technologie des Startups Digit Soil zur Messung der Bodenzymaktivität

Kontakt

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

Tatjana Wais, Praktikantin Swiss Future Farm von August bis November 2022

Helene Iven, CEO, Digit Soil

Zielsetzung

Ziel dieses Technologie-Tests ist es, die Enzymaktivität im Boden in verschiedenen Bodentypen mit dem neuartigen Sensor des Zürcher Startups Digit Soil zu messen und zu testen welchen Mehrwert das Gerät für den Einsatz auf Landwirtschaftsbetrieben bieten kann. Die untersuchten Böden wiesen zum einen unterschiedliche Bodentypen, aber auch eine unterschiedliche Kulturführung auf. Die Messung wurde auf sechs verschiedenen Flächen auf der Swiss Future Farm durchgeführt. Aus der gemessenen Bodenzymaktivität errechnet Digit Soil Indikatoren für die biologische Bodenqualität.

Methodik von Digit Soil

Die Zersetzung von organischer Substanz ist ein wichtiger Faktor für den Nährstoffkreislauf und wird häufig durch enzymkatalysierte Reaktionen im Boden eingeleitet (Burns et al., 2013). Es hat sich gezeigt, dass positive Korrelationen zwischen der Aktivität von Bodenzymen und der Nährstoffmineralisierung in landwirtschaftlich genutzten Böden bestehen (Tabatabai et al. 2010). Für den Versuch wurde die extrazelluläre Enzymaktivität von fünf Enzymgruppen mit dem "Soil Enzymatic Activity Reader (SEAR)" der Zürcher Firma Digit Soil gemessen. Die Messungen basieren auf der Reaktion von Bodenzymen mit enzymespezifischen fluorogenen Substraten. Die verwendeten Substrate heissen 4-Methylumbelliferyl-N-Acetyl- β -D-glucosaminide (NAG), 4-Methylumbelliferyl- β -D-glucopyranosid (GLS), 4-Methylumbelliferylphosphat (MUP), 4-Methylumbelliferyl- β -D-xylopyranosid (MUX) und L-Leucine-7-amido-4-methylcoumarinhydrochlorid (LAP). Aufgrund der Reaktion der Bodenzymen mit den Substraten berechnet Digit Soil die nachfolgenden Indikatoren:

- Biologischer Aktivitätsindex:
 - Der biologische Aktivitätsindex setzt die gemessene Aktivität aller Enzyme auf der Versuchsfläche in Relation zum Gesamtdatensatz, der aus allen bisher von Digit Soil getätigten Messungen besteht (derzeit über 3000 Datenpunkte). Auf einer Skala von 0-3 (0-1: Tief, 1-2: Mittel, 2-3: Hoch) wird die Aktivität der Bodenorganismen im jeweiligen Boden angegeben.
- C:N-Abbauverhältnis

Weiter werden von Digit Soil die folgenden drei Indikatoren berechnet, die jedoch in unserer Auswertung nicht berücksichtigt wurden:

- Kohlenstoffzersetzung (Enzym NAG)
- Stickstoffmineralisierung (Enzym LAP)
- Phosphor-Mineralisierung (Enzym MUP)

Beschreibung der Versuchsfläche

Die Versuchsflächen wurden so ausgewählt, dass verschiedene Bodentypen mit der SEAR-Technologie analysiert und die Messwerte verglichen werden konnten. Die Versuchsflächen wurden auf der Grundlage der Tänikonener Bodenkartierung aus dem Jahr 1977 ausgewählt. Tabelle 25 beschreibt die beprobten Flächen und ihre Eigenschaften.

Tabelle 25: Beschreibung der Bodenart der beprobten Flächen

Name	Bodentyp	Beschreibung gemäss Bodenkartierung	Kultur zum Zeitpunkt der Beprobung
Schürpunt	Braunerde	<ul style="list-style-type: none"> • Teilweise entkarbonatete, stagnogleyige Braunerde, skeletthaltig, schwach toniger Lehm und schwach sandiger Lehm, staufeucht, gute Wasserspeicherung • Sehr gutes Wies- und Ackerland, örtlich für Obst- und Gemüsebau geeignet. 	Silomais
Altkloster	Kalkbraunerde	<ul style="list-style-type: none"> • Regosolische Kalkbraunerde, skelettreich, schwach sandiger Lehm und schwach toniger Lehm, ziemlich geringe Wasserspeicherung • Gute, mässig trockene Wiese oder Weide 	Gründüngungs-Mischung, davor Zuckerrüben

Name	Bodentyp	Beschreibung gemäss Bodenkartierung	Kultur zum Zeitpunkt der Beprobung
Löhre Spitz & Bach	Parabraunerde	<ul style="list-style-type: none"> Entwickelte Parabraunerde, skeletthaltig, Untergrund stark skeletthaltig, sandiger Lehm und schwach toniger Lehm, sehr gute Wasserspeicherung. Ausgezeichnetes Wies- und Ackerland, für Obst- und Gemüse gut geeignet. 	Löhre Spitz: Sommerhafer (geerntet) Löhre Bach: Zuckerrüben
Rüedimoos	Gley	<ul style="list-style-type: none"> Teilweise entkarbonateter fahler Gley, skelettarm, toniger Lehm mit Torfunterlage, staunass Mässig gute, ziemlich nasse Wiese 	Kunstwiese
Weid links	Braunerde	<ul style="list-style-type: none"> Teilweise entkarbonatete, stagnogleyige Braunerde, skeletthaltig, schwach toniger Lehm und schwach sandiger Lehm, staufeucht, gute Wasserspeicherung Sehr gutes Wies- und Ackerland, mässig guter Acker (periodisch mässig nass, erschwerte Bodenbearbeitung) 	Naturwiese

Beprobungsmethodik

Die Beprobung fand in der Woche vom 5. September 2022 statt. Pro ausgewählter Fläche wurden acht Proben analysiert. Die Proben wurden verteilt über fünf Probenahmestellen entnommen und zu einer Mischprobe vermischt (Abbildung 88). Eine Probe bestand aus zwei Esslöffeln Boden aus der Rhizosphäre und wurde in einer Tiefe zwischen drei und zehn Zentimetern entnommen. Die Rhizosphäre beschreibt den Bereich des Bodens, der von Pflanzenwurzeln bedeckt und beeinflusst ist. In diesem Bereich findet ein elementarer Austausch von Nährstoffen zwischen den Wurzeln und dem umgebenden Boden statt.



Abbildung 88: Fläche "Weid links" mit den eingezeichneten Stichprobenpunkten. Die fünf Punkte, die zur Bildung einer Mischprobe gemischt wurden, sind farblich dargestellt.

Analyse

Während der Messung wurde eine kleine Menge der Probe gleichmässig auf der Beprobungsfläche verteilt. Wurzeln und Steine wurden vorsichtig entfernt. In einem nächsten Schritt wurde eine Gelmembran auf die Probe gelegt und auf die Probe gedrückt. Im nächsten Schritt wurde die Messung mit dem Digit-Soil-Messgerät SEAR durchgeführt (Abbildung 89). Die meisten Proben wurden am Entnahmetag mit SEAR gemessen. Proben,



Abbildung 89: Das Messgerät SEAR von Digit Soil

die nicht direkt gemessen wurden, wurden im Dunkeln bei 4° Grad Celsius gelagert.

Resultate

In Abbildung 90 ist die Enzymaktivität der fünf gemessenen Enzyme dargestellt. Die Aktivität von b-Glucosidase (GLS) und Phosphatase (MUP) ist am höchsten. Weiter ist bei diesen beiden Enzymen auch die höchste Variabilität innerhalb und zwischen den beprobten Feldern ersichtlich. Aus den gemessenen Enzymaktivitäten wird in einem zweiten Schritt der biologische Aktivitätsindex (Abbildung 90) gebildet.

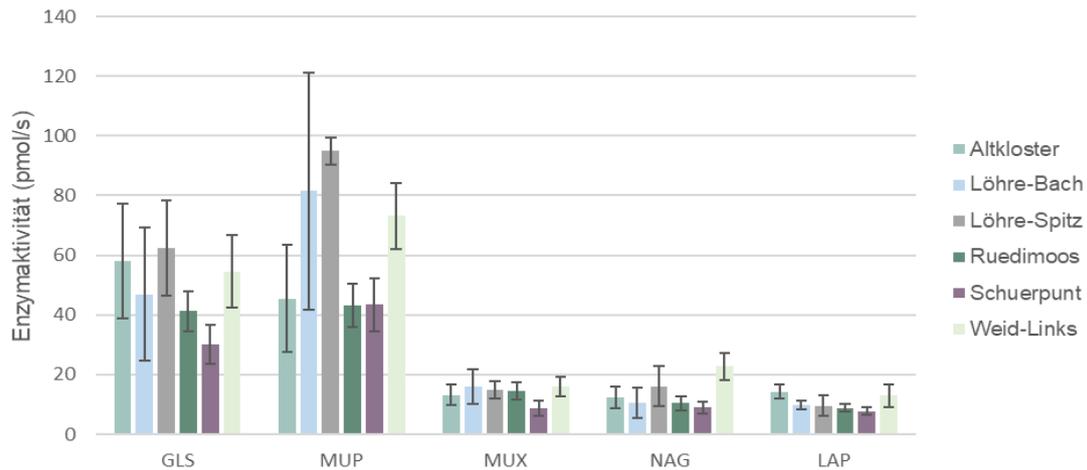


Abbildung 90: Enzymaktivitäten der fünf analysierten Enzyme: GLS, MUP, MUX, NAG und LAP

Enzymatisches C:N-Verhältnis

In Abbildung 91 wird das errechnete enzymatische C:N-Verhältnis dargestellt. Es ist in der Grafik ersichtlich, dass die Fläche "Weid Links" mit einem Wert von 7.97 das höchste enzymatische C:N Verhältnis hat. Das tiefste enzymatische C:N Verhältnis wies die Fläche "Altkloster" mit einem Wert von 4.49 auf, was gemäss Angaben von Digit Soil auf die höchste Mineralisierungstätigkeit hinweisen könnte. Derzeit führt Digit Soil Experimente zum Test dieser Hypothese durch.

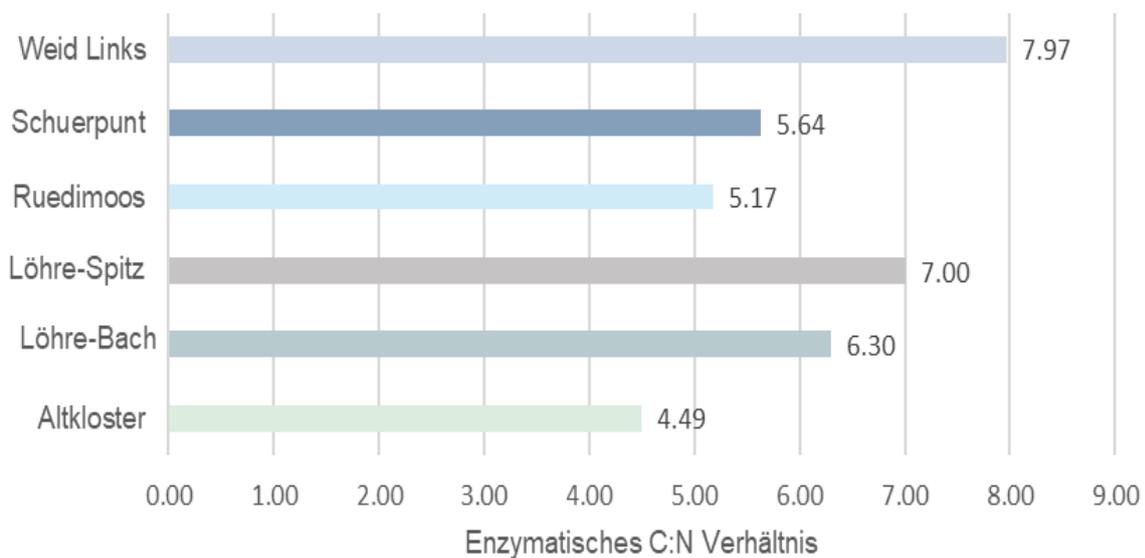


Abbildung 91: C:N-Verhältnis auf den beprobten Fläche

Biologischer Aktivitätsindex

Der biologische Aktivitätsindex setzt die auf den Versuchsfeldern gemessenen Werte in Relation zum Referenzdatensatz von Digit Soil. Der Index zeigt für die Versuchsfelder in Tänikon lediglich mittlere und tiefe Werte (Abbildung 92). Die höchste biologische Aktivität wurde auf der Fläche "Weid Links" gemessen. Auf der

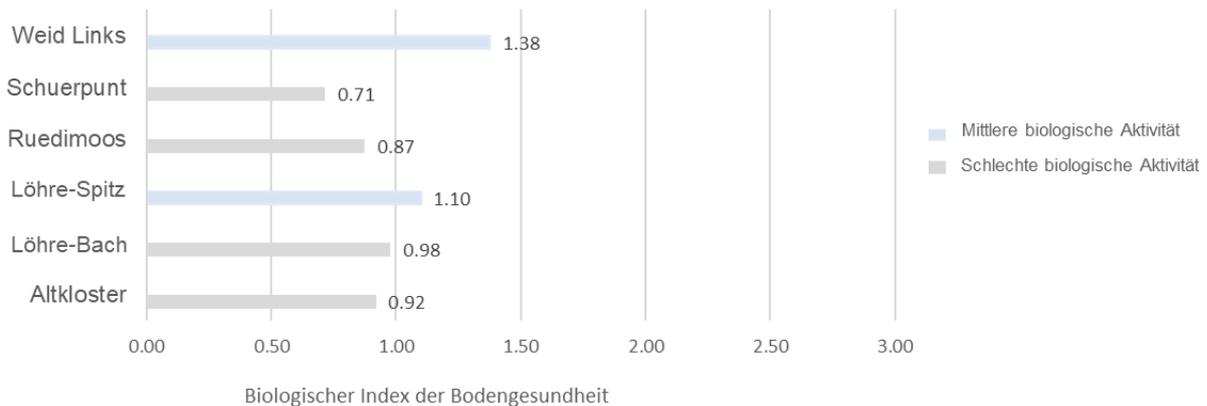


Abbildung 92: Auf der Grafik ist der biologische Index der Bodengesundheit dargestellt. In Beige ist eine tiefe biologische Aktivität dargestellt und in braun eine mittlere biologische Aktivität

Fläche Weid Links steht seit vielen Jahren eine Naturwiese. Ebenfalls konnte auf der Fläche Löhre Spitz eine mittlere Aktivität gemessen werden. Die Fläche wurde in der Bodenkartierung aus den 70er-Jahren als ausgezeichnetes Acker- und Wiesland charakterisiert. Auf der Fläche wurde 2022 Hafer, 2021 Zuckerrüben, 2020 Silomais und 2019 und 2018 eine Kunstwiese angebaut. Der Humusgehalt lag bei der letzten Messung im Jahr 2019 bei 2.7%. Um die Variabilität der Ergebnisse besser zu veranschaulichen, sind in Abbildung 93 die einzelnen Messungen der biologischen Aktivität nach Farben kategorisiert. Grün bedeutet eine hohe Aktivität, orange eine mittlere Aktivität und rot eine tiefe Aktivität. Im Hintergrund der Versuchsfelder sind die Bodentypen gemäss Bodenkarte abgebildet, in denen die entsprechenden Messungen durchgeführt wurden.



Abbildung 93: Die Abbildung zeigt den biologischen Aktivitätsindex auf den verschiedenen beprobten Flächen

Diskussion und Zusammenfassung

Das Ziel dieses Technologietests lag darin erste Erfahrung in der Anwendung der SEAR-Technologie zu sammeln und ihren Nutzen für die landwirtschaftliche Anwendung zu beurteilen. Dabei wurden gezielt Flächen mit unterschiedlichen Charakteristiken in Bezug auf Bodenart, aber auch Bewirtschaftungsgeschichte und Kulturen ausgewählt, um eine möglichst grosse Spannweite an Resultaten zu erhalten.

Auf der Fläche "Weid Links" besteht seit vielen Jahren eine Naturwiese und entsprechend fand auf der Fläche keine Bodenbearbeitung statt. Die Fläche weist gemäss Bodenproben aus dem Jahr 2023 einen Humusgehalt von 5.8% auf und zeigte bei der Messung mit dem SEAR-Sensor die höchste biologische Aktivität. Insgesamt wies die Fläche Schürpunt die tiefste biologische Aktivität auf. Die Bodenproben von 2019 ergaben für die Fläche Schürpunt einen eher tiefen Humusgehalt zwischen 3.4 und 3.5 % und die Fläche weist eine hohe Verdichtung auf. Für eine genauere Untersuchung der Gründe für die unterschiedlichen gemessenen Enzymaktivitäten bräuchte es aber differenziertere Versuche mit mehr Wiederholungen und zu unterschiedlichen Messzeitpunkten.

Zur Beurteilung der Nutzerfreundlichkeit des Geräts kann gesagt werden, dass sich dieses nach einer kurzen Einführung durch Digit Soil einfach bedienen liess und innerhalb von 40 Minuten Ergebnisse lieferte. Die Beprobung mit acht Messpunkten pro Fläche hat sich als geeignet erwiesen, um einen guten Gesamteindruck über die Fläche zu erhalten. Die schnelle und einfache Anwendung des Sensors haben wir als sehr gut befunden.

Für die breite Anwendung der SEAR-Technologie in der Landwirtschaft fehlen derzeit noch klare Ableitungen respektive Handlungsempfehlungen, die aus den gemessenen Enzymaktivitäten hervorgehen. Spannend könnte es sein, durch den Einsatz des Sensors die N-Nachlieferung aus dem Boden laufend abzuschätzen und so die zu düngenden N-Mengen besser abzuschätzen. Weiter könnte die Anwendung des biologischen Aktivitätsindex zur Erfolgskontrolle von pflanzenbaulichen Massnahmen (Gründüngungen, reduzierte Bodenbearbeitung, Herbizidverzicht) genutzt werden.

Danksagung

Ein herzliches Dankeschön geht an Tatjana Wais, die den Test während ihres Praktikums auf der SFF durchgeführt, ausgewertet und den Bericht mitverfasst hat. Zudem danken wir Davide Silvestri, der Tatjana im Rahmen seines Berufspraktikums an der Fachmittelschule Frauenfeld bei der Probenahme unterstützt hat. Zu guter Letzt geht ein grosser Dank an Hélène Iven, Sonia Meller und Jasmin Fetzer von Digit Soil, die uns bei der Probenahme und Auswertung der Resultate geholfen haben.

Quellen

Burns, R. G., DeForest, J. L., Marxsen, J., Sinsabaugh, R. L., Stromberger, M. E., Wallenstein, M. D., Weintraub, M. N., & Zoppini, A. (2013). Soil enzymes in a changing environment: Current knowledge and future directions. *Soil Biology and Biochemistry*, 58, 216–234. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2012.11.009>

M. A. Tabatabai, Mine Ekenler & Z. N. Senwo. 2010. Significance of Enzyme Activities in Soil Nitrogen Mineralization. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 41: 595-605.

Weitere Informationen

Webseite Digit Soil: www.digit-soil.com

2 Projekte

2.1 Beratungsprojekt Smart-N erfolgreich gestartet

Kontakt

Florian Abt, Arenenberg, florian.abt@tg.ch

Hintergrund

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 AG-RIDEA 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. Dazu werden Projekte in Zusammenarbeit mit und auf Praxisbetrieben durchgeführt. Die Swiss Future Farm ist im Projekt zuständig für die technologische Umsetzung und die Beratung der Betriebe.

Projektziele

Im Smart-N wird eine Methodik zur satellitengestützten, teilflächenspezifischen Stickstoffdüngung im Winterweizen auf Praxisbetrieben in den Kantonen Schaffhausen und Thurgau angewandt. Durch den Einsatz der Technologie sollen der Nährstoffbedarf der Pflanzen besser abgeschätzt, die Stickstoffnutzungseffizienz verbessert sowie die Stickstoffüberschüsse reduziert werden. Dabei liegt der Fokus auf der beratenden Unterstützung der Betriebe sowie der Überführung der Methodik in die praxistaugliche Anwendung.

Versuchsaufbau

2021 wurden die ersten drei Praxisbetriebe zzgl. einer Versuchsfläche auf der Swiss Future Farm für den Start ins erste Versuchsjahr 2022 rekrutiert.

Die Betriebe stellen pro Projektjahr jeweils mindestens eine Fläche zur Verfügung, auf der verschiedene Düngungsvarianten gleichzeitig umgesetzt werden. Abbildung 94 zeigt die Aufteilung einer Projektfläche auf einem Praxisbetrieb im ersten Versuchsjahr 2022. Der Versuch ist so aufgebaut, dass die Methodik der satellitengestützten teilflächenspezifischen Düngung mit der Betriebsstrategie sowie der GRUD N_{\min} -Methodik verglichen werden kann. Nachfolgend werden die Varianten genauer beschrieben.

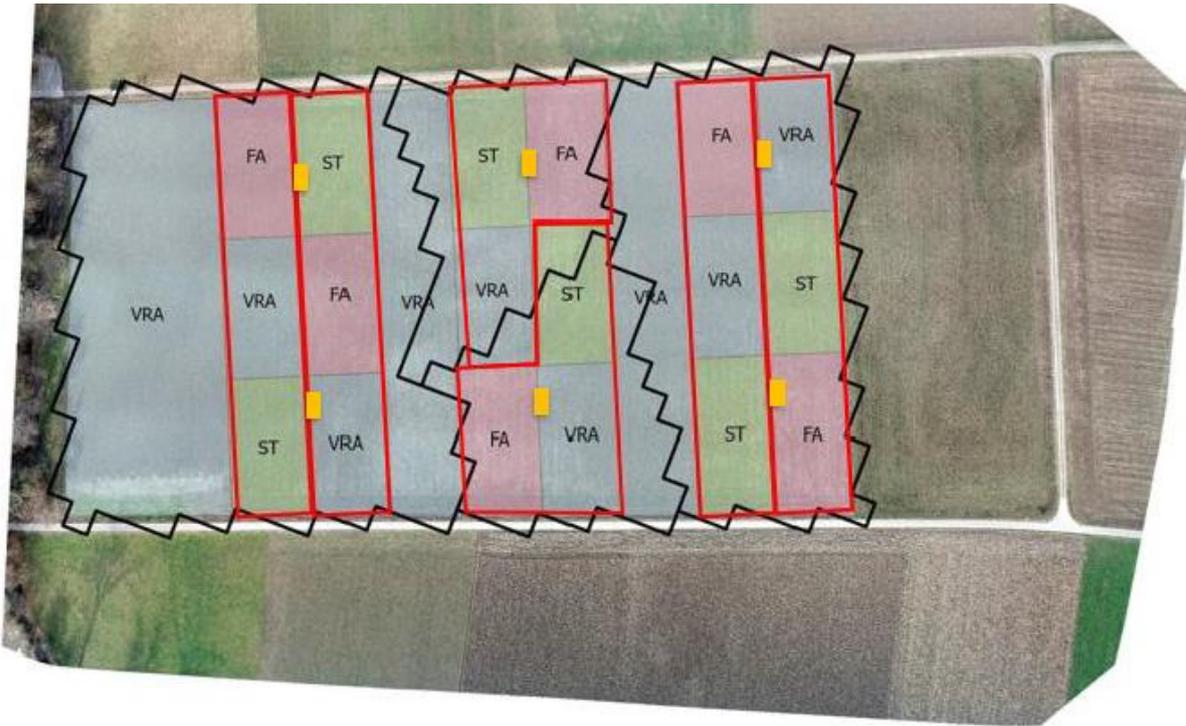


Abbildung 94: Versuchsdesign für eine Projektfläche im ersten Projektjahr 2022

Versuchsstreifen Standard (ST):

In den Standard-Streifen wird die zu applizierende Düngermenge gemäss der N_{\min} -Methodik der GRUD ermittelt. Zur Berechnung der ersten Gabe werden die im Frühjahr gemessenen N_{\min} -Werte von einem in der GRUD vorgegebenen Referenzwert von 120 kgN/ha abgezogen. Die Referenzwerte von 30 und 40 kg N/ha für die zweite und dritte Gabe werden gegebenenfalls aufgrund der allgemeinen Wachstumsbedingungen, der Kulturentwicklung und des Krankheitsdrucks noch um 10 kg N/ha nach oben oder unten korrigiert.

Versuchsstreifen Farm (FA):

In der Farm-Variante wird die von den Betriebsleitenden vorgegebene Düngungsmenge und -strategie appliziert.

Versuchsstreifen Variable Rate Application (VRA):

Für die Umsetzung des Verfahrens der satellitengestützten, teilflächenspezifischen Düngung wird im Projekt mit der Firma Vista – Geowissenschaftliche Fernerkundung GmbH zusammengearbeitet. Die Vista erstellt im Rahmen ihrer TalkingFields®-Produkte Düngungsapplikationskarten, die auf zuvor errechneten Ertragspotentialkarten, aktuellen Satellitenbildern für die Bestandesentwicklung und der ermittelten bisherigen N-Aufnahme des Bestandes basieren (Weitere Informationen unter: www.talkingfields.de).

Die maximale zulässige N-Menge pro Schlag wird jeweils von den Betriebsleitenden anfangs Jahr angegeben.

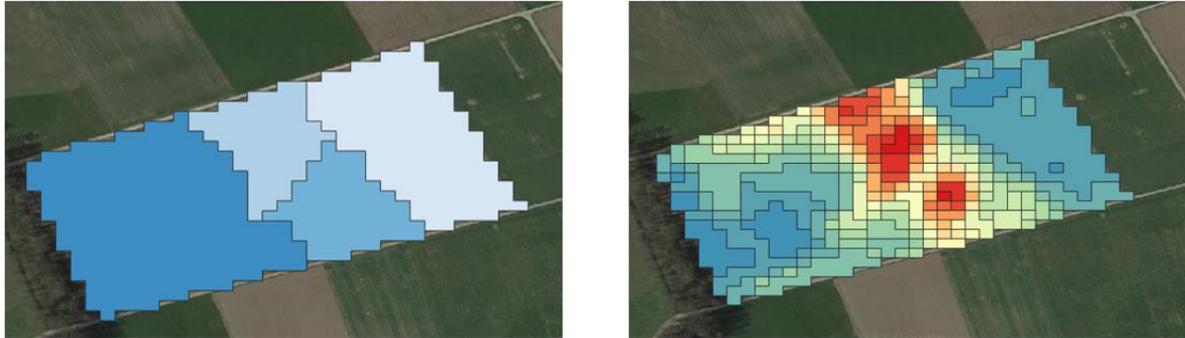


Abbildung 95: Die linke Abbildung zeigt die von der Vista GmbH erstellte Zonenkarte, die aus langfristigen Biomassekarten auf Basis von Satellitenbildern erstellt wird. Die rechte Abbildung zeigt die aktuelle Düngeempfehlung für einen Düngetermin.

Null-Parzellen

Auf jeder Versuchsparzelle werden Null-Parzellen (4x6 Meter) angelegt, die vor jeder Düngergabe durch das Projektteam abgedeckt werden. In Abbildung 94 sind diese Null-Parzellen in gelber Farbe gekennzeichnet. Die Null-Parzellen dienen Ende Jahr als Indikator für die Nachlieferung von Stickstoff aus dem Boden.

Technische Umsetzung der Düngung

Für das Projekt werden Betriebe gesucht, die bereits über einen Traktor und Düngerstreuer für eine automatische Mengenregulierung auf Basis einer Applikationskarte verfügen. Zwei der drei Betriebe aus dem ersten Projektjahr erfüllen dieses Kriterium (siehe Abbildung 96).



Abbildung 96: Traktoren und Düngerstreuer mit automatischer Mengenregelung via Applikationskarte

Der dritte Betrieb verfügt über einen Düngerstreuer, bei welchem sich die Düngermenge manuell im Bereich von 10%-Schritten auf dem Terminal verstellen lässt. Für diesen Betrieb wird die Applikationskarte jeweils auf ein Smartphone geladen, auf welchem die Position sowie die zu applizierende Düngermenge angezeigt werden. Die Regelung erfolgt dann manuell über die Betätigung am Terminal (siehe Abbildung 97).



Abbildung 97: Düngesteuerer mit manueller Schaltung am Terminal inkl. der Smartphone-App zur Orientierung auf dem Feld

Die technische Umsetzung im ersten Projektjahr war herausfordernd, da wir unterschiedliche Marken von Düngerstreuern, Traktoren sowie Terminals im Einsatz hatten und jeweils in jedem separaten Fall die richtigen Einstellungen vornehmen mussten. Dies erforderte eine enge Betreuung der Projektbetriebe. Trotz dieser Betreuung kam es bei den Düngungen auch zu Fehlern. So stimmte bei gewissen Düngerarten die ausgebrachte Menge nicht oder die Applikationskarte wurde nicht korrekt geladen. Alle Unregelmässigkeiten werden im Projekt sauber dokumentiert, damit diese bei der Auswertung miteinbezogen werden können.

Erträge und Düngermengen

In Abbildung 98 sind die Erträge und ausgebrachten Düngermengen pro Verfahren für die vier Projektflächen im Versuchsjahr 2022 ausgewiesen. Es gilt hier zu erwähnen, dass die Erntemengen per Handsamples bestimmt wurden und die tatsächlichen Erntemengen gemäss Wägung bei der Getreidesammelstelle tiefer liegen. Für Betrieb 4 beispielsweise lag der durchschnittliche Ertrag gemäss Wägung bei der Getreidesammelstelle bei 86.4 dt/ha bei 85% TS (inkl. Vorgewende), mit den Handproben wurden etwa 100 dt/ha ermittelt.

Die Erträge von Betrieb 1 liegen zwischen 62 dt/ha (0-Parzelle) und 85 dt/ha in der Farm-Variante. Der im Frühjahr gemessene N_{\min} -Wert betrug 56 kgN/ha. Die ausgebrachten Stickstoffmengen lagen in der GRUD-Variante mit 124 kgN/ha am tiefsten. In der VRA-Variante wurde mit 163 kg am meisten Stickstoff ausgebracht. Im GRUD-Verfahren ist das Verhältnis zwischen eingesetzter Stickstoffmenge und erwirtschaftetem Kornertrag am höchsten (siehe Abbildung 99). Der Proteingehalt liegt mit 15% im VRA-Verfahren am höchsten (Abbildung 100).

Auf der Fläche von Betrieb 2 wurden im Frühjahr sehr hohe N_{\min} -Gehalte von 173 kg N/ha gemessen. Die Erträge in der ungedüngten 0-Parzellen lagen im Mittel bei 67

dt/ha. Der höchste Ertrag konnte in der GRUD-Variante mit 94 dt/ha erzielt werden. Aufgrund der hohen N_{\min} -Werte im Boden konnte die GRUD-Variante ihr volles Potential ausschöpfen. Zur ersten Gabe wurde nichts gedüngt und total wurden auf der Fläche lediglich 66 kg N/ha ausgebracht. Entsprechend ist das Verhältnis zwischen kg Korn und kg ausgebrachtem N in diesem Verfahren mit Abstand am höchsten. Weder in der Farm-Variante noch in der VRA-Variante wurde der gemessene N_{\min} miteinbezogen, was sich im Verhältnis zwischen Ertrag und eingesetztem Dünger bemerkbar macht. Vom zusätzlich ausgebrachten Dünger in der Farm- und VRA-Variante hat jedoch der Proteingehalt profitiert. Dieser liegt mit je 16% über dem Wert der GRUD-Variante.

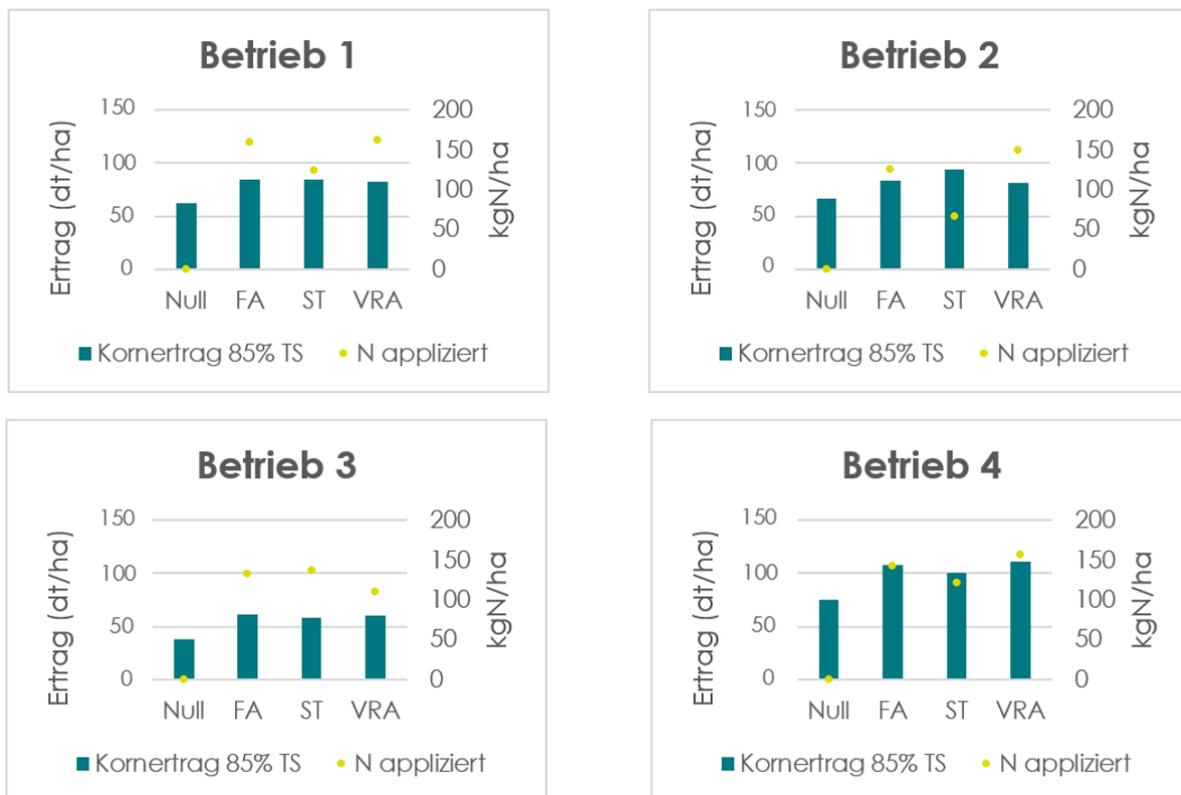


Abbildung 98: Erträge und die total ausgebrachten kgN/ha auf den vier Projektflächen im Versuchsjahr 2022

Die Versuchsfäche auf Betrieb 3 zeigt aufgrund grosser Bodenunterschiede eine deutliche Heterogenität im Ertragspotential. Der Weizen kam dort ausserdem früh in einen Trockenheitsstress, wodurch die Erträge im Vergleich zu den anderen Versuchspartellen mit Werten zwischen 38 dt/ha (0-Parzelle) und 61 dt/ha (Farm-Variante) deutlich tiefer liegen. Die N_{\min} -Gehalte im Frühjahr waren mit 33 kg N/ha ebenfalls tief. Aufgrund der Heterogenität der Fläche konnte das VRA-Verfahren seine Stärke ausspielen. In den ertragsschwächeren Bereichen des Feldes wurde die Düngermenge in dieser Variante reduziert. Der mittlere Kornenertrag war jedoch mit den anderen beiden Varianten

vergleichbar. Bezüglich Verhältnis zwischen eingesetztem Dünger und erwirtschaftetem Kornertrag schneidet das VRA-Verfahren dementsprechend am besten ab. Beim Proteingehalt gibt es kaum Unterschiede zwischen den einzelnen Verfahren.

Die Erträge auf Betrieb 4 bewegten sich zwischen 75 dt/ha (nicht gedüngte 0-Parzelle) und 111 dt/ha in der VRA-Variante. Die N_{\min} -Gehalte im Frühjahr lagen bei 49 kgN/ha. Auf dieser Parzelle konnte die VRA-Variante einen Teil ihrer Stärke ausspielen. Die Düngermenge wurde bei der zweiten Gabe zugunsten der dritten Gabe etwas zurückgefahren, da die Pflanzen gemäss Satellitenbild den Dünger der ersten Gabe noch nicht aufgenommen hatten. Entsprechend konnte der höchste Ertrag und Proteingehalt in der VRA-Variante erzielt werden. Die Farm-Variante zeigte hingegen das beste Verhältnis zwischen erwirtschaftetem Korn und appliziertem Dünger.

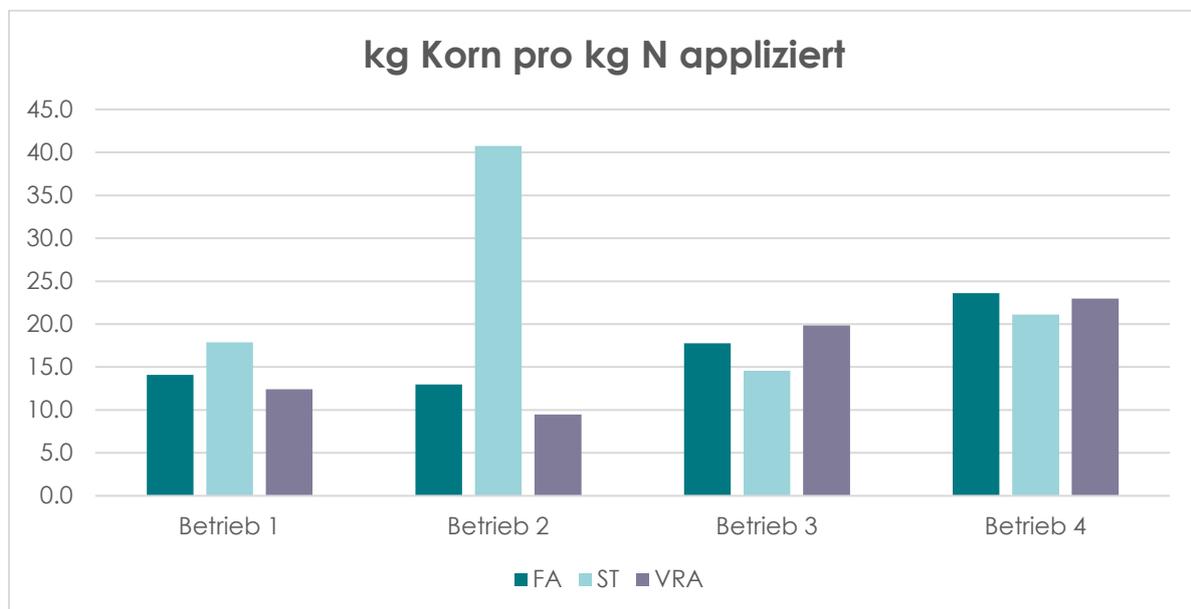


Abbildung 99: Verhältnis zwischen Kornertrag und applizierter Stickstoff-Menge in Kilogramm

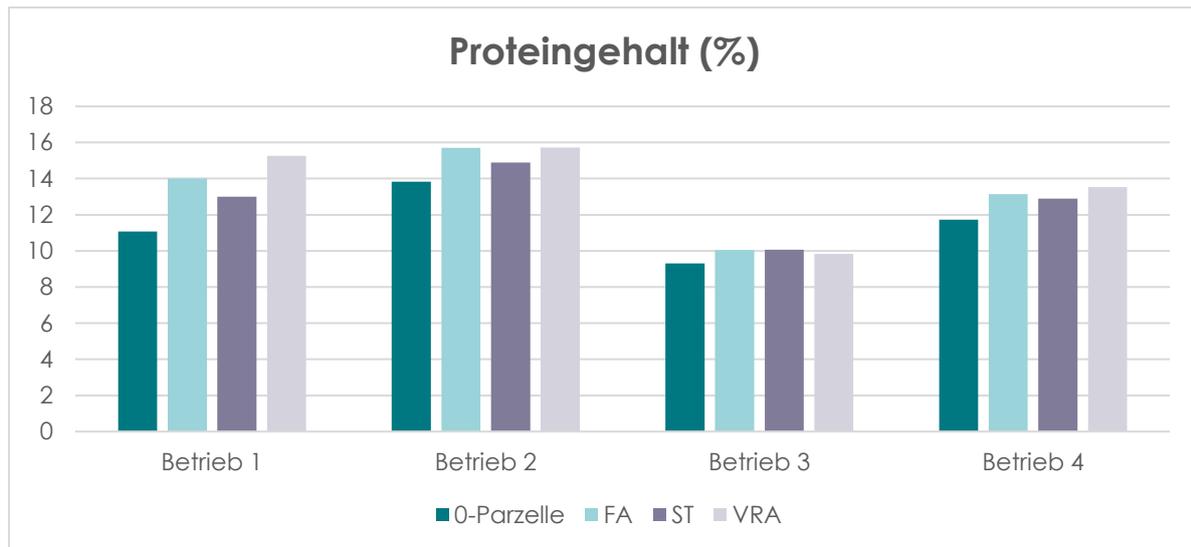


Abbildung 100: Proteingehalt (%) in den einzelnen Düngungsvarianten

N-Effizienz und Reduktion der N-Überschüsse

Ein Projektziel im Smart-N ist die Reduktion der N-Überschüsse. Diese werden im Projekt definiert als Stickstoff, der nicht vom Weizen aufgenommen wird.

$$N_{\text{Überschuss}} = N_{\text{gedüngt}} + N_{\text{aus Boden}} - (N_{\text{Stroh}} + N_{\text{Korn}})$$

Die Überschüsse setzen sich aus der gedüngten N-Menge zuzüglich der N-Nachlieferung aus dem Boden abzüglich der vom Weizen aufgenommenen N-Menge zusammen. Zur Bestimmung dieser Überschüsse wird Ende Jahr der N-Gehalt von Korn und Stroh im Labor ermittelt. Die Werte der 0-Parzellen dienen dabei als Indikator für die Bodennachlieferung. Abbildung 101 zeigt die N-Überschüsse der Düngungsvarianten auf den vier Versuchspartellen und macht die Bedeutung der N_{min} -Proben im Frühjahr deutlich. Auf der Fläche von Betrieb 2 wurden N_{min} -Gehalte von 173 kg N/ha gemessen, die sich in der hohen N-Nachlieferung aus dem Boden widerspiegeln. Im GRUD-Verfahren wurden diese N_{min} -Werte berücksichtigt und die auszubringende Düngermenge entsprechend reduziert. Dadurch zeigt das GRUD-Verfahren bei Betrieb 2 die geringsten Überschüsse. Auf den restlichen Versuchspartellen weist das VRA-Verfahren jeweils die geringsten Überschüsse auf. Diese Beobachtung ist erfreulich und kann daher rühren, dass im VRA-Verfahren vor jeder Düngergabe analysiert wird, wie die aktuelle Biomasse entwickelt ist und wieviel Stickstoff der vorherigen Gaben bereits von den Pflanzen aufgenommen wurde. Damit kann die benötigte N-Gabe vor jeder Applikation neu bemessen werden. Zudem wird im VRA-Verfahren im Vergleich zu den

anderen Varianten auch auf die Heterogenität innerhalb des Feldes eingegangen. Dies war vor allem bei Betrieb 3 relevant.

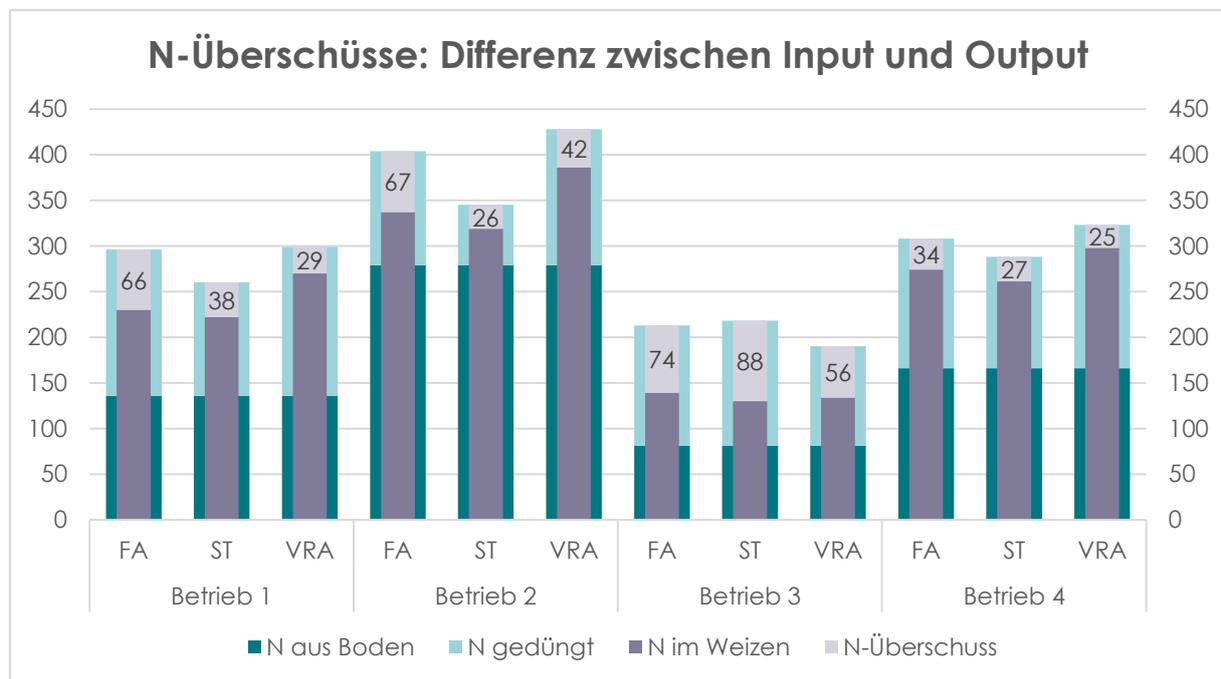


Abbildung 101: N-Überschüsse als Differenz zwischen N-Input und N-Output

Fazit und Ausblick

Das erste Projektjahr hat gezeigt, dass es für die Durchführung dieser On-Farm-Versuche einen hohen Betreuungsaufwand benötigt, damit die Technik korrekt angewendet wird und auswertbare Resultate zustande kommen.

Weiter wurde deutlich, dass ein Einbezug der N_{\min} -Gehalte ein unumgänglicher Baustein zur Verbesserung der N-Effizienz und Reduktion der N-Überschüsse ist. Aus diesem Grund werden diese ab 2023 auch in der VRA-Methodik berücksichtigt. Weiter zeigte sich, dass im VRA-Verfahren auf $\frac{3}{4}$ der Projektflächen die tiefsten N-Überschüsse erzielt werden konnten. Das kann damit zusammenhängen, dass die N-Aufnahme durch die Pflanzen laufend analysiert und auf Heterogenität eingegangen werden kann.

Für das Jahr 2023 wird der Versuch auf sieben Projektbetriebe und insgesamt 11 Projektflächen ausgeweitet. Damit kann eine weitere Datengrundlage zum Potential der sensorgestützten, teilflächenspezifischen Düngung geschaffen werden. Zudem wird weiter an Vereinfachungen im Prozess der Erstellung der Applikationskarten gearbeitet, damit diese von den Betrieben ohne viel Zusatzaufwand genutzt werden können.

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

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

Videos:

https://www.agroscope.admin.ch/agroscope/de/home/aktuell/newsroom/2022/11-24_intelligente-duengung.html

2.2 Aktivitäten der Agrar Academy der GVS Agrar AG

Kontakt:

Frieder Demmer, GVS Agrar Academy, frieder.demmer@agraracademy.com

Die Marke „Agrar Academy“ wurde 2019 vom Projektpartner GVS geschaffen. Ein Ziel dieser Neugründung war, die Möglichkeiten der SFF breiteren Zielgruppen, insbesondere Händlern, Kunden und lokalen Landwirten, aber auch der nicht-landwirtschaftlichen Bevölkerung zugänglich zu machen. Zusätzlich dient die Agrar Academy der Imagepflege und dem Personalmarketing für die Landwirtschaft und Landtechnik.

Corona bremste das Projekt zunächst für fast 3 Jahre aus. Im Februar 2022 wurde darum von der GVS eine neue Leitungsstelle geschaffen und mit Herrn Frieder Demmer, zuvor langjährig Leiter der AGCO Academy in Europa, besetzt. Basisgedanke dieses „Neuanfangs“ bleibt, dass die Etablierung digitaler Technologien im Markt einer breiteren Wissens- und Kommunikationsbasis bedarf, als dies durch die Swiss Future Farm alleine geleistet werden kann. Als erste Schritte wurden 2022 eine Agrar Academy-Homepage geschaffen, die sich in Farbe und Design eng an die der SFF anlehnt. Zudem wurden eigene Kommunikationskanäle auf den Social Media-Plattformen LinkedIn, Facebook und Instagram etabliert. Über diese Kanäle werden SFF-Veranstaltungen zusätzlich aktiv nach Aussen dokumentiert, und zwar ausdrücklich auch für ein nicht primär landwirtschaftliches Publikum.

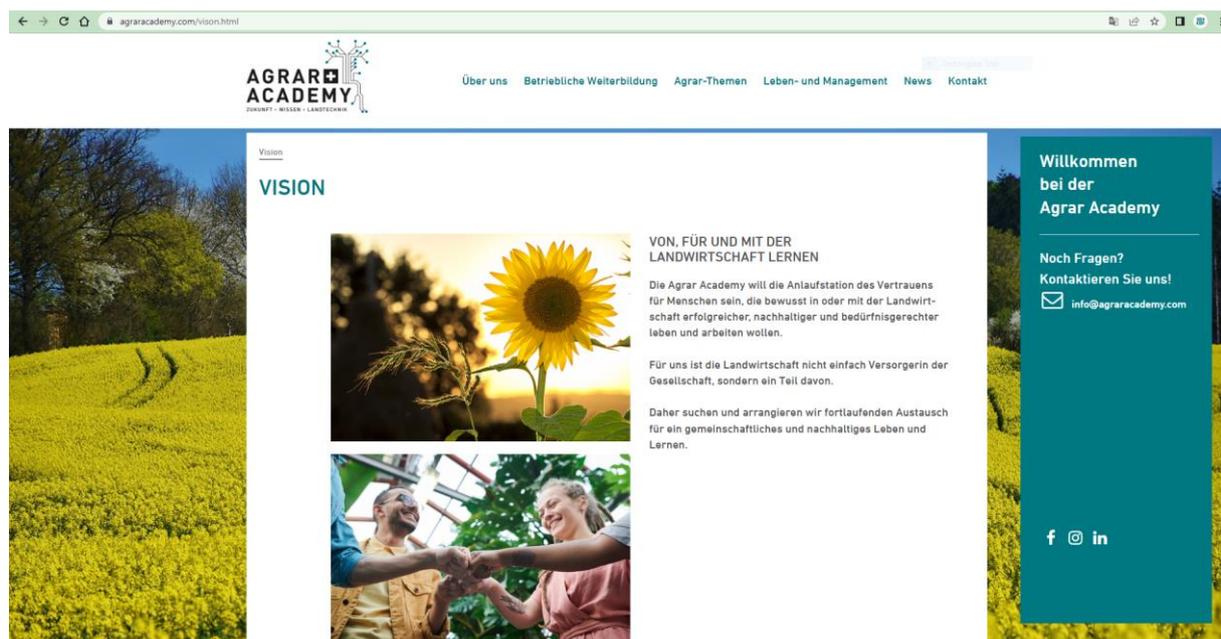


Abbildung 102: Die Webseite der Agrar Academy

SFF-Mitarbeiter Roman Gambirasio hat zudem ein 3-stufiges Qualifizierungsprogramm „Precision-Farming“ für Vertriebsmitarbeiter im Landtechnikhandel entworfen, das im Q1 und 2 2022 umgesetzt wurde. Für 2023 wurde eine entsprechend breite Schulung für Service-Mitarbeiter geplant und umgesetzt.

Parallel begann die Sammlung und Aktualisierung von Fahrerschulungsunterlagen zur Wiederaufnahme von Fahrerschulungen in Q1 und 2 2023. Auch diese laufen aktuell an. Auf dieser Basis konnten seit November 2022 bislang 130 Personen gezielt zu Hoch-Technologie-Themen geschult werden.

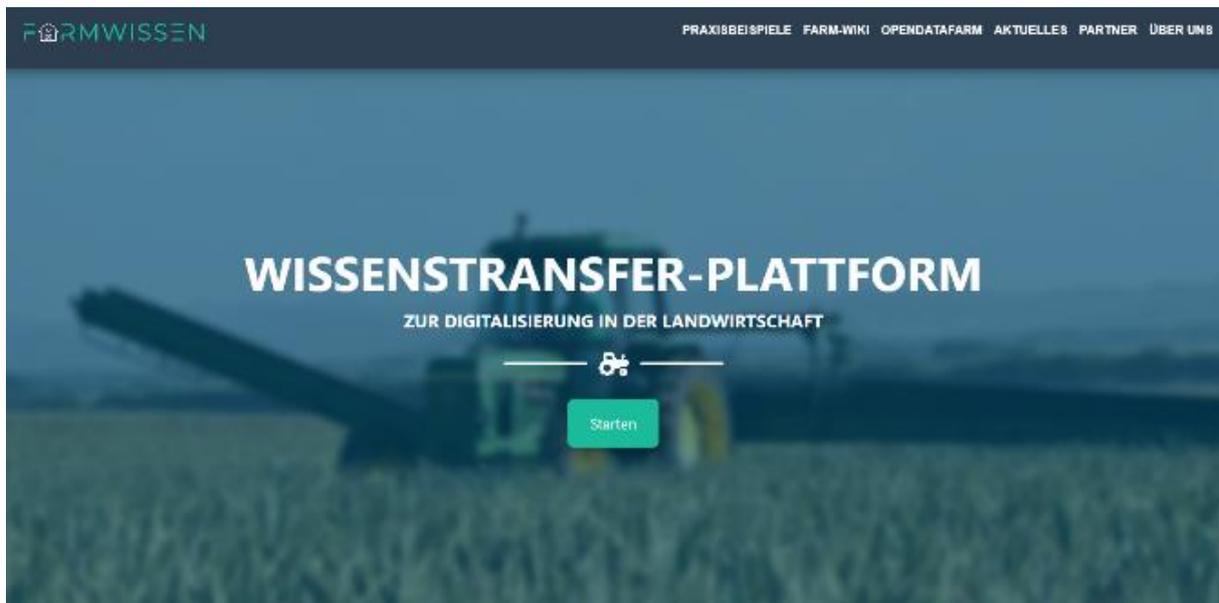


Abbildung 103: Die Startseite der Plattform farmwissen.de

Zum Themengebiet der alltagsnäheren Anwenderunterstützung initiierte die Agrar Academy einen interdisziplinären Austausch zum Modellprojekt „farmwissen.de“. Dabei handelt es sich um eine in Deutschland im Rahmen der 14 sogenannten „Digitalen Experimentierfelder“ des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft entwickelte landwirtschaftliche Wissenstransferplattform. Die Agrar Academy führte zwei Konzeptworkshops durch, die sich mit den Notwendigkeiten, Chancen und Problemen der Erweiterung des Entwurfes zu einer allgemeinen Technologie-Austauschplattform für den gesamten deutschsprachigen Raum beschäftigten.

Über eine solche Plattform könnten aktuelle Erkenntnisse der SFF – aber auch anderer Versuchsbetriebe, Hochschulen und der Hersteller - in einem einfachen Standardformat schnell einem breiteren Publikum zugänglich gemacht werden. Alle Beteiligten

waren sich einig, dass es auf Anwenderseite aktuell gravierende Wissenslücken zu bestehenden technischen Möglichkeiten gibt. Diese Lücke ist aktuell noch ein bedeutendes Handicap bezüglich der Umsetzung von Nachhaltigkeitszielen. Eine schnellere Wissensverteilung würde dementsprechend dringend Sinn machen. Die praktische Umsetzung, insbesondere die verlässliche Inhaltsredaktion im Interessengefüge von Herstellern, Verbänden, Hochschulen und Nutzern, erwies sich in dieser Exploration aber als ausserordentlich komplex. Aktuell läuft eine mit diesen Herausforderungen verbundene strategische Projektentwicklung. Mit weiteren Ergebnissen wird Mitte 2023 gerechnet.

Für die 2. Hälfte 2023 plant die Agrar Academy auf Basis eines 4 Level-Konzeptes vom/von der „Einsteiger:in“, über den/die „Komfortnutzer:in“, und Feldmanager:in“ zur „Hofmanager:in“ breitere Kundens Schulungen zum Einsatz von Spurführungssystemen. Zudem wird in Zusammenarbeit mit Brigitte Frick vom Arenenberg aktuell die breitere Nutzung der SFF als schulischer Lernort im Zyklus 3 des Schweizer Rahmenlehrplanes, in den Themenbereichen „Nachhaltigkeit naturwissenschaftlich technischer Anwendungen“, „Nachhaltiges Ressourcenmanagement“, „Wechselwirkungen in terrestrischen Ökosystemen“, „Einflüsse des Menschen auf regionale Ökosysteme“ geprüft.

2.3 Anbau von Waldstaudenroggen, Dinkel und Einkorn für die Bäckerei Rüedi in Aadorf

Kontakt

Florian Abt, Arenenberg, florian.abt@tg.ch

2022 wurde zum zweiten Mal Getreide für die lokale Bäckerei Rüedi aus Aadorf produziert. Dies nachdem das Erntegut aufgrund des nassen Wetters 2021 nicht als Speisetreide verwendet werden konnte. 2022 wurden die drei Getreidearten Waldstaudenroggen, Einkorn und Dinkel auf insgesamt 70 Aren angebaut. Die Kulturführung erfolgte ohne den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln und Wachstumsreglern. Um das Risiko von Lagergetreide zu verringern, wurde auch kein Dünger eingesetzt. Die Nachlieferung aus der zuvor angebauten Kunstwiese reichte für eine ausreichende Versorgung des Bestandes aus. Die Unkrautbekämpfung in den Kulturen erfolgte durch den wiederholten Einsatz des Striegels. Am 14.07.22 konnte zuerst der Dinkel mit einem Ertrag von 38 dt/ha und dann am 20.07.22 der Einkorn (46 dt/ha) und der Waldstaudenroggen (43 dt/ha) geerntet werden. Das Getreide wurde danach in den Mühlen Heitertal (Dinkel und Einkorn) und in der Mühle Lamperswil (Waldstaudenroggen) verarbeitet.



Abbildung 104: Im Hintergrund sind die drei Kulturen Dinkel, Einkorn und Waldstaudenroggen zu sehen (links). Auf dem rechten Bild stehen die Bäckerleute Rüedi vor dem Erntegut.

Der Anbau für die Bäckerei Rüedi wird 2023 auf insgesamt 2 ha fortgeführt.

3 Öffentlichkeitsarbeit

2022 konnten im Rahmen des Besucherprogramms wieder eine Vielzahl von Personen in Tänikon begrüsst werden. Nebst Exkursionen von Vereinen, Verbänden sowie politischen Gruppen und Behördenvertretenden aus dem In- und Ausland besuchten auch wieder zahlreiche Lernende von verschiedenen landwirtschaftlichen Schulen und Studierendengruppen die SFF.

3.1 Flurbegehung am 22.06.2022

Am 22.06.2022 fand auf der Swiss Future Farm ein Flurumgang in Zusammenarbeit mit dem Pflanzenbauberatungsteam des Arenenbergs statt.

Im Feld wurde an drei Posten zu folgenden Themen informiert:

- Drohnen für die Pflanzenschutz- und Düngeapplikation (in Zusammenarbeit mit der Firma Remote Vision GmbH)
- Einsatz des Robotergeräteträgers Robotti für die Maisaussaat
- Neue ÖLN-Massnahme "Getreide in weiter Reihe" im Winterweizen und Vertragsanbau von Weisshafer

Der Anlass war mit ca. 100 Teilnehmenden gut besucht. Nach Abschluss der drei Feldposten wurde in der Prüfhalle 1 der gemütliche Teil des Anlasses durch ein spannendes Inputreferat von zwei Vertretern der Firma Precision Planting zum Thema präzise Aussaat eingeläutet.



Abbildung 105: Nach dem Feldrundgang (rechtes Bild) startete der gemütliche Teil des Anlasses mit einem Referat zum Thema "Präzise Aussaat mit Precision Planting" (linkes Bild)

3.2 Innovationsforum Ernährungswirtschaft

Am 08. Dezember 2022 fand das dritte Innovationsforum Ernährungswirtschaft vor Ort in Tänikon zum Thema *Kreislaufwirtschaft als Lösung* statt.

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

Das spannende Programm lockte über 150 Personen nach Tänikon. Am Vormittag konnten die Besuchenden nach zwei Inputreferaten zum Thema der aktuellen Versorgungslage und zur regenerativen Landwirtschaft frei zwischen verschiedenen Vorträgen wählen. Dabei spannte sich der Bogen vom energieautarken Landwirtschaftsbetrieb, über die Agri-Photovoltaik, die Herstellung von veganem Mozzarella und den Betrieb eines klimapositiven Holzheizkraftwerks bis hin zu Vertical Farming. Am Nachmittag begaben sich die Teilnehmenden auf einen Rundgang auf der Swiss Future Farm und erhielten an den Posten der Swiss Future Farm, der Agroscope, und der OST Informationen zu den aktuellen Forschungsschwerpunkten im Bereich der smarten Bewässerung, der Robotik sowie der teilflächenspezifischen Düngung. Weiter stellte der Thurgauer Bio-Tofu-Produzent Ensoy ihren Tofu als Beispiel für die Kreislaufwirtschaft in der Ernährungswirtschaft vor.

Die nächste Austragung des Innovationsforums Ernährungswirtschaft findet am Donnerstag, 30. November 2023, in Tänikon statt.



Abbildung 106: Das Innovationsforum Ernährungswirtschaft 2022 war mit über 150 Personen sehr gut besucht. Das linke Bild zeigt die Besuchenden während der Vorträge am Vormittag. Am Nachmittag wurde in kleineren Gruppen ein Postenrundgang auf der Swiss Future Farm gemacht.

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 Plantahof, 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 sowie über den Emissionsversuchsstall in Zusammenarbeit mit Forschenden von Agroscope informiert.



Abbildung 107: Landwirtschaftliche Besuchergruppe im Rahmen des Betriebsleitermoduls BF 30 (links) und eine Klasse der landwirtschaftlichen Partnerschule Hatzendorf des Arenenbergs (rechtes Bild).

Modul Smart Farming BF30

2022 wurde zum zweiten Mal das Modul «BF30 Smart-Farming» zusammen mit dem Strickhof und dem Landwirtschaftlichen Zentrum St. Gallen durchgeführt. In diesem Smart-Farming-Grundlagenmodul erhalten die Teilnehmenden Einblicke in die Bereiche Lenksysteme, ISOBUS, Sensorik in der Innen- und Aussenwirtschaft, Geografische Informationssysteme und Farm Management- und Informationssysteme.



Abbildung 108: Im Rahmen des Modulhalbtages zum Thema GIS wurde die Ertragskartierung beim Mähdescher erklärt (linkes Bild). Das kameragesteuerte Hackgerät wurde am Modultag zum Thema ISOBUS präsentiert (rechtes Bild).

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

Am Donnerstag, 3. November 2022 fand zum zweiten Mal der Modultag zum Thema Smart Farming im ZHAW-Mastermodul Agroecology and Foodsystems auf der SFF statt. Im Rahmen des Kurstages 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 (GVS Agrar AG), Jack Rietiker (Arenenberg), Jürgen Linder (AGCO International GmbH)