



# SWISS FUTURE FARM



## Jahresbericht 2025



# 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 mit einem Automatischen Melksystem (Melkroboter) 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 Plätze:

120 Mastplätze

## 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	Effektive Mikroorganismen, Biostimulanzen und Wassergabe zur Aussaat bei Zuckerrüben	6
1.2	Herbizidreduktion im Zuckerrübenanbau.....	11
1.3	Versuch zum Zeitpunkt der Strip-Till-Bodenbearbeitung bei Zuckerrüben .....	17
1.4	Sorghum als alternatives Grundfutter zu Silomais.....	22
1.5	Versuch zur variablen Saatstärke bei Silomais .....	29
1.6	50cm Reihenabstand im Körnermais.....	34
1.7	Anbau von Erdnüssen .....	43
1.8	Umsetzung von Spot-Spraying mit vorhandener Mechanisierung .....	50
1.9	Untersaat mit Drohne.....	56
1.10	Kurzstroh-Mais (SSC, short stature corn).....	67
1.11	Unkrautregulierung in Sonnenblumen.....	72
1.12	Anbautechnikversuch Winterraps .....	74
1.13	Impfversuch Soja .....	75
1.14	Sortenversuch Winterweizen .....	76
2	Projekte.....	77
2.1	Beratungsprojekts Smart-N erfolgreich abgeschlossen .....	77
2.2	Präzisions-Agroforstwirtschaft.....	86
2.3	Nutzung von Smart Farming durch Betriebsleiterfamilien analysieren und fördern.....	94
2.4	Optifert .....	96
3	SFF als Versuchsplattform für Dritte.....	105
3.1	Legendary – Linsenmisanbau .....	105
3.2	DONA.....	106
4	SFF als Veranstaltungsort und an externen Veranstaltungen .....	108
4.1	Swiss Demopark .....	109
4.2	Kurs zum Einstieg in die Arbeit mit Applikationskarten .....	109
4.3	Bildungstag .....	109

---

4.4	Gastgeber für SRF School .....	110
5	Links.....	111
5.1	Websites .....	111
5.2	Social Media .....	111
6	Impressum.....	112

# 1 Versuche

## 1.1 Effektive Mikroorganismen, Biostimulanzen und Wassergabe zur Aussaat bei Zuckerrüben

### KONTAKT:

Nils Zehner – AGCO Agronomy and Farm Solutions, Swiss Future Farm

[nils.zehner@agcocorp.com](mailto:nils.zehner@agcocorp.com)

### HINTERGRUND:

Der Einsatz von Biostimulanzen und Produkten mit effektiven Mikroorganismen (EM) wird im Rahmen nachhaltiger landwirtschaftlicher Praktiken zunehmend gefördert. Flüssige Biostimulanzen enthalten natürliche Verbindungen wie Algenextrakte und Huminsäuren, sind jedoch keine herkömmlichen Düngemittel, sondern sollen positive Reaktionen der Pflanzen zur Biomassebildung und Stressresistenz auslösen. Effektive Mikroorganismen sind Mischungen aus nützlichen Bakterien, Mikroben und Hefen, die die biologische Aktivität im Boden anregen und so das Pflanzenwachstum durch eine verbesserte Nährstoffverfügbarkeit fördern. Der Hauptunterschied besteht darin, dass Düngemittel essentielle Makro- und Mikronährstoffe (z. B. Stickstoff, Phosphor, Kalium, Mangan, Zink) liefern, um die Pflanzenernährung zu ermöglichen, während Biostimulanzen die inneren Stoffwechselprozesse der Pflanze anregen, was bei einer ergänzenden Anwendung zu einem verbesserten Pflanzenwachstum und Ertrag sowie einer höheren Widerstandsfähigkeit gegen abiotischen Stress (z. B. Trockenheit, Hitze, Salinität) beitragen soll. Mit den Sätechnik-Lösungen von PTx Precision Planting können solche Produkte präzise als Flüssigapplikation ausgebracht werden. In der landwirtschaftlichen Praxis fehlen jedoch vielfach Informationen über die Auswirkungen auf den Ertrag und die Rentabilität, wenn diese Produkte bei der Aussaat ausgebracht werden.

### ZIELSETZUNG:

Ziel dieses Versuchs war es, die Auswirkungen der Ausbringung von Wasser, Biostimulanzen und nützlichen Mikroorganismen bei der Aussaat auf den Rübenenertrag, den Zuckergehalt und den daraus resultierenden Zuckerertrag zu untersuchen. Die zugrunde liegende Hypothese lautete, dass die Wasserausbringung den Kontakt zwischen Saatgut und Boden verbessert, was zu einem schnelleren und gleichmässigeren Auflaufen im Feld führt, dass Biostimulanzen die Chlorophyllproduktion und den Biomasseaufbau fördern und dass nützliche Mikroorganismen die Nährstoffverfügbarkeit verbessern und so eine Ertragssteigerung ermöglichen können.

**VERSUCHSAUFBAU:**

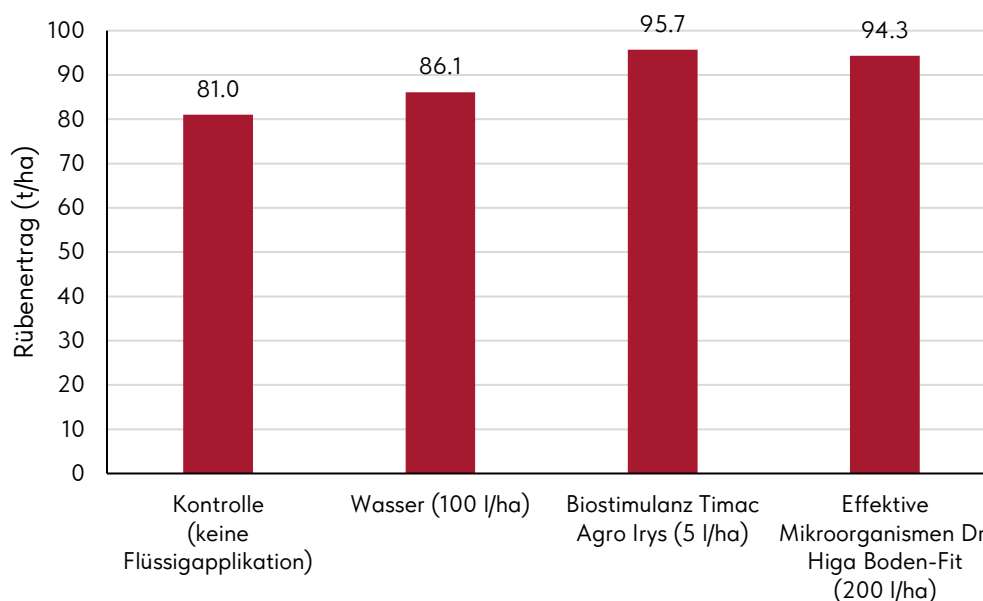
Der Versuch wurde 2025 auf der Swiss Future Farm als Streifenversuch mit drei Wiederholungen pro Versuchsvariante durchgeführt. Die Wassergabe während der Aussaat (100 l/ha) und die Ausbringung des Biostimulanz-Produkts (Timac Agro Irys 7-9-13, 5 l/ha, ausgebracht mit 95 l/ha Wasser) sowie der Effektiven Mikroorganismen bei der Aussaat (Dr. Higa's Original Boden-FIT, 200 l/ha) erfolgten in der Saarfurche auf das abgelegte Saatgut unter Verwendung des PTx Precision Planting Seed Keeton mit FlowSense-System. Als Kontrollvariante dienten Versuchsstreifen ohne Flüssig-Applikation. Die Aussaat erfolgte am 4. April 2025. Die Unkrautbekämpfung erfolgte in allen Versuchsstreifen im Rahmen eines hybriden Ansatzes mit einer Kombination aus Bandspritzen und mechanischer Unkrautbekämpfung. Die verglichenen Versuchsvarianten sind in Tabelle 1 dargestellt.

**Tabelle 1.** Varianten des Versuchs zur Biostimulanzien- und Wasserapplikation bei Zuckerrüben.

Ver-suchsstreifen	Flüssigapplikation
1	Kontrolle (keine Flüssigapplikation)
2	Wasserapplikation (100 l/ha)
3	Biostimulanz Timac Agro Irys 7-9-13 (5 l/ha) mit Wasser (95 l/ha)
4	Effektive Mikroorganismen Dr. Higa Boden-FIT (200 l/ha)

**ERGEBNISSE:**

Die Ernte erfolgte am 17. Oktober 2025. Der durchschnittliche Rübenenertrag über alle Versuchsvarianten betrug 89.3 t/ha (Abbildung 1).



**Abbildung 1.** Rübenenerträge des Versuchs zu Effektiven Mikroorganismen, Biostimulanzien und Wasserapplikation zur Aussaat bei Zuckerrüben.

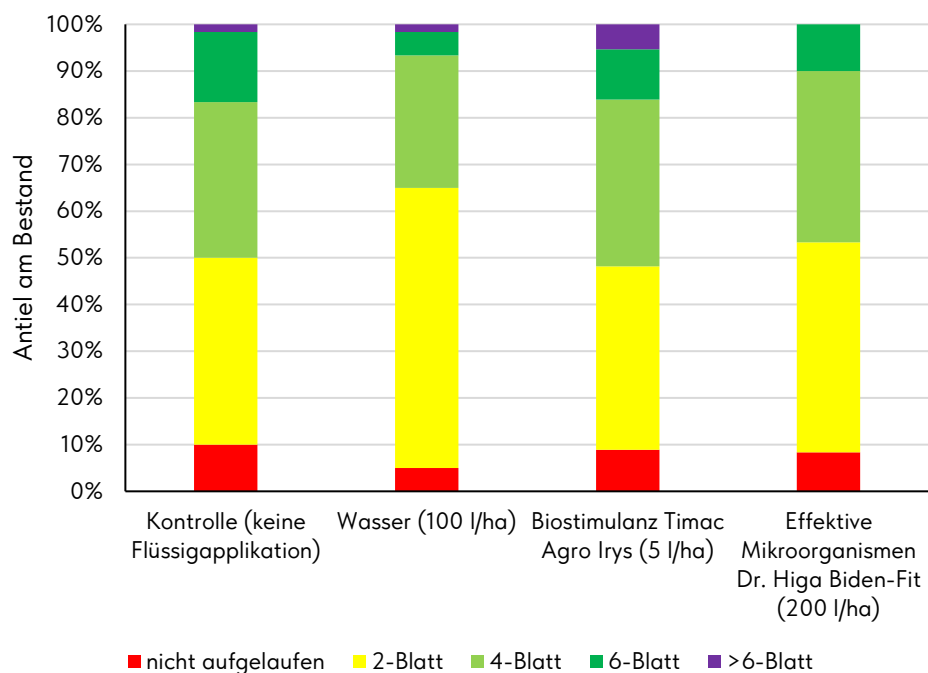
Eine detaillierte Ergebnisübersicht ist in Tabelle 2 enthalten. Die Ergebnisse zeigen, dass alle Flüssigapplikationen zur Aussaat signifikante Steigerungen des Rüben- und Zuckerertrags bewirkten, während der Zuckergehalt leicht niedriger ausfiel. Der Anstieg des Zuckerertrags pro Hektar ist somit überwiegend auf die Erhöhung des Rüben-ertrags (Biomasse) zurückzuführen, während Unterschiede im Zuckergehalt nur einen geringen Einfluss hatten.

**Tabelle 2.** Ergebnisübersicht des Versuchs zu Effektiven Mikroorganismen, Biostimulanzien und Wasserapplikation zur Aussaat bei Zuckerrüben.

	Kontrolle (keine Flüssig- applikation)	Wasser (100 l/ha)	Biostimulanz 7- 9-13 (5 l/ha)	Effektive Mikroorganis- men (200 l/ha)
<b>Rüben-ertrag (t/ha)</b>	<b>81.0</b>	<b>86.1</b>	<b>95.7</b>	<b>94.3</b>
Differenz zu Kontrolle (%)	0	6.3	18.2	16.4
<b>Zuckergehalt (%)</b>	<b>15.6</b>	<b>14.6</b>	<b>15.2</b>	<b>14.9</b>
Differenz zu Kontrolle (%)	0	-1.0	-0.4	-0.7
<b>Zuckerertrag (t/ha)</b>	<b>10.9</b>	<b>10.9</b>	<b>12.5</b>	<b>12.0</b>
Differenz zu Kontrolle (%)	0	0	14.7	10.1

#### **WEITERE BEOBACHTUNGEN:**

Erhebungen im Bestand Mitte Mai (42 Tage nach der Aussaat) zeigten bei allen Versuchsvarianten einen hohen Feldaufgang von  $\geq 90\%$ . Diese war bei der Kontrolle am niedrigsten (90 %) und bei der Wasserapplikation am höchsten (95 %). Biostimulanz- und EM-Behandlungen erreichten jeweils 92 % Feldaufgang. Das Entwicklungsstadium und die Bestandesentwicklung waren grösstenteils vergleichbar (20 % im 4-Blatt-Stadium). Die Wasserbehandlung zeigte einen geringeren Anteil an Pflanzen im 4-Blatt-Stadium (17 %), bedingt durch uneinheitliche (teilweise tiefere) Ablage-tiefe infolge häufiger Anpassungen des Scharldrucks in diesem Feldbereich (Abbildung 2). Auffällig war ein beschleunigtes Frühwachstum bei Zuckerrüben, die mit dem Biostimulanz-Produkt mit Makronährstoffen (Stickstoff, Phosphor, Kalium) gesät wurden, erkennbar am höheren Anteil von Pflanzen über dem 6-Blatt-Stadium.



**Abbildung 2.** Ergebnisse der Erhebungen zu Feldaufgang und Wachstumsstadium (Durchschnitt über eine Reihenlänge von 6 × 2 Metern pro Versuchsvariante), erhoben am 16. Mai 2025 (42 Tage nach der Aussaat).

### WIRTSCHAFTLICHKEIT:

Tabelle 3 zeigt den Vergleich der wirtschaftlichen Ergebnisse. Die Erlöse basieren auf dem ausbezahlten Zuckerrübenpreis, der Ertrag, Erdanhang, Zuckergehalt und Ausbeute gemäss Laboranalysen nach Anlieferung in der Zuckerfabrik berücksichtigt. Die Verfahrenskosten beinhalten Maschinen-, Arbeits- und Betriebsmittelkosten einschliesslich Kosten für Effektive Mikroorganismen (2.73 CHF/l = 546 CHF/ha), Biostimulanz-Produkt (25.70 CHF/l = 128.50 CHF/ha) und Wasser (0.002 CHF/l = 0.20 CHF/ha). Alle Flüssigapplikationen führten zu einem höheren Deckungsbeitrag, mit einem Maximum von +773 CHF/ha bei der Biostimulanz-Applikation gegenüber der Kontrolle. Unter Einbezug von Direktzahlungen (Einzelkulturbeitrag Zuckerrüben 2100 CHF/ha und Produktionssystem-Beitrag für reduzierte Bodenbearbeitung 250 CHF/ha) erzielte die Biostimulanz-Behandlung den höchsten Deckungsbeitrag.

**Tabelle 3.** Wirtschaftliche Ergebnisse des Versuchs zu Effektiven Mikroorganismen, Biostimulanzien und Wasserapplikation zur Aussaat bei Zuckerrüben.

	Kontrolle (keine Flüssig- applikation)	Wasser (100 l/ha)	Biostimulanz 7- 9-13 (5 l/ha)	Effektive Mikroorganis- men (200 l/ha)
Erlös (CHF/ha)	4941	5136	5843	5699
Verfahrenskosten (CHF/ha)	3794	3794	3922	4340
Deckungsbeitrag (CHF/ha)	1147	1342	1920	1360
Deckungsbeitrag inkl. Di- rektzahlungen (CHF/ha)	3747	3942	4520	3960

### **SCHLUSSFOLGERUNGEN:**

Applikationen von Effektiven Mikroorganismen, Biostimulanzen und Wasser zur Aussaat stellen einen vielversprechenden Ansatz zur Ertragssteigerung im Zuckerrübenanbau dar:

- Wasserapplikation steigerte den Rübenantrag um 6 %, jedoch ohne Erhöhung des Zuckerertrags aufgrund des geringeren Zuckergehalts.
- Biostimulanz-Applikation erhöhte den Rübenantrag um 18 % und den Zuckerertrag um 15 %, ebenfalls bei leicht geringerem Zuckergehalt.
- Effektive Mikroorganismen steigerten den Rübenantrag um 16 % und den Zuckerertrag um 10 %, ebenfalls bei reduziertem Zuckergehalt.

Die Wasserapplikation stellt aufgrund sehr geringer Zusatzkosten (0.20 CHF/ha) bei gleichzeitig messbarer Ertragssteigerung eine besonders wirtschaftlich attraktive Option dar.

## 1.2 Herbizidreduktion im Zuckerrübenanbau

### KONTAKT:

Nils Zehner – AGCO Agronomy and Farm Solutions, Swiss Future Farm

[Nils.zehner@agcocorp.com](mailto:Nils.zehner@agcocorp.com)

### ZIELSETZUNG:

Ziel dieses Versuchs war es, den Ertrag von Zuckerrüben unter herbizidreduzierter Unkrautbekämpfung zu untersuchen. Verglichen wurde eine konventionelle flächige Herbizidapplikation mit einem kombinierten Ansatz aus Bandspritzung in den Reihen und mechanischer Unkrautbekämpfung im Zwischenreihenbereich.

### VERSUCHSAUFBAU:

Der Versuch wurde 2025 auf der Swiss Future Farm als Streifenversuch mit drei Wiederholungen pro Variante durchgeführt. Die Aussaat erfolgte am 4. April 2025 mit einer Saatstärke von 100.000 Körnern/ha und einem Reihenabstand von 50 cm. Die verglichenen Versuchsvarianten sind in Tabelle 4 dargestellt. Bei der Bandspritzung wurde lediglich 50 % der Zielfläche gegenüber der flächigen Applikation behandelt, d. h. ausschließlich die Kulturreihen wurden gespritzt, während die Unkrautkontrolle zwischen den Reihen mechanisch erfolgte (Abbildung 3). Dadurch konnte die ausgebrachte Herbizidmenge um 50 % reduziert werden.

**Tabelle 4.** Versuchsvarianten des Versuchs zur Herbizidreduktion im Zuckerrübenanbau.

Variante	Unkrautbekämpfungsstrategie	Massnahmen
1	Flächenspritzung (2 Splits, Bayer Conviso One, 2x 0.5 l/ha)	– Chemische Unkrautbekämpfung mit Flächenspritzung 2x (= 100% Herbizidmenge)
2	Bandspritzung (50% Zielfläche, 2 Splits Bayer Conviso One, 2x 0.25 l/ha) + Mechanische Unkrautregulierung	– Chemische Unkrautbekämpfung mit Bandspritzung 2x (= 50% Herbizidmenge) – Mechanische Unkrautbekämpfung mit kameragesteuerter Hacke 3x

Für die Herbizidapplikation wurde eine angebaute Pflanzenspritze vom Typ Horsch Leeb 1.4 CS mit 21 m Arbeitsbreite und 25 cm Düsenabstand (Agrotop RowFan 40-02 Düsen) verwendet. Die Gestängehöhe wurde ultraschallbasiert geregelt (Horsch BoomControl Pro) mit einer Zielhöhe von 25 cm. Diese technische Ausstattung ist notwendig, um eine präzise Bandspritzung mit 25 cm Bandbreite über der Kulturreihe zu ermöglichen, anstatt der 50 cm Zielbreite bei flächiger Applikation, um somit die Herbizidmenge um 50 % zu reduzieren.

Die mechanische Unkrautbekämpfung erfolgte mit einem 6-reihigen (3 m Arbeitsbreite), angebautem Hackgerät mit Verschieberahmen (Schmotzer K HR 6X 50) und kamerabasierter Reihenspurführung (Claas CULTI CAM). Das Kamerasystem erkennt die Kulturreihen und ermöglicht eine automatische Korrektur von Abweichungen, um die Hackwerkzeuge über den Verschieberahmen präzise zu positionieren. Dadurch ist eine Unkrautbeseitigung bis auf ca. 2 cm an die Kulturreihe heran möglich.

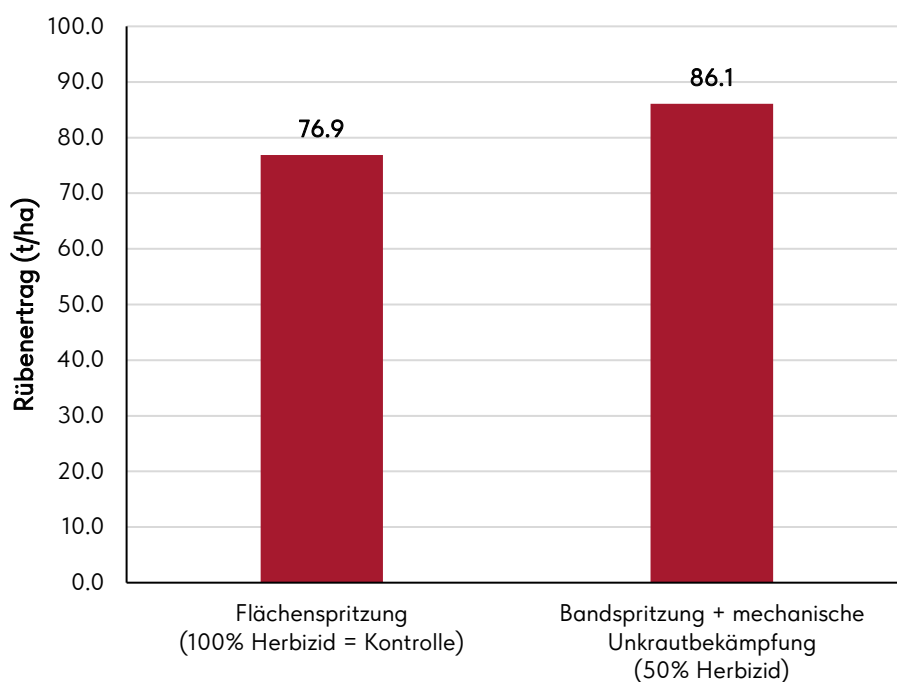
Die Kombination aus Bandspritzung und mechanischer Unkrautbekämpfung stellt einen komplementären Ansatz dar, der sowohl eine hohe Unkrautbekämpfungsleistung als auch eine deutliche Reduktion chemischer Pflanzenschutzmittel ermöglichen soll.



**Abbildung 3.** Bandspritzung auf einer 25 cm breiten Zielfläche (links) und mechanische Unkrautbekämpfung zwischen den Reihen (rechts).

### **ERGEBNISSE:**

Die Ernte erfolgte am 17. Oktober 2025. Der durchschnittliche Rübenenertrag über alle Varianten lag bei 81.5 t/ha (Abbildung 4).



**Abbildung 4.** Rübenenertrag im Versuch zur Herbizidreduktion im Zuckerrübenanbau.

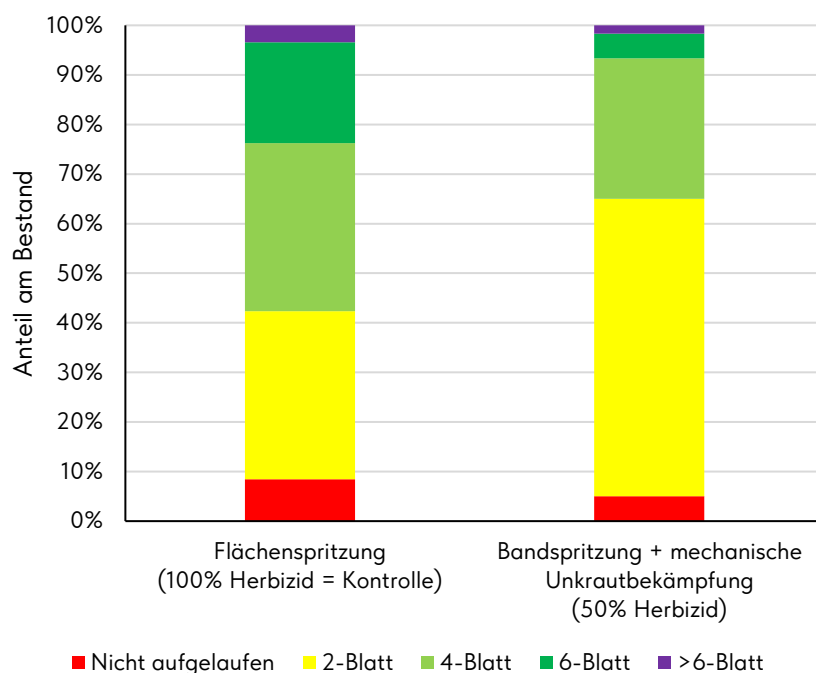
Ein detaillierter Ergebnisvergleich ist in Tabelle 5 dargestellt. Die Ergebnisse zeigen einen um 12% höheren Rübenenertrag in der Variante mit Bandspritzung, was teilweise durch die um 3% höhere Feldaufgangsrates in diesem Versuchsstreifen erklärt werden kann. Eine stärkere Spätverunkrautung in der Variante mit Bandspritzung und damit verbundene Konkurrenz um Nährstoffe und Wasser könnte den niedrigeren Zuckergehalt dieser Variante erklären. Dennoch ergab sich ein um 9% höherer Zuckerertrag in der herbizidreduzierten Variante mit Bandspritzung und mechanischer Unkrautbekämpfung.

**Tabelle 5.** Ergebnisübersicht des Versuchs zur Herbizidreduktion im Zuckerrübenanbau.

	Flächenspritzung (100 % Herbizid = Kontrolle)	Bandspritzung + me- chanische Unkrautbe- kämpfung (50 % Her- bizid)
<b>Rübenenertrag (t/ha)</b>	76.9	86.1
Differenz zu Kontrolle (%)	0	12.0
<b>Zuckergehalt (%)</b>	15.2	14.6
Differenz zu Kontrolle (%)	0	-0.6
<b>Zuckerertrag (t/ha)</b>	10.0	10.9
Differenz zu Kontrolle (%)	0	9

**WEITERE BEOBACHTUNGEN:**

Bonituren Mitte Mai (42 Tage nach der Aussaat) zeigten einen leicht höheren Feldaufgang in der herbizidreduzierten Variante (95 %) im Vergleich zur Flächenspritzung (92 %). Zuckerrüben unter flächiger Herbizidapplikation profitierten zu Beginn möglicherweise von einer schnelleren Jugendentwicklung aufgrund geringerer Unkrautkonkurrenz, was sich in einem höheren Anteil weiter entwickelter Pflanzen (Vierblattstadium und weiter) zeigt (Abbildung 5). Eine verbesserte Bodenbelüftung sowie eine erhöhte Stickstoffmineralisation infolge der mechanischen Hackdurchgänge könnten jedoch Faktoren gewesen sein, die zum späteren Ertragsvorteil der herbizidreduzierten Variante beigetragen haben.



**Abbildung 5.** Ergebnisse der Entwicklungsstadien-Bonitierung am 16. Mai 2025.

**WIRTSCHAFTLICHKEIT:**

Tabelle 6 zeigt einen Vergleich der wirtschaftlichen Ergebnisse. Die Erlöse basieren auf dem ausbezahlten Zuckerrübenpreis, der Rübenenertrag, Erdanhang, Zuckergehalt und Zuckerausbeute gemäss Laboranalyse nach der Anlieferung in die Zuckerfabrik berücksichtigt. Die Verfahrenskosten umfassen Maschinen-, Arbeits- und Betriebsmittelkosten. Die Erlösunterschiede zwischen den Varianten spiegeln den Trend der Ertragsmessungen wider. Die höheren Verfahrenskosten der Variante mit Bandspritzung sind vor allem auf die drei mechanischen Hackdurchgänge zurückzuführen, die durch die Einsparung von 50 % der Herbizidkosten nicht vollständig kompensiert werden konnten (siehe Tabelle 7).

**Tabelle 6.** Wirtschaftliche Ergebnisse des Versuchs zur Herbizidreduktion im Zuckerrübenanbau.

	Flächenspritzung (100% Herbizid = Kontrolle)	Bandspritzung + me- chanische Unkrautbe- kämpfung (50% Herbizid)
Erlös (CHF/ha)	4684	5136
Verfahrenskosten (CHF/ha)	3300	3794
Deckungsbeitrag (CHF/ha)	1384	1342
Deckungsbeitrag inkl. Direktzahlun- gen (CHF/ha)	3734	3942

Tabelle 7 zeigt einen Vergleich der Kosten für die Unkrautbekämpfung bei den verschiedenen Versuchsvarianten. Die deutlich höheren Kosten bei der Variante mit Herbizidreduktion sind auf die höheren Maschinenkosten pro Stunde oder Hektar zurückzuführen (6-reihiges Hackgerät mit Reihenspurführung: 62 CHF/ha oder 120 CHF/h gegenüber 21-m-Anbauspritze: 22 CHF/ha oder 90 CHF/h), insbesondere aufgrund höherer Abschreibungen und eines höheren Verschleisses bei mechanischen Unkrautbekämpfungsgeräten sowie einer geringeren Flächeneffizienz der mechanischen Unkrautbekämpfung aufgrund geringerer Arbeitsbreite und Fahrgeschwindigkeit (Feldversuch 2025: 6-reihiges Hackgerät = 0.6–1.1 h/ha gegenüber 21-m-Pflanzenspritze = 0.3 h/ha), was zudem deutlich höhere Arbeitskosten bei der mechanischen Unkrautregulierung verursacht und mehr Durchgänge erfordert, um den gleichen Unkrautbekämpfungserfolg wie bei der chemischen Unkrautregulierung zu erreichen.

**Tabelle 7.** Vergleich der Unkrautbekämpfungskosten (Zuckerrüben 2025).

	Flächenspritzung (100% Herbizid = Kontrolle)	Bandspritzung + mechanische Un- krautbekämpfung (50% Herbizid)
<b>Herbizidapplikation (2x)</b>		
Maschinenkosten (CHF/ha)	90	90
Herbizidkosten (CHF/ha)	94	47
Arbeitskosten (CHF/ha)	19	19
<b>Mechanische Unkrautbekämpfung (3x)</b>		
Maschinenkosten (CHF/ha)	-	460
Arbeitskosten (CHF/ha)	-	81
<b>Gesamtkosten Unkrautbekämpfung (CHF/ha)</b>	<b>203</b>	<b>697</b>

Berücksichtigt man die Produktionssystembeiträge bestehend für reduzierte Bodenbearbeitung (beide Varianten: 250 CHF/ha) sowie Herbizidreduktion mit Bandspritzung (250 CHF/ha), so er-

weist sich die herbizidreduzierte Variante als wirtschaftlicher. Zusätzlich erhalten Schweizer Zuckerrübenanbauer eine kulturspezifische Direktzahlung von 2100 CHF/ha, unabhängig von Bodenbearbeitungs- oder Unkrautbekämpfungssystemen, was die Wirtschaftlichkeit weiter unterstützt (Abbildung 6).

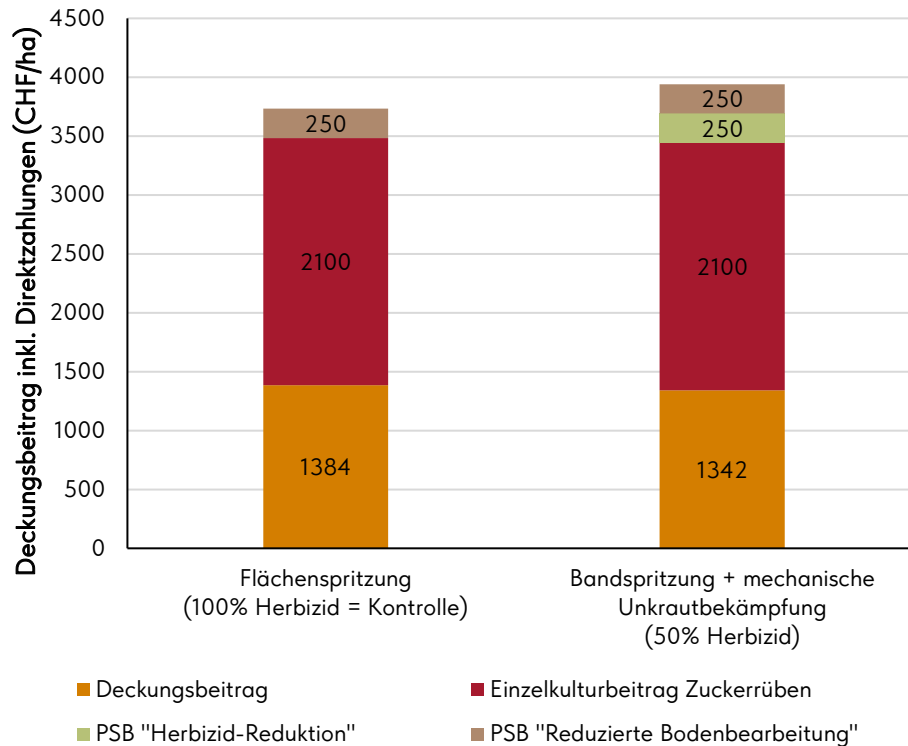


Abbildung 6. Deckungsbeitrag inklusive Direktzahlungen für die Versuchsvarianten.

### SCHLUSSFOLGERUNGEN:

- Die Ergebnisse dieses Versuchs zeigen, dass auch unter herbizidreduzierten Unkrautbekämpfungssystemen wettbewerbsfähige Ertragsniveaus erzielt werden können.
- Obwohl durch Bandspritzung eine Einsparung von 50 % der Herbizidkosten möglich ist, stellt die zusätzliche mechanische Unkrautbekämpfung aus wirtschaftlicher Sicht derzeit noch einen Nachteil dar. Ursache sind höhere Verfahrens- und Arbeitskosten (höherer Treibstoffverbrauch, Verschleiss, höhere Arbeitszeit aufgrund geringerer Flächenleistung) im Vergleich zur konventionellen Flächenspritzung.
- Zukünftige Versuche zur herbizidreduzierten Unkrautbekämpfung sind erforderlich, um das tatsächliche Schadpotenzial der mechanischen Unkrautbekämpfung auf die Kulturpflanzen genauer zu quantifizieren sowie mögliche Ertrags- und Effizienzsteigerungen durch weiterentwickelte kamerabasierte oder KI-gestützte Reihenführungssysteme wie PTx RowPilot zu bewerten.

### **1.3 Versuch zum Zeitpunkt der Strip-Till-Bodenbearbeitung bei Zuckerrüben**

#### **KONTAKT:**

Nils Zehner – AGCO Agronomy and Farm Solutions, Swiss Future Farm  
[nils.zehner@agcocorp.com](mailto:nils.zehner@agcocorp.com)

#### **HINTERGRUND:**

Strip-Till ist ein reduziertes Bodenbearbeitungsverfahren, bei dem der Boden nur in schmalen Streifen bearbeitet wird, in die später gesät wird, während der übrige Teil der Bodenoberfläche unbearbeitet bleibt und von Rückständen der Vorkultur bedeckt ist. Strip-Till kombiniert die Vorteile der konventionellen Bodenbearbeitung mit denen der Direktsaat, mit dem Ziel, ein gelockertes Saatbett zu schaffen, gleichzeitig jedoch die Bodenstruktur zu erhalten und Erosion sowie Bodenfeuchtverluste zu vermeiden. Die zeitliche Planung von Strip-Till-Massnahmen ist jedoch anspruchsvoll, da geeignete Bodenfeuchtebedingungen gegeben sein müssen und die Anforderungen an das Saatbett für eine optimale Keimung und Pflanzenentwicklung je nach Kultur stark variieren können. Landwirte müssen daher über den optimalen Zeitpunkt (Herbst oder Frühjahr) sowie über die Anzahl der Bearbeitungsgänge (einfach vs. mehrfach) entscheiden, um bestmögliche Bedingungen für die Aussaat zu schaffen.

#### **ZIELSETZUNG:**

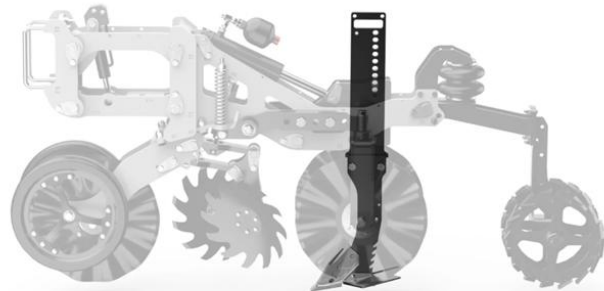
Ziel dieses Versuchs war es, den Ertrag von Zuckerrüben zu bewerten, die mit unterschiedlichen Strategien hinsichtlich des Zeitpunkts und der Anzahl der Bodenbearbeitungsgänge in einem Strip-Till-System angebaut wurden.

#### **VERSUCHSAUFBAU:**

Der Versuch wurde im Jahr 2025 auf der Swiss Future Farm als Streifenversuch durchgeführt. Die Strip-Till-Bearbeitung erfolgte mit einem Horizon Ag SPX Strip-Till-Gerät (Abbildung 7). Die Aussaat erfolgte am 4. April 2025 mit einer Saatstärke von 100.000 Körnern/ha bei einem Reihenabstand von 50 cm. Unkrautbekämpfung und Düngung waren über alle Versuchsvarianten identisch und umfassten einen hybriden Ansatz aus Bandspritzung und mechanischer Unkrautbekämpfung sowie zwei mineralische Düngergaben. Die verglichenen Versuchsvarianten sind in Tabelle 8 dargestellt.

**Tabelle 8.** Versuchsvarianten des Versuchs zum Zeitpunkt der Bodenbearbeitung bei Zuckerrüben.

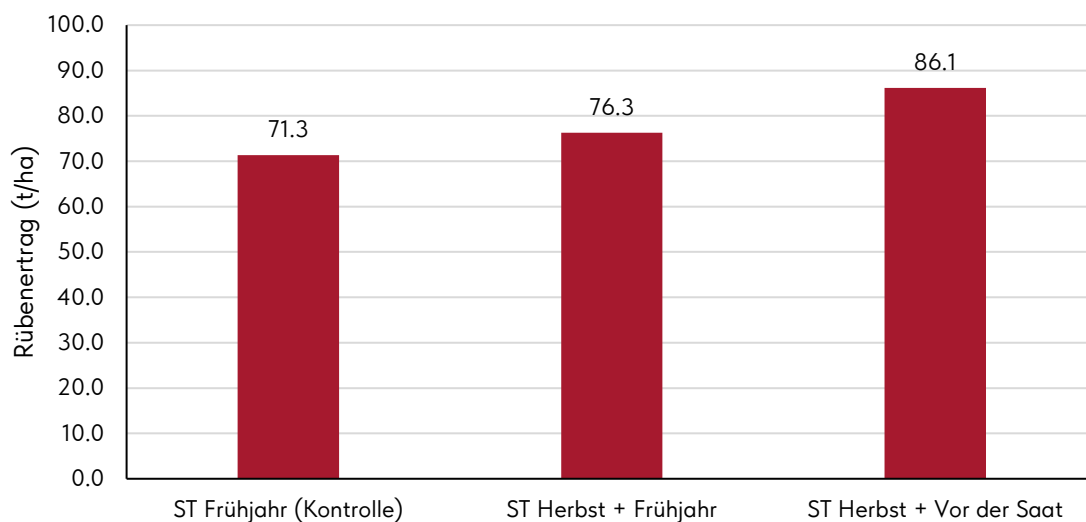
Variante	Bodenbearbeitungs-Massnahmen
ST Frühjahr (Kontrolle)	08.03.2025: Strip-Till-Durchgang mit Flügelschar (12 cm Tiefe)
ST Herbst + Frühjahr	22.09.2024: Strip-Till-Durchgang mit geradem Zinken (25 cm Tiefe) 08.03.2025: Strip-Till-Durchgang mit Flügelschar (12 cm Tiefe)
ST Herbst + Vor der Saat	22.09.2024: Strip-Till-Durchgang mit geradem Zinken (25 cm Tiefe) 03.04.2025: Strip-Till-Durchgang mit Flügelschar (12 cm Tiefe)



**Abbildung 7.** Horizon SPX Strip-Till-Gerät während der Feldarbeit (links), Flügelschar mit Tiefeneinstellung zur Streifenanlage für die spätere Aussaat (rechts).

## ERGEBNISSE:

Die Ernte erfolgte am 17. Oktober 2025. Das durchschnittliche Ertragsniveau über alle Versuchsvarianten hinweg lag deutlich unter dem langjährigen Standortmittel, mit einem durchschnittlichen Rübenenertrag von 77.9 t/ha (Abbildung 8).



**Abbildung 8.** Ergebnisse des Rübenenertrags des Versuchs zum Zeitpunkt der Bodenbearbeitung bei Zuckerrüben.

Ein detaillierter Ergebnisvergleich ist in Tabelle 9 dargestellt. Die Ergebnisse zeigen, dass die Anlage der Strip-Till-Streifen bereits im Herbst zu signifikanten Steigerungen des Rüben- und Zuckerertrags führte, während sich Unterschiede im Zuckergehalt weniger deutlich zeigten. Auffällig war insbesondere der deutliche Ertragsanstieg, wenn die Streifen unmittelbar vor der Aussaat angelegt wurden. Dies ist plausibel, da ein feineres Saatbett einen besseren Boden-Saatkorn-Kontakt sowie eine verbesserte Wurzelentwicklung ermöglicht. Der Anstieg des Zuckerertrags pro Hektar resultierte hauptsächlich aus der höheren Biomasse (Rübenertrag), während Unterschiede im Zuckergehalt zwischen den Behandlungen nur eine untergeordnete Rolle spielten.

**Tabelle 9.** Ergebnisübersicht des Versuchs zum Zeitpunkt der Bodenbearbeitung bei Zuckerrüben.

	ST Frühjahr (Kontrolle)	ST Herbst + Frühjahr	ST Herbst + Vor der Saat
<b>Rübenertrag (t/ha)</b>	<b>71.3</b>	<b>76.3</b>	<b>86.1</b>
Differenz zu Kontrolle (%)	0	7.0	20.8
<b>Zuckergehalt (%)</b>	<b>15.2</b>	<b>15.0</b>	<b>14.6</b>
Differenz zu Kontrolle (%)	0	-0.2	-0.6
<b>Zuckerertrag (t/ha)</b>	<b>9.3</b>	<b>9.8</b>	<b>10.9</b>
Differenz zu Kontrolle (%)	0	5.4	17.2

#### **WEITERE BEOBACHTUNGEN:**

Bonituren Mitte Mai (42 Tage nach der Aussaat) zeigten, dass der Feldaufgang bei nur einem Strip-Till-Durchgang im Frühjahr (ST Frühjahr) mit 78% signifikant geringer war. Dies weist auf ungünstigere Saatbettbedingungen für den Boden-Saatkorn-Kontakt und die Wurzelentwicklung hin. Die Varianten mit zwei Bearbeitungsgängen wiesen dagegen einen vergleichbar hohen Feldaufgang auf (97 % bei ST Herbst + Frühjahr und 95 % bei ST Herbst + Vor der Saat). Die Erfassung der Entwicklungsstadien zeigte zudem eine schnellere Jugendentwicklung im Versuchsstreifen ST Herbst + Frühjahr, was sich in einem höheren Anteil an Pflanzen im 6-Blatt-Stadium widerspiegelte (Abbildung 9).

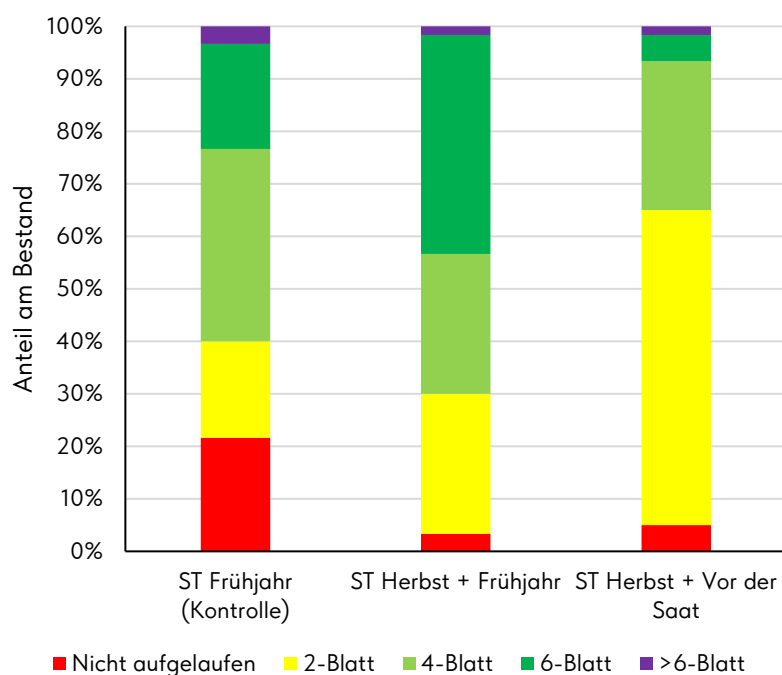


Abbildung 9. Ergebnisse der Entwicklungsstadien am 16. Mai 2025 (42 Tage nach der Aussaat).

#### WIRTSCHAFTLICHKEIT:

Tabelle 10 zeigt einen Vergleich der wirtschaftlichen Ergebnisse. Die Erlöse basieren auf dem ausbezahlten Zuckerrübenpreis, der Rübenenertrag, Erdanhang, Zuckergehalt und Ausbeute gemäss Laboranalyse nach Anlieferung an die Zuckerfabrik berücksichtigt. Die Verfahrenskosten beinhalten die Maschinen-, Arbeits- und Betriebsmittelkosten. Bei den Zweifach-Bearbeitungsvarianten waren die Verfahrenskosten für ST Herbst + Vor der Saat höher, da die Flächenleistung (0.94 h/ha) für den zweiten Strip-Till-Durchgang aufgrund geringerer Fahrgeschwindigkeit zur Erzeugung eines geeigneten Saatbettes niedriger war als bei ST Herbst + Frühjahr (0.72 h/ha). Unter Einbeziehung der Direktzahlungen, bestehend aus dem Einzelkulturbeitrag für Zuckerrüben (2100 CHF/ha) sowie Produktionssystem-Beiträgen für reduzierte Bodenbearbeitung (250 CHF/ha) und Herbizidreduzierung (250 CHF/ha) für alle Versuchsvarianten, wurden die höchsten Deckungsbeiträge bei den Varianten mit zwei Strip-Till-Durchgängen erzielt.

Tabelle 10. Wirtschaftliche Ergebnisse des Versuchs zum Zeitpunkt der Bodenbearbeitung bei Zuckerrüben.

	ST Frühjahr (Kontrolle)	ST Herbst + Frühjahr	ST Herbst + Vor der Saat
Erlös (CHF/ha)	4353	4655	5136
Verfahrenskosten (CHF/ha)	3632	3744	3794
Deckungsbeitrag (CHF/ha)	721	911	1342
Deckungsbeitrag inkl. Direktzahlungen (CHF/ha)	3321	3511	3942
Differenz zu Kontrolle (CHF/ha)	0	190	621

### **SCHLUSSFOLGERUNGEN:**

- Strip-Till mit einem zweifachen Bearbeitungskonzept, bestehend aus einem ersten Durchgang zur Streifenanlage im Herbst und einem zweiten Durchgang im Frühjahr, erwies sich gegenüber einem einmaligen Strip-Till-Durchgang im Frühjahr als vorteilhafte Praxis zur Erzielung höherer Zuckerrübenenerträge. Die zusätzlichen Verfahrenskosten für einen zweiten Strip-Till-Durchgang wurden unter den Bedingungen dieses Versuchs durch die höheren Erträge mehr als kompensiert.
- Eine Bodenbearbeitung im Herbst in Kombination mit einer zweiten Bearbeitung unmittelbar vor der Aussaat ermöglichte eine Steigerung des Rübenetrags von bis zu 21% und des Zuckerertrags von bis zu 17% im Vergleich zur Kontrollvariante mit nur einem Strip-Till-Durchgang im Frühjahr.

### **Weitere Informationen**

Strip-Till-Gerät Horizon Ag SPX:

<https://www.horizonagriculture.com/spx>

## 1.4 Sorghum als alternatives Grundfutter zu Silomais

### KONTAKT:

Nils Zehner - Agronomy and Farm Solutions, Swiss Future Farm

[nils.zehner@agcocorp.com](mailto:nils.zehner@agcocorp.com)

### HINTERGRUND:

Die Sorghum-Pflanze (*Sorghum bicolor*) stammt ursprünglich aus Afrika und ist in Europa bislang noch eine vergleichsweise wenig bekannte Kulturpflanze. Wie Mais ist Sorghum eine C4-Pflanze und gut an aride bis semiaride Bedingungen angepasst. Unter bestimmten Umständen kann Sorghum eine interessante Alternative zu Mais darstellen:

- Ertragssicherheit an trockenen Standorten und in trockenen Jahren
- Diversifizierung der Fruchtfolge
- Geringere Anfälligkeit gegenüber Krankheiten und Schädlingen (z. B. Maiszünsler, Maiswurzelbohrer, Krähen und Wildschweine)
- Kurze Vegetationsdauer
- Geringe Ansprüche an Nährstoffe und Boden

Demgegenüber stehen folgende Nachteile des Sorghumanbaus:

- Schwaches Jugendwachstum bei ungünstiger Witterung
- Geringerer Futterwert im Vergleich zu Mais
- Pflanzenlänge (bis zu 4 m) und erhöhte Lagerneigung
- Gehalt an Blausäure

Der Sammelbegriff „Sorghum“ umfasst verschiedene Typen von Sorghumhirsen. Zum einen gibt es Körner-Sorghum zur Körnerproduktion sowie Sorten für die Fütterung. Futter-Sorghum wird nach dem Nutzungstyp klassifiziert. Dabei wird zwischen einmaligem Schnitt (*Sorghum bicolor*, *Sorghum saccharatum*) und mehrschnittigen Sudan-Gräsern (*Sorghum sudanese*) unterschieden.

### ZIELSETZUNG:

Ziel dieses Versuchs war es, die Eignung von Sorghum als Alternative zu Silomais in der Fruchtfolge zu untersuchen, indem Ertrag und Futterqualität von drei unterschiedlichen einschnittigen Sorghum-Sorten bewertet wurden.

### VERSUCHSAUFBAU:

Der Versuch wurde im Jahr 2025 auf der Swiss Future Farm als Streifenversuch durchgeführt. Zum Einsatz kam eine Precision Planting-Einzelkornsämaschine auf einer Fläche mit reduzierter Bodenbearbeitung (Kreiselegge + Strip-Till) nach Kunstwiese. Der Saattermin für alle verglichenen

Sorghum-Sorten war der 17. Juni 2025 (Tabelle 11). Saatstärke und Ablagetiefe orientierten sich an den Empfehlungen der Saatgutanbieter für Termin und Klima des Versuchsstandorts. Unkrautbekämpfung und Düngung erfolgten einheitlich über alle Versuchsvarianten hinweg mit einer Herbizid-Massnahme (Banvel 4S, 0.6 l/ha) sowie einer Düngergabe von 55.2 kg N/ha in Form von Harnstoff (46% N, Aufwandmenge 120 kg/ha).

**Tabelle 11.** Sorten und Sätechnik-Einstellungen im Sorghum-Versuch 2025.

Sorte	Genetik	Reihenabstand (cm)	Saatstärke (Körner/ha)	Ablage-tiefe (cm)
ES Arigato	Sorghum bicolor x Sorghum bicolor (BMR <sup>1</sup> -Typ)	50	240,000	4.0
KWS Kallisto	Sorghum bicolor x Sorghum sudanese (Sudangras-Kreuzung)	50	200,000	4.0
ES Willy	Sorghum bicolor (Körner-Typ)	50	300,000	3.0

<sup>1</sup>Brown Midrib-(BMR)-Sorghum: Konventionell gezüchteter Sorghum mit niedrigem Ligningehalt (BMR-6-Gen), erkennbar an der braunen Mittelrippe der Blätter. Dies führt zu höherer Faserverdaulichkeit, besserer Schmackhaftigkeit und effizienterer Energienutzung zur Steigerung der Milch- und Fleischleistung.

Die Sorten wurden gezielt ausgewählt, um folgende Potenziale zu vergleichen:

- ES Arigato: Hoher Ertrag bei gleichzeitig hoher Futterqualität
- KWS Kallisto: Hoher Ertrag und gute Silierfähigkeit durch hohen TS-Gehalt
- ES Willy: Kurze Pflanzenhöhe für einfachere Ernte und hohe Trockenstress-Toleranz



**Abbildung 10.** Reifende Sorghum-Pflanzen Mitte September (links) und die Grenze zwischen den Sorghum-Sorten KWS Kallisto und ES Willy Mitte August (rechts) auf der Versuchsfläche.

**ERGEBNISSE:**

Die Ernte zur Silage erfolgte am 6. November 2025 mit einem Feldhäcksler und Maisgebiss. Abbildung 11 fasst die Ertragsergebnisse zusammen und enthält zusätzlich Referenzertragsdaten von Silomais aus demselben Jahr und Standort. Der Frischmasseertrag lag zwischen 25 und 42 t/ha, wobei nur KWS Kallisto ein mit Silomais vergleichbares Niveau erreichte. Der Trockenmassegehalt des Sorghums lag mit 22-27% deutlich unter dem angestrebten Wert von ca. 35 % bei Silomais. Entsprechend betrug der Trockenmasseertrag lediglich 6–11 t/ha, was nur etwa ein Drittel bis die Hälfte des durchschnittlich erwarteten TS-Ertrags von Silomais am Standort darstellt. Trotz des späten Erntetermins konnte der angestrebte TS-Gehalt für optimale Sorghum-Silage (28-32 %) innerhalb von 142 Vegetationstagen unter den gemässigten klimatischen Bedingungen und den schweren, kühlen Böden nicht erreicht werden. Insgesamt zeigte der Sudangras-Kreuzungstyp KWS Kallisto klare Vorteile hinsichtlich Ertrag und Trockenmasse im Vergleich zum BMR-Typ (ES Arigato) und zum Körner-Typ (ES Willy).

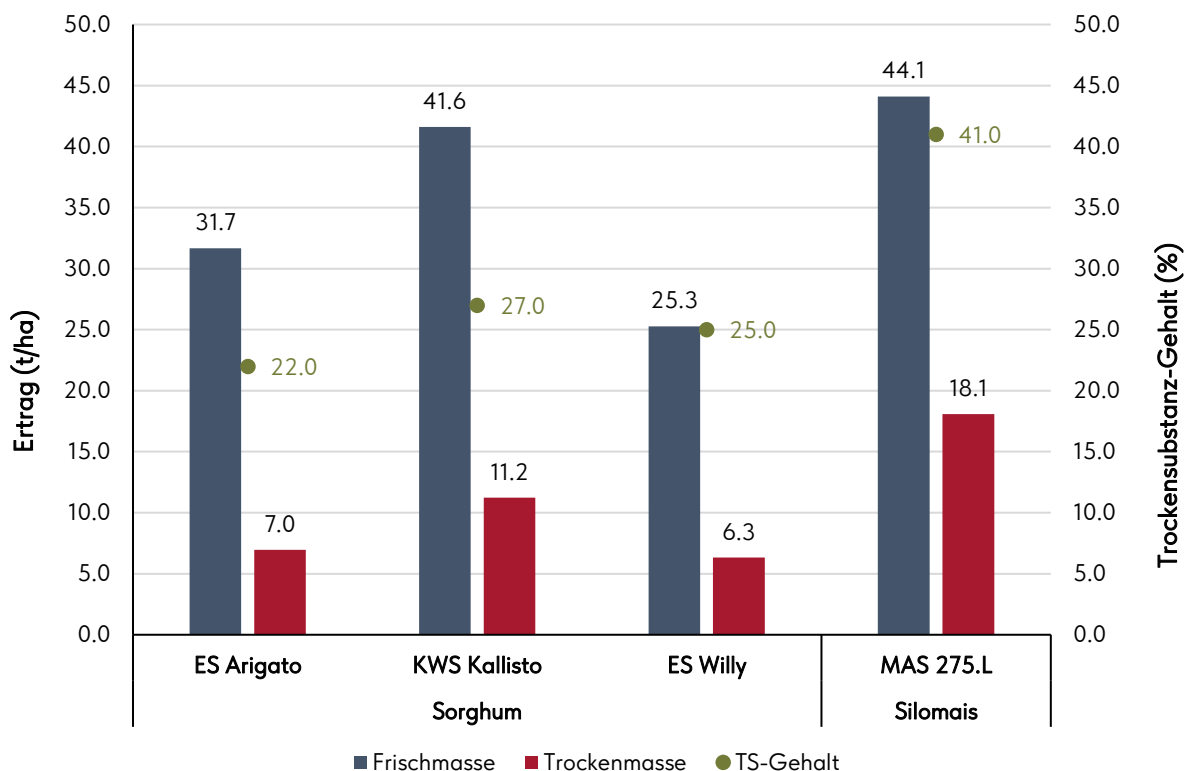


Abbildung 11. Ertragsdaten des Sorghum-Versuchs 2025.

**WEITERE BEOBACHTUNGEN:**

Nach der Ernte wurde das Sorghum mit einem stationären Rundballenwickler (Orkel MP2000) separat für jede Sorte siliert. Proben zur Futterwertanalyse wurden nach 9-wöchiger Silierdauer am 12. Januar 2026 entnommen und mit Silomaiswerten desselben Betriebs verglichen (Tabelle 12).

Die Ergebnisse zeigen:

- ES Arigato und ES Willy erzielten die höchsten NEL-Gehalte und damit den höchsten Futterwert für die Milchproduktion.
- ES Arigato profitierte als BMR-Typ von extrem niedrigen Ligningehalt (ADL 17 g/kg TS) und sehr guter Faserverdaulichkeit.
- KWS Kallisto wies aufgrund hoher ADF- (423 g/kg TS) und ADL-Werte (35 g/kg TS) die geringste Energieverfügbarkeit auf.
- ES Willy kompensierte den höheren Faseranteil durch einen sehr hohen Rohproteingehalt (133 g/kg TS).

Silomais erzielte mit 6.6 MJ NEL/kg TS einen deutlich höheren Energiegehalt als alle Sorghum-Varianten, hauptsächlich bedingt durch den sehr niedrigen ADF-Gehalt von 196 g/kg TS.

**Tabelle 12.** Ergebnisse zur Futterqualität nach Laboranalyse für den Sorghum-Versuch 2025.

Parameter	ES Arigato (BMR-Typ)	KWS Kallisto (Sudangras- Kreuzung)	ES Willy (Körner-Typ)	MAS 275.L (Silomais)
TS <sup>1</sup> -Gehalt (%)	24.6	24.5	24.7	40.5
pH-Wert	4.1	4.7	4.3	3.9
Rohprotein (g/kg DM)	102	84	133	67
NDF <sup>2</sup> (g/kg DM)	663	686	624	358
ADF <sup>3</sup> (g/kg DM)	357	423	352	196
ADL <sup>4</sup> (g/kg DM)	17	35	30	11
Rohasche (g/kg DM)	65	63	81	32
Rohfett (g/kg DM)	32	24	26	29
NEL <sup>5</sup> (MJ/kg DM)	5.5	4.7	5.4	6.6

<sup>1</sup> TS = Trockensubstanz

<sup>2</sup> NDF = Neutral Detergent Fiber ist ein Maß für den Gesamtgehalt an unverdaulichen Zellwandbestandteilen (Cellulose, Hemicellulose, Lignin) in Raufutter. Ein niedrigerer NDF-Wert weist auf eine höhere Futterqualität und Energiedichte hin.

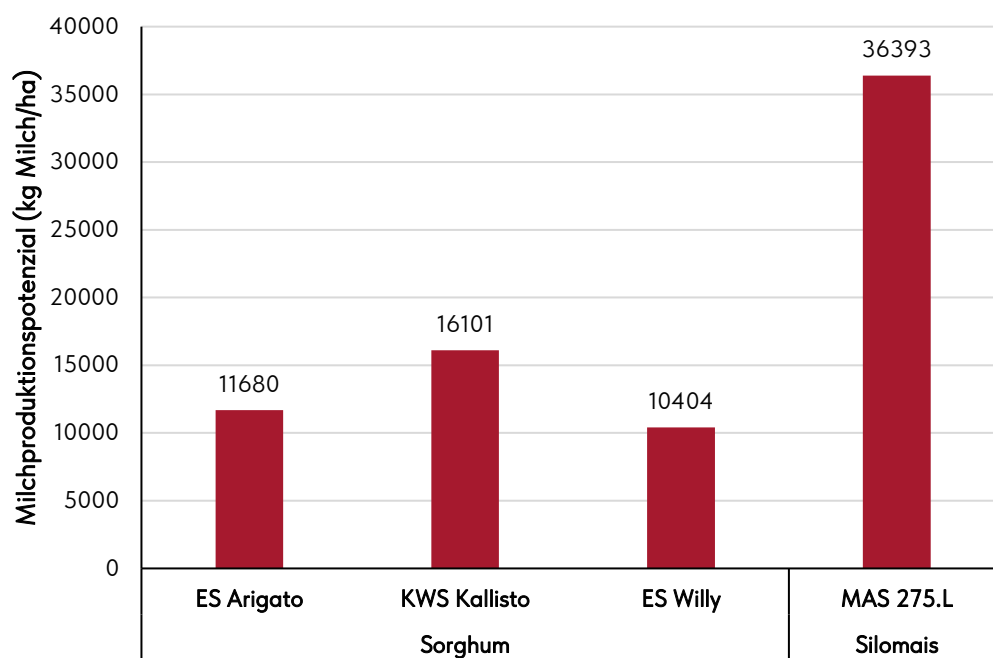
<sup>3</sup> ADF = bezeichnet den Anteil der am schwersten verdaulichen Zellwandbestandteile (Lignin und Cellulose) im Futter. Ein hoher ADF-Wert deutet auf eine geringere Verdaulichkeit und einen geringeren Energieertrag hin.

<sup>4</sup> ADL = Acid Detergent Lignin gibt den Ligningehalt in Futtermittelproben an. Lignin ist der am wenigsten verdauliche Bestandteil der pflanzlichen Zellwand; ein hoher ADL-Wert deutet auf eine geringere Verdaulichkeit hin.

<sup>5</sup> NEL = Net Energy Lactation; die in Megajoule angegebene Energiemenge in einem Futtermittel, die für die Milchproduktion zur Verfügung steht.

Abbildung 12 zeigt das Milchleistungspotenzial (kg Milch/ha) in einer rechnerischen Betrachtung auf der Grundlage des in diesem Versuch ermittelten Trockenmasseertrags und der Energiedichte (Nettoenergie Laktation; Bedarf: 3.28 MJ NEL/kg Milch).

Im Vergleich war das Milchproduktionspotenzial pro Hektar bei Sorghum deutlich geringer und lag bei nur 28.6–44.2 % des Potenzials, das bei Silomais zu erwarten ist.



**Abbildung 12.** Milchproduktionspotenzial (kg/ha) auf Basis des Energiegehalts (Nettoenergie Laktation) im Sorghum-Versuch 2025.

### WIRTSCHAFTLICHKEIT:

Die Wirtschaftlichkeitsanalyse (Tabelle 13) basiert auf einem angenommenen Erlös von 43.50 CHF/t Frischmasse für Sorghum (abgeleitet vom Preis für Silomais  $\leq 30\%$  TS). Die Verfahrenskosten beinhalten sämtliche Maschinen-, Arbeits- und Betriebsmittelkosten. Ein Produktionssystembeitrag für Reduzierte Bodenbearbeitung von 250 CHF/ha für Strip-Till wurde für alle Versuchsvarianten angesetzt. Unter diesen Annahmen erwies sich KWS Kallisto als wirtschaftlich sinnvollste Sorghum-Sorte, da der Ertragsrückgang im Vergleich zu Silomais am geringsten war.

**Tabelle 13.** Ergebnisse zur Wirtschaftlichkeit des Sorghum-Versuchs 2025.

	ES Arigato	KWS Kallisto	ES Willy	Silomais MAS 275.L (Referenz)
Erlös (CHF/ha)	1377	1810	1100	2558
Verfahrenskosten CHF/ha)	1396	1355	1441	2008
Deckungsbeitrag CHF/ha)	-19	455	-341	550
Deckungsbeitrag + Direktzahlungen (CHF/ha)	231	705	-91	800
Differenz zu Silomais (CHF/ha)	-596	-95	-891	0

Ausgehend von den spezifischen Erträgen der Sorghum-Sorten und der Referenz-Maissilage (67 g/kg TM Rohprotein, 18.1 t/ha TM-Ertrag) wurde ein Vergleich des Netto-Proteinetrags pro Hektar auf der Grundlage folgender Berechnungsgrundlage durchgeführt:

- Referenz-Mais: 1'212.7 kg Rohprotein pro Hektar ( $18 \cdot 100 \text{ kg TM} \times 0,067$ ).
- Preis für Proteinkonzentrat: ca. 0.79 CHF/kg (basierend auf Sojaschrotl mit 44% Protein, umgerechnet auf reines Protein ca. 1.80 CHF/kg Protein-Äquivalent). Dieser Wert entspricht den Einsparungen (oder Mehrkosten), die entstehen, wenn Proteinkonzentrat aus der Ration entfernt oder dieser hinzugefügt wird.

Die Ergebnisse zeigen, dass die Sorghum-Sorten trotz ihres höheren Proteingehalts keinen Vorteil hinsichtlich des Proteinetrags pro Hektar gegenüber Silomais bieten (Tabelle 14).

**Tabelle 14.** Vergleich des Netto-Proteinetrags pro Hektar für den Sorghum-Versuch 2025.

Sorte	Trockenmasse-Ertrag (t/ha)	Rohprotein (g/kg DM)	Protein-Ertrag (kg/ha)	Differenz zu Silomais (kg/ha)	Differenz zu Silomais (CHF/ha)
Silomais (Referenz)	18.1	67	1212.7	0	0
Sorghum ES Arigato	7.0	102	714.0	-498.7	-898
Sorghum KWS Kallisto	11.2	84	940.8	-271.9	-489
Sorghum ES Willy	6.3	133	837.9	-374.8	-675

Aufgrund des sehr hohen Trockenmasseertrags pro Hektar (18.1 t/ha) liefert Silomais mehr Eiweiß pro Hektar als die Sorghumsorten mit ihren geringeren Erträgen (6.3–11.2 t/ha), obwohl er eine geringere Eiweisskonzentration pro kg Futter aufweist. Bei einer Differenzierung der Sorghum-Sorten schneidet KWS Kallisto von den drei Sorten am besten ab, da sein höherer Trockenmasseertrag den geringeren Proteingehalt teilweise ausgleicht. Obwohl Sorghum ES Willy die höchste Proteinkonzentration (133 g/kg TM) aufweist, kann es sein Ertragsdefizit von fast 12 t/ha TM im Vergleich zu Silomais nicht ausgleichen.

Unter den gegebenen Ertragsbedingungen müssten Milchviehhalter zwischen 489 und 898 CHF pro Hektar Sorghum für zusätzliches Proteinkonzentrat ausgeben, um denselben Proteingehalt wie bei Silomais zu erreichen.

## **SCHLUSSFOLGERUNGEN:**

Der Vergleich der drei Sorghum-Sorten mit Silomais in diesem zeigt die folgenden Erkenntnisse für Anbau und Fütterung:

- Alle untersuchten Sorghum-Sorten liegen beim Energiegehalt deutlich unter Silomais.
- Zur Sicherstellung stabiler Milchleistungen ist bei Sorghum-Rationen eine zusätzliche Energieergänzung (Getreide, Körnermais) notwendig.

Die Futterqualität variiert stark je nach Sortentyp:

- KWS Kallisto: Eher Struktur- und Jungviehfutter
- ES Arigato (BMR): Beste Alternative für leistungsstarke Milchkühe
- ES Willy: Hoher Proteingehalt, aber geringe Flächenleistung

Aus pflanzenbaulicher Sicht kann Sorghum in Trockenjahren die Grundfütterversorgung absichern, da es mit rund 30 % weniger Wasser stabilere Erträge liefert. Dem steht häufig ein später Erntetermin mit potenziellen Bodenschäden gegenüber.

Sorghum ist eine sinnvolle Ergänzung für Betriebe mit hohem Trockenstress-Risiko. Für Betriebe mit sicherer Wasserversorgung und Fokus auf maximale Energiedichte bleibt Silomais die bevorzugte Kultur.

## **Weitere Informationen zu den Sorghum-Sorten:**

ES Arigato:

<https://lidea-seeds.com/products/arigato>

KWS Kallisto:

<https://www.kws.com/de/de/produkte/sorghum/sortenubersicht/kws-kallisto/>

ES Willy:

<https://lidea-seeds.de/products/es-willy>

## 1.5 Versuch zur variablen Saatstärke bei Silomais

### KONTAKT:

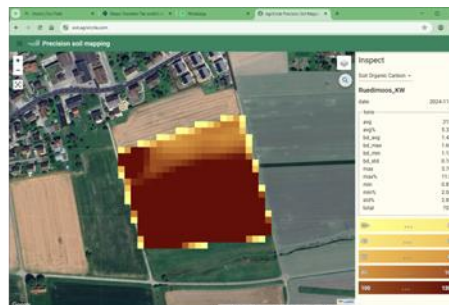
Nils Zehner - Agronomy and Farm Solutions, Swiss Future Farm

[nils.zehner@agcocorp.com](mailto:nils.zehner@agcocorp.com)

### ZIELSETZUNG:

Ziel dieser Studie war es, Ertrag und Verfahrenskosten von Silomais bei einheitlicher Saatstärke mit einer variablen Saatstärke zu vergleichen. Dabei wurden zwei unterschiedliche Ansätze zur variablen Aussaatstärke untersucht:

1. Sensorbasierte Echtzeitregelung mit Precision Planting vSet™ Organic Matter Control unter Verwendung der SmartFirmer™ Bodensensoren
2. Applikationskarte auf Basis der Agricircle-DORA-Software mit satellitengestützter Kartierung des organischen Bodenkohlenstoffs<sup>1</sup> (Abbildung 13).



OM%	Population	Starter	Nitrogen
< 1.0%	28,000	15.0 gal/acre	28.0 gal/acre
1.0 %	32,000	13.0 gal/acre	22.0 gal/acre
1.8 %	34,000	12.0 gal/acre	17.0 gal/acre
2.3 %	35,000	7.0 gal/acre	13.0 gal/acre
2.8 %	38,000	7.0 gal/acre	13.0 gal/acre
Average Organic Matter	2.0		



**Abbildung 13.** Precision Planting SmartFirmer Bodensensor zur Ansteuerung der Sämaschine und Einstellung der Saatstärke basierend auf organischer Substanz über das 20/20 Gen 3 Terminal (links) sowie Erstellung der Applikationskarte anhand von Satellitenbildern in der Agricircle-DORA-Software und Anzeige der Versuchsvarianten im Terminal (rechts).

**VERSUCHSAUFBAU:**

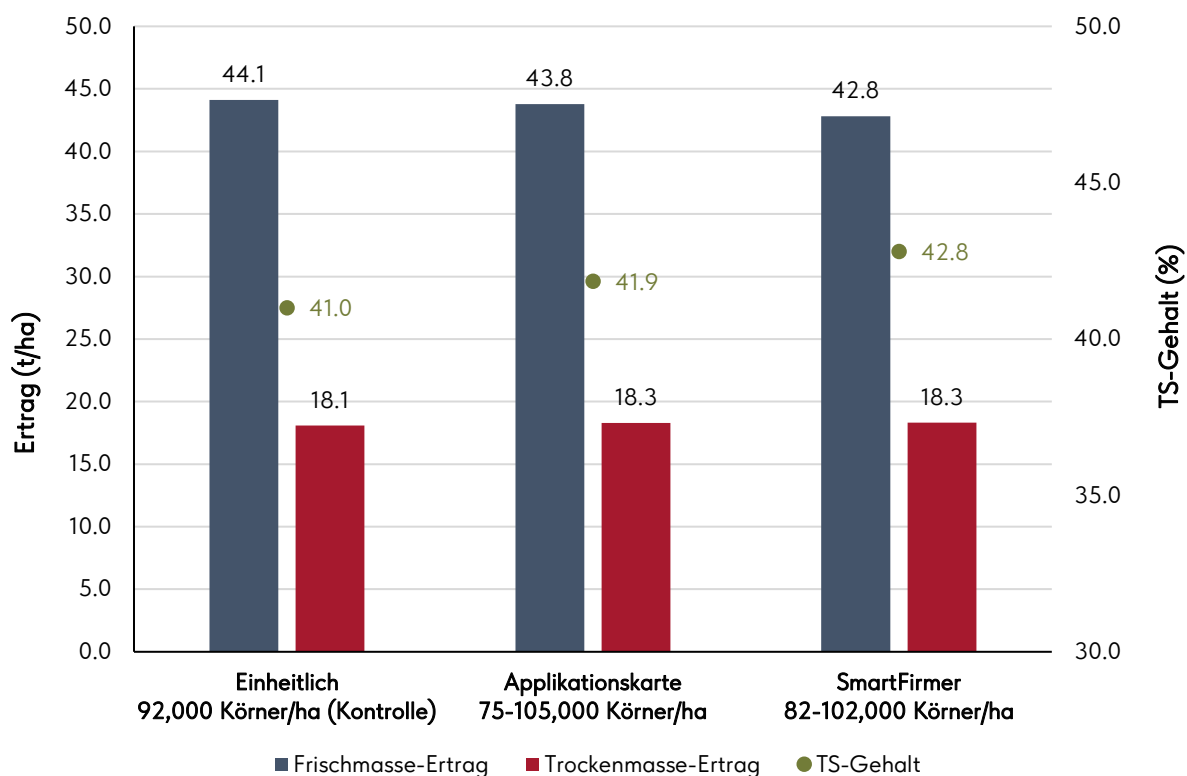
Der Versuch wurde 2025 auf der Swiss Future Farm als streifenförmiger Side-by-Side-Versuch auf einem Feld mit heterogenen Bodenbedingungen hinsichtlich Textur, Feuchte und organischer Substanz durchgeführt. Der Saattermin war der 16. Mai 2025. Als Sorte wurde MAS 275.L verwendet. Der Precision-Planting-Modus OM Control passt die Aussaatstärke automatisch an den durch SmartFirmer-Sensoren gemessenen Gehalt an organischer Substanz an, basierend auf benutzerdefinierten Schwellenwerten. Die Basispopulation (auch für die Flat-Rate-Variante) lag bei 92.000 Körnern/ha und wurde für die Variante mit variabler Saatstärke entsprechend dem gemessenen Gehalt an organischer Substanz angepasst. Die Applikationskarte wurde auf Grundlage der von der Agrircircle-DORA-Software ausgewiesenen Werte für organischen Bodenkohlenstoff erstellt. Die Tabelle 15 dargestellten Einstellungen wurden miteinander verglichen.

**Tabelle 15.** Einstellungen der Sämaschine für den Versuch zur variablen Saatstärke bei Silomais.

Variante	Ablagetiefe	Saatstärke
Einheitlich	5.1 cm	92,000 Körner/ha
Applikationskarte	5.1 cm	75,000-105,000 Körner/ha
SmartFirmer	5.1 cm	82,000-102,000 Körner/ha

**ERGEBNISSE:**

Die Ernte erfolgte am 17. Oktober 2025. Abbildung 14 fasst die Ertragsergebnisse zusammen. Der Frischmasseertrag war bei der Flat-Rate-Variante am höchsten. Für Silomais ist jedoch der Vergleich auf Trockenmassebasis entscheidend, da der Trockenmassegehalt maßgeblich für die Rationsberechnung in der Milchviehfütterung ist und den tatsächlich nutzbaren Nährstofftrag unabhängig vom Wassergehalt widerspiegelt. Aufgrund eines höheren Trockenmassegehalts erzielten beide Varianten mit variabler Saatstärke einen Trockenmasse-Mehrertrag von 0.2 t/ha, was einer Ertragssteigerung von 1.1 % entspricht.



**Abbildung 14.** Ertragsübersicht des Versuchs zur variablen Saatstärke bei Silomais.

Basierend auf den tatsächlichen Ausbringungsdaten der Sämaschine konnten mit dem Applikationskarten-Ansatz Saatguteinsparungen von 29 CHF/ha erzielt werden. Die variable Aussaat mit SmartFirmer führte hingegen zu keinen nennenswerten Saatguteinsparungen (Tabelle 16).

**Tabelle 16.** Ausgesäte Bestandesdichte und Saatgutkosten.

Variante	Körner/ha (n)	Saatgut-Kosten (CHF/ha)	Differenz zu Kontrolle (CHF/ha)
Einheitlich (Kontrolle)	93'804	272	0
Applikationskarte	83'897	243	29
SmartFirmer	93'542	271	1

#### WEITERE BEOBACHTUNGEN:

Die Futterqualität wurde durch Laboranalysen von Futterproben zur Ernte bestimmt (Tabelle 17). Ein hoher Futterwert ergibt sich aus einer Kombination von hoher Energie (NEL), hoher Verdaulichkeit (ELOS) und guter Stärkeverfügbarkeit (CSPS). Die Ergebnisse zeigen einen leicht höheren Futterwert für Silomais, der mit Precision Planting SmartFirmer ausgesät wurde. Der Corn Silage Processing Score (CSPS) als ein Indikator für die Kornaufbereitung durch den Feldhäcksler, lag bei allen Varianten mit >70 % auf einem sehr guten Niveau.

**Tabelle 17.** Ergebnisse der Laboranalyse für Futterproben aus dem Variable Rate Aussaat-Versuch bei Silomais.

Variante	TM <sup>1</sup> Gehalt (%)	Stärke (% von TM)	ELOS <sup>2</sup> (%)	CSPS <sup>3</sup> (%)	NEL <sup>4</sup> (MJ/kg TM)
Flat Rrate (Kontrolle)	41.0	39.6	74.3	74.2	6.8
Applikationskarte	41.8	38.9	74.1	73.5	6.7
SmartFirmer	42.8	41.2	75.0	71.9	6.8

<sup>1</sup> TM = Trockenmasse

<sup>2</sup> ELOS = enzymlösliche organische Substanz (Verdaulichkeitsparameter).

<sup>3</sup> CSPS = Corn Silage Processing Score; je höher der CSPS-Wert, desto besser werden die Maiskörner in der Silage verarbeitet und desto besser kann das Tier die Stärke verwerten.

<sup>4</sup> NEL = Nettoenergie für die Laktation; die in Megajoule angegebene Energiemenge in einem Futtermittel, die für die Milchproduktion zur Verfügung steht.

### WIRTSCHAFTLICHKEIT:

Tabelle 18 zeigt die Erlöse der einzelnen Versuchsvarianten bei einem angenommenen Silomaispreis von 58 CHF/t Frischmasse (>40 % TM). Die Verfahrenskosten umfassen Maschinen-, Arbeits- und Betriebsmittelkosten.

Die Technologiekosten wurden betriebspezifisch für die Swiss Future Farm (80 ha landwirtschaftliche Nutzfläche) berücksichtigt:

- Applikationskarte: 9.60 CHF/ha (Software 5.00 CHF/ha + Bodenproben 4.60 CHF/ha)
- SmartFirmer-Sensoren: 4.50 CHF/ha (Abschreibung)

Zusätzlich wurden Direktzahlungen (Produktionssystembeitrag «Reduzierte Bodenbearbeitung») von 250 CHF/ha für die Strip-Till-Bewirtschaftung berücksichtigt. Trotz leichter Mehrerträge konnten die geringeren Frischmasseerträge der Varianten mit variabler Saatstärke nicht durch Saatguteinsparungen kompensiert werden. Dadurch ergab sich ein um bis zu 81 CHF/ha geringerer Deckungsbeitrag.

**Tabelle 18.** Wirtschaftliche Ergebnisse des Variable Rate Aussaat-Versuchs bei Silomais.

	Einheitlich 92,000 Körner/ha (Kontrolle)	Applikationskarte 75-105,000 Körner/ha	SmartFirmer 82-102,000 Körner/ha
Erlös (CHF/ha)	2558	2539	2482
Verfahrenskosten (CHF/ha)	2008	1990	2013
Deckungsbeitrag (CHF/ha)	550	549	469
Deckungsbeitrag + Direktzahlungen (CHF/ha)	800	799	719
Differenz zu Kontrolle (CHF/ha)	0	-1	-81

**SCHLUSSFOLGERUNGEN:**

Zahlreiche Studien zeigen, dass eine variable Saatstärke insbesondere auf Flächen mit hoher Variabilität in Bodenfruchtbarkeit, Wasserverfügbarkeit und Hangneigung Vorteile bietet. Unter den Bedingungen dieses Versuchsstandorts – geprägt durch kleine, fragmentierte Schläge ( $\leq 5$  ha) – kommen diese Vorteile jedoch nur eingeschränkt zum Tragen.

Die variable Saatstärke führte in dieser Studie zu einem Ertragszuwachs von etwa 1 %, was im Einklang mit früheren Untersuchungen (1–3 %) steht. Wirtschaftlich besteht jedoch das Risiko, dass Mehrertrag und Saatguteinsparungen die zusätzlichen Technologie- und Implementierungskosten nicht ausgleichen. Abhängig von den Standortbedingungen kann daher eine konstante Saatstärke in Kombination mit anderen Technologien, etwa zur Sicherstellung gleichmässiger Saattiefe, präziser Ablage und besserer Erhalt der Bodenfeuchte, die wirtschaftlichere Lösung darstellen.

Betriebsindividuelle On-Farm-Versuche mit Testparzellen und präzise abgegrenzten Managementzonen, basierend auf Ertragskarten und Bodendaten, sind entscheidend, um den tatsächlichen Nutzen variabler Saatstärken valide zu bewerten.

**Literatur:**

<sup>1</sup> Yuzugullu, O., Fajraoui, N., Don, A., & Liebisch, F. (2024). Satellite-based soil organic carbon mapping on European soils using available datasets and support sampling. *Science of Remote Sensing*, 9, 100118. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666017224000026>

## 1.6 50cm Reihenabstand im Körnermais

### KONTAKT

Florian Bachmann, Arenenberg, [florian.bachmann@tg.ch](mailto:florian.bachmann@tg.ch)

Philipp Hanhart, Hanhart Agrartechnik, [hanhartagrartechnik@shinternet.ch](mailto:hanhartagrartechnik@shinternet.ch)

### HINTERGRUND

Im Maisanbau hat sich ein Reihenabstand von 75cm etabliert. Mit der Einführung Reihenunabhängiger Maispflücker bzw. Maispflückern für andere Reihenabstände ist man jedoch nicht mehr an diesen etablierten Reihenabstand gebunden. Die LfL Bayern oder die FH Kiel haben in jüngerer Vergangenheit Vergleiche unterschiedlicher Reihenabstände angestellt. Es wird, angenommen dass vor allem engere Reihenabstände eine bessere Nährstoffausnutzung, eine höhere Durchwurzelungsintensität, eine höhere Resistenz gegen Trockenstress und eine Reduktion der Bodenerosion zur Folge haben. Einige messbare Resultate waren reduzierte Evaporation durch früheren Bestandschluss, 10% Mehrertrag bei Silomais im Hitzejahr 2022, tiefere Trockensubstanzgehalte bei Silomais, höhere Durchwurzelungsindizes und geringere Restnitratgehalte. Die zitierte Literatur ist am Ende dieses Berichtes aufgeführt.

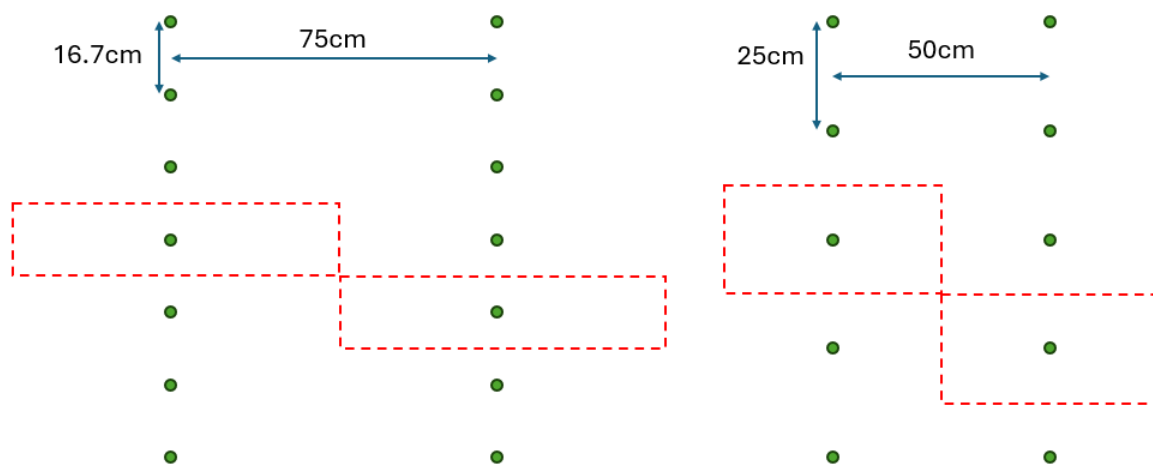


Abbildung 15. Räumliche Darstellung verschiedener Reihenabstände

Abbildung 15 zeigt auf weshalb es naheliegend ist, anzunehmen, dass (bei identischer Saatstärke von 80'000 Pflanzen/ha) der Einzelpflanze bei geringerem Reihenabstand mehr Boden zur Verfügung steht. In der Reihe haben die Pflanzen mehr Platz und konkurrenzieren sich somit weniger, zwischen den Reihen muss weniger Distanz überwunden werden, um eine vollständige Durchwurzelung zu erreichen. Eine perfekte Verteilung würde bei einem Reihenabstand von 35.4cm erreicht

werden, der Pflanzenbestand wäre dann quadratisch angeordnet (bei einer Bestandesdichte von 80'000 Pflanzen/ha).

Ein Reihenabstand von 50cm im Mais hätte einen entscheidenden weiteren Vorteil: der Reihenabstand über die diverse Ackerkulturen ist dann einheitlich. 50cm Reihenabstand ist bei Zuckerrüben, Sonnenblumen, Raps und eben auch Mais einsetzbar. Dieselben Maschinen (Sä- und Hackgeräte) können so in mehreren Kulturen und auf mehr Fläche eingesetzt werden, was eine bessere Ausnutzung der Maschinen erlaubt oder die schnellere Amortisation teurere Maschinen (Kamerahackgeräte) ermöglicht.

## **ZIEL**

Im Versuch wird untersucht inwiefern Annahmen und Resultate aus der Literatur repliziert werden können. Feldaufgang, Reihenschluss, Nitratgehalt im Boden, Unkrautdruck und Ertrag werden ausgewertet.

## **VERSUCHSAUFBAU**

Der Versuch wurde von Philipp Hanhart initiiert und auf einem seiner Felder umgesetzt. Das Feld ist 3.87ha gross und liegt nordöstlich von 8254 Basadingen bei 47°40'30.6"N 8°45'20.2"E.

Der Versuch wurde als Streifenversuch ausgesät, es wurden 12 Streifen à 12m breite unterteilt. Am südlichen Feldrand liegt ein Randstreifen von rund 6m breite welcher nicht mehr Teil der Versuchsfäche ist. Verglichen wurde der Reihenabstand (75cm vs. 50cm), das Unkrautmanagement (mechanisch vs. Chemisch) sowie 3 unterschiedliche Saatstärken (75'000, 85'000 und 95'000 Körner pro ha ausgesät). Aus diesen Kombinationen leiten sich die 12 Varianten ab. Abbildung 16 zeigt die Feldeinteilung.

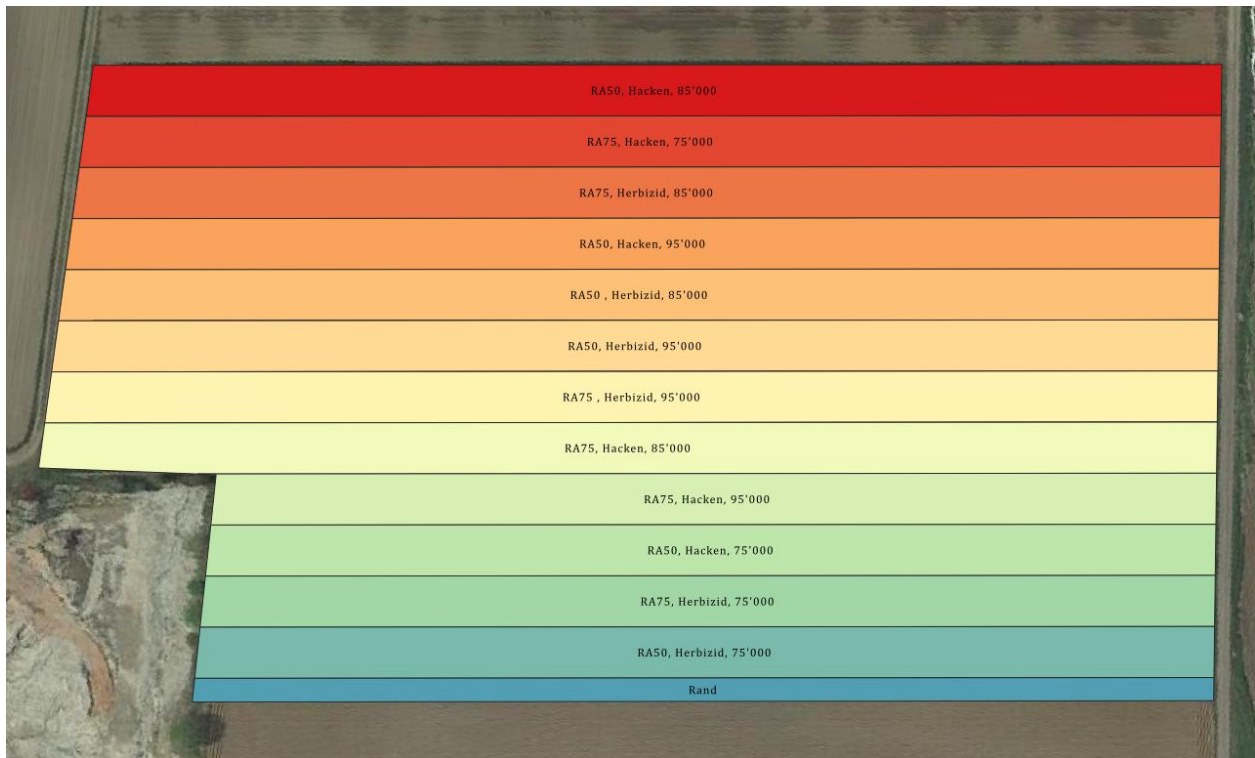


Abbildung 16. Versuchsdesign

Vorkultur waren Zuckerrüben. Folgende Kulturmassnahmen wurden durchgeführt:

- 23.04.25 41m3 Schweinegülle
- 03.05.25 Eggen
- 12./13.05.25 Aussaat; Pioneer 9610
- 13.05.25 Walzen
- 17.05.25 Striegeln + 100kg/ha Harnstoff
- 20.05.25 erstes Auflaufen
- 06.06.25 2. Striegeln, nur herbizidlose Streifen
- 12.06.25 Behandlung Herbizidstreifen
- 13.06.25 Hacken der herbizidlosen Streifen
- 13.11.25 Ernte

## RESULTATE

### Feldaufgang:

Der Feldaufgang wurde zweimal ausgewertet da die effektiv gezählten Pflanzdichten bei einer ersten Auszählung Ende Mai unerwartet tief ausfielen.

Tabelle 19. Feldaufgang

Reihen- abstand	Unkraut	Saatstärke (Ziel)	Zählung 28.05.25	Zählung 20.09.25	Mittelwert Zählung	%	Gruppe
50	mechanisch	75'000	75'000	68'333	71'667	96%	grün
50	mechanisch	85'000	78'333	83'333	80'833	95%	rot
50	mechanisch	95'000	86'667	83'750	85'208	90%	-
50	chemisch	75'000	75'000	71'667	73'333	98%	grün
50	chemisch	85'000	81'667	71'667	76'667	90%	-
50	chemisch	95'000	85'000	86'667	85'833	90%	-
75	mechanisch	75'000	61'110	58'889	59'999	80%	-
75	mechanisch	85'000	76'665	71'111	73'888	87%	grün
75	mechanisch	95'000	89'998	71'111	80'554	85%	rot
75	chemisch	75'000	71'109	56'667	63'888	85%	-
75	chemisch	85'000	65'554	58'889	62'221	73%	-
75	chemisch	95'000	77'776	80'000	78'888	83%	rot

Vor allem beim Reihenabstand 75cm lag die Anzahl effektiv aufgelaufener Pflanzen teilweise deutlich tiefer als die angestrebte Anzahl. Im Mittel liegt der Feldaufgang beim Reihenabstand 50cm bei 93%, beim Reihenabstand 75cm bei 82%. Dieser Unterschied verunmöglicht im Folgenden den direkten Vergleich einzelner Ziel-Saatstärken. Es werden deshalb 2 Gruppen mit jeweils ähnlichen, effektiven, Saatstärken gebildet, um die beiden Reihenabstände miteinander zu vergleichen. Die Ursache dieses Unterschiedes ist wahrscheinlich bei der Sätechnik zu suchen, die beiden Maschinen waren wohl nicht genau gleich eingestellt.

Die Pflanzenentwicklung Ende Mai war insgesamt sehr gleichmässig – das Entwicklungsstadium lag überwiegend zwischen dem ersten und zweiten voll entwickelten Blatt. Vereinzelt Frassschäden traten nur in geringem Umfang auf und waren gleichmässig verteilt.

Verunkrautung:

Erhebungen fanden am 27.06.25 und am 20.09.25 statt. Der Unkrautdruck wurde in einer Skala von 0 (kein oder kaum Unkraut) bis 5 (hohes Unkrautauflkommen) benotet.

**Tabelle 20.** Unkrautdruck

	Variante	27.06.25	20.09.2025	Mittelwert
1	RA50, Hacken, 85'000	1/5	0/5	0.5/5
2	RA75, Hacken, 75'000	1/5	3/5	2/5
3	RA75, Herbizid, 85'000	1/5	1/5	1/5
4	RA50, Hacken, 95'000	2/5	3/5	2.5/5
5	RA50, Herbizid, 85'000	0/5	2/5	1/5
6	RA50, Herbizid, 95'000	0/5	0/5	0/5
7	RA75, Herbizid, 95'000	0/5	0/5	0/5
8	RA75, Hacken, 85'000	4/5	4/5	4/5
9	RA75, Hacken, 95'000	4/5	4/5	4/5
10	RA50, Hacken, 75'000	3/5	3/5	3/5
11	RA75, Herbizid, 75'000	1/5	3/5	2/5
12	RA50, Herbizid, 75'000	1/5	3/5	2/5

Die gehackten Varianten zeigten tendenziell eine stärkere Verunkrautung (Note 2.7 vgl. mit Note 1 beim chemischen Pflanzenschutz), allerdings war das Ergebnis nicht einheitlich. In einigen Versuchstreifen funktionierte das Hacken bzw. Anhäufeln offenbar nicht optimal. Grundsätzlich war der Unkrautdruck jedoch insgesamt gering. Gemittelt auf die Reihenabstände war die Verunkrautung bei 50cm etwas geringer (Note 1.5 vs. 2.2).

Reihenschluss und Nährstoffausnutzung:

Für eine Beurteilung des Reihenschlusses/der Bedeckung wurde das Feld manuell mit einer Drohne abgeflogen und die Bilder auf ihren jeweiligen grün bzw. braun Anteil (Blatt bzw. Erder) bewertet. Allerdings führte diese Methode nicht zu verwertbaren Resultaten, in künftigen Versuchen muss das Feld systematisch abgeflogen und ein ganzflächiges Orthomosaik erstellt werden, welches im Anschluss ausgewertet werden kann.

Für die Nährstoffausnutzung wurde zu zwei Zeitpunkten bei 4 der 12 Varianten eine Bodenprobe entnommen (an 5 zufälligen Stellen) und der Nitratgehalt mit einem Nitracheck 404 analysiert. Auch hier kamen keine verwertbaren Resultate zustande, mutmasslich sind mehr Einstichstellen und eine genauere Analysemethode nötig um eine Aussage treffen zu können.

**Ertrag:**

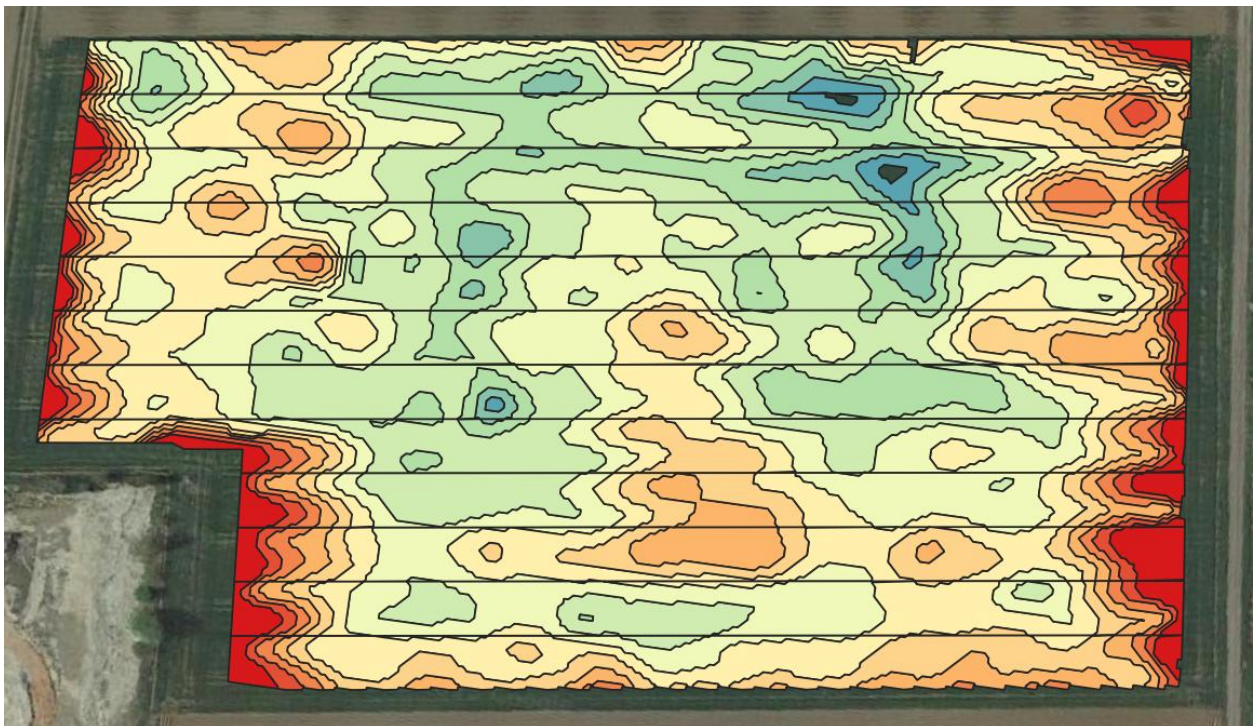
Der Mais wurde am 13.11.25 gedroschen. Die Ernte wurde von Philipp Hanhart mit einem New Holland CR 8.80 durchgeführt. Es wurde mit Ertragskartierung gedroschen, die Auswertung/Differenzierung der einzelnen Versuchsstreifen erfolgt über ebendiese Ertragskartierung. In den Anhängern wurde der Mais jeweils getrennt nach 50cm und 75cm Reihenabstand, die Menge des Ertrags pro Reihenabstand und die Gesamtmenge des Ertrags ist somit bekannt.

**Tabelle 21.** Erträge nach Wägeschein

Reihenabstand:	Fläche (alle Varianten):	Ertrag feucht (Wägeschein):	Feuchtigkeit:	Ertrag/ha trocken:	Ertrag/ha in %
50 cm	1.69 ha	26'739 kg	33.5 %	10.5 t/ha	97.5 %
75 cm	1.67 ha	26'817 kg	32.8 %	10.8 t/ha	100%

Basierend auf den Wägescheinen und auf 100% TS korrigiert lag der Ertrag beim Reihenabstand 50cm um 2.5% tiefer verglichen mit dem Reihenabstand 75cm.

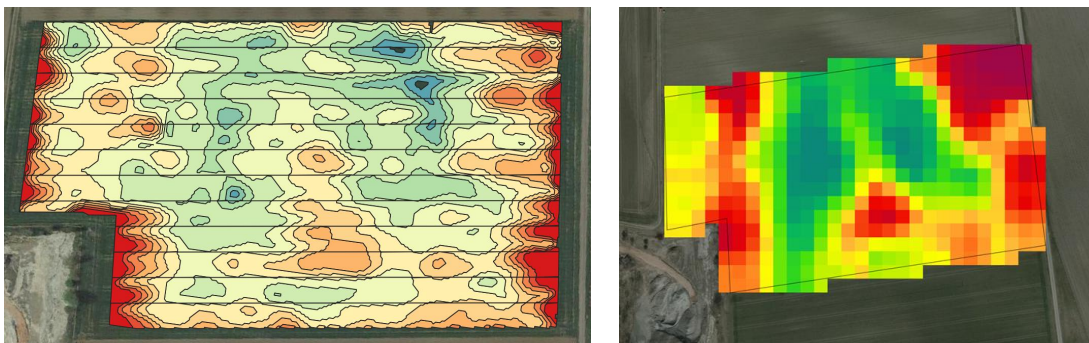
Aus der Ertragskartierung werden für die Varianten einzelne Erträge berechnet. Die Rohdaten der Ertragskartierung werden dafür mit den Wägescheinen abgeglichen (unterschied zur effektiven Wägung korrigiert) und auf die Fläche korrigiert (mit den eingemessenen Abständen des separat geernteten Vorgewendes verschnitten). Daraus resultiert die folgende Ertragskarte (rote Zonen mit tieferem Ertrag, blaue Zonen mit höherem Ertrag, Parameter Ertrag/Fläche feucht):

**Abbildung 17.** Bereinigte Ertragskarte

**Tabelle 22.** Ertrag, berechnet pro Variante

Variante:	Bezeichnung:	Ertrag [t/ha]:	Ertrag [%]:
1	RA50.85.HA	16.41	103.2%
2	RA75.75.HA	16.34	102.7%
3	RA75.85.HE	16.73	105.2%
4	RA50.95.HA	16.39	103.1%
5	RA50.85.HE	16.48	103.6%
6	RA50.95.HE	15.87	99.8%
7	RA75.95.HE	16.64	104.6%
8	RA75.85.HA	15.68	98.6%
9	RA75.95.HA	15.21	95.6%
10	RA50.75.HA	14.38	90.4%
11	RA75.75.HE	15.62	98.2%
12	RA50.75.HE	14.49	91.1%

In Tabelle 22 sind die Erträge pro Variante abgebildet. RA steht dabei für Reihenabstand (50cm vs. 75cm), die zweite Zahl für die angestrebte Saatstärke (75'000, 85'000 und 95'000) und HA bzw. HE steht für "Hacken" bzw. "Herbizid". Mit zwei Ausnahmen (RA50, 75, HA und HE) gibt es keine markanten Abweichungen. Es fällt auf dass eher ein Gradient im Feld besteht als klare Unterschiede zwischen den einzelnen Varianten. Die Ertragskartierung korreliert denn auch relativ gut mit der Produktivitätskarte von OneSoil. Die tendenziell Ertragsschwächeren Zonen finden sich in beiden Karten im südlichen Teil der Parzelle. Achtung: die OneSoil-Karte hat nicht dieselbe Grundfläche wie die Ertragskarte und deckt die gesamten Feldränder und Vorgewende mit ab, weshalb deutlich mehr "schlechte" Zonen abgedeckt werden. Im Weiteren ist sie deutlich gröber aufgelöst als die Ertragskarte.

**Abbildung 18.** Vergleich Ertragskartierung (links) und Produktivitätskarte OneSoil (rechts)

Den verschiedenen Versuchsvarianten steht nicht immer dieselbe "Produktivität" zur Verfügung. Dies liesse sich Versuchstechnisch nicht umsetzen und der Faktor "Produktivität" ist darüber hinaus auch kritisch zu beurteilen da die Berechnung derselben sehr komplex ist. Beispielsweise reagieren nicht alle Kulturen identisch auf Bodeneigenschaften oder die Verfügbarkeit von Wasser. Wo eine Kultur an einem Ort im Feld überdurchschnittlich performt, kann eine andere Kultur unterdurchschnittlich performen. Dennoch wurde untersucht, inwiefern die Produktivitätskarte einen Einfluss auf die Versuchsergebnisse gehabt haben könnte.

**Tabelle 23.** Verteilung der Produktivitätszonen auf die Reihenabstände

Zone	0.90	0.97	0.99	1.00	1.01	1.03	1.04
RA50	14.2%	9.4%	16.3%	11.1%	10.5%	14.6%	23.9%
RA75	11.4%	14.1%	14.6%	8.7%	17.4%	17.5%	16.3%

Tabelle 23 zeigt auf wie viel Prozent der Fläche auf die jeweilige Zone zu liegen kommt. RA50 hat mit 23.9% deutlich mehr Fläche in der höchsten Produktivitätszone als RA75, dafür deutlich weniger Fläche in der zweit- und drittproduktivsten Zone. In der Summe hatten jedoch beide Varianten rund 50% der Fläche in den höchsten drei Produktivitätszonen (RA50 49.0% und RA75 51.2%). Ein Teil des geringen Mehrertrags des Reihenabstands 75cm könnte dadurch erklärt werden.

Auch wenn die Art der Unkrautbekämpfung ausgeklammert wird und nur Varianten verglichen werden, die nach dem Auflaufen eine vergleichbare Pflanzendichte aufwiesen, lassen sich keine nennenswerten Unterschiede feststellen.

#### Messungen von Kolben- und Pflanzengewichten:

Vor der Ernte wurden Erhebungen zur Anzahl Kolben/Fläche, Kolben/Pflanze, Körner/Kolben, Kolbengewichten und FS/TS durchgeführt. Obwohl hier vereinzelt Unterschiede messbar waren hat die Ernte schlussendlich doch gezeigt, dass insgesamt kein nennenswerter Unterschied zwischen den beiden Reihenabständen messbar ist. Auf eine Auflistung der Resultate im Detail wird deshalb verzichtet.

## **FAZIT UND AUSBLICK**

Unter den gegebenen Bedingungen und mit den vorliegenden Daten zeigen sich keine Ertragsunterschiede zwischen den Reihenabständen. Der Mehrertrag von 2.5% nach Wägeschein beim Reihenabstand 75cm lässt sich möglicherweise damit erklären, dass hier auch marginal mehr Fläche in besseren Produktivitätszonen lag. Bei den weiteren untersuchten Parametern liessen sich zuweilen Unterschiede und Tendenzen feststellen, nichts davon war jedoch schlussendlich Ertragsrelevant.

Eine Wiederholung des Versuchs, vor allem in einem trockenen Jahr, ist sinnvoll. Hier könnte dann untersucht werden, ob die bessere Ausnutzung des Bodens bzw. der Feuchtigkeit im Boden bei geringeren Reihenabständen bzw. gleichmässigerer Verteilung im Feld zum Tragen kommt.

Der Versuch wird 2026 wiederholt, mit weniger verschiedenen Varianten, dafür mit Wiederholungen. Die Bodenbedeckung wird mit einem Orthomosaik ermittelt. So lassen sich etwaige Unterschiede zuverlässiger ermitteln. (Beyer, 2026)

## LITERATUR

Beyer, J. (2026). LfL Bayern, <https://www.lfl.bayern.de/ipz/mais/344516/index.php>

Reckleben, Y., & Brandenburg, B. (2019). Standraumverteilung bei Mais und deren Einfluss auf die Durchwurzelung und Nährstoffausnutzung. Landtechnik Agricultural Engineering, S. 136-144.

## 1.7 Anbau von Erdnüssen

### KONTAKT

Florian Bachmann, Arenenberg, [florian.bachmann@tg.ch](mailto:florian.bachmann@tg.ch)

Stephan Gysi, Hof Rinderbrunnen, [stephan.gysi@bluewin.ch](mailto:stephan.gysi@bluewin.ch)

Simon Bolli, 3folium GmbH, [simon.bolli@3folium.ch](mailto:simon.bolli@3folium.ch)

### HINTERGRUND UND PROJEKTZIELE

Der Versuchs-anbau von Erdnüssen versteht sich als Impuls, neue Perspektiven für landwirtschaftliche Betriebe zu eröffnen. Angesichts wachsender Anforderungen an Wirtschaftlichkeit, Nachhaltigkeit und Marktanpassung ist die Diversifizierung eine Chance diesen Bedürfnissen nachzukommen. Neue Kulturen bieten die Möglichkeit, Fruchtfolgen gezielt zu erweitern, Risiken zu streuen und gleichzeitig von Trends wie der steigenden Nachfrage nach pflanzlichen Proteinquellen zu profitieren. Ausgehend von einer Idee von Nicolas Helmstetter (GVS Agrar AG) wird im Rahmen dieses Projekts ein neuer Kulturansatz erprobt. Das Saatgut stammt von Stephan Gysi vom Hof Rinderbrunnen, der bereits seit einiger Zeit eigene Sortenversuche durchführt und damit eine wichtige Grundlage für den Einstieg schafft. Erste Erfahrungen zeigen, dass auch im Thurgau und in der Westschweiz vereinzelt Betriebe den Anbau von Erdnüssen testen und damit Pionierarbeit leisten. Im Zentrum dieses Versuchs-anbaus steht jedoch nicht allein die Kultur Erdnuss, sondern vielmehr der Gedanke, bewusst Neuland zu betreten. Ziel ist es, den Blick für alternative Möglichkeiten zu schärfen und zu zeigen, dass Innovation oft jenseits des Gewohnten beginnt. Landwirtschaftliche Betriebe sollen ermutigt werden, eigene Interessen und potenzielle Nischen zu erkennen und aktiv zu nutzen – unabhängig davon, ob es sich dabei letztlich um Erdnüsse oder ganz andere Kulturen handelt.

### VERSUCHSAUFBAU

Für den ersten Anbauversuch wurden knapp 10 a in einer Kunstwiese auf der Parzelle *Mühlwies* am 14. Mai 2025 gepflügt und anschliessend geeeggt. Gesät wurde die Sorte Kalina mit einer Saatstärke von 200'000 Pflanzen/ha. Bei einem gemessenen Tausendkorngewicht (TKG) von 568,2 g entspricht dies einer Saatmenge von 114 kg/ha. Das Saatgut war aus dem Jahr 2022. Eine erste Aussaat erfolgte am 14. Juni 2025. Das Saatgut wurde am Tag der Saat mit einem flüssigen Rhizobien-Impfmittel behandelt, welches von der 3folium GmbH (Simon Bolli) organisiert wurde und spezifisch für Erdnüsse geeignet ist. Dabei handelte es sich um das Produkt rhizo power® Stickstofffixierer für Erdnüsse der nadicom GmbH. Aktivsubstanz sind hier Bakterien der Gattung *Bradyrhizobium* (Art nicht weiter spezifiziert). Anschliessend wurde das geimpfte Saatgut mit einer EKS-Sämaschine ausgebracht, die mit Precision Planting SpeedTubes ausgerüstet war.

Am 26. Juni 2025 wurde aufgrund unzureichenden Feldaufgangs ein grosser Teil der Fläche erneut bearbeitet (eggen) und ein zweites Mal angesät. Dabei kam dieselbe Sämaschine zum Einsatz, jedoch mit einem einfachen Saatrohr anstelle der SpeedTubes. Da kein erdnusspezifisches Inokulum mehr verfügbar war, wurde bei der zweiten Aussaat das pulverförmige Impfmittel Hi-Stick für Soja (UFA Samen) verwendet. Auch hier ist die Aktivsubstanz aus der Gattung *Bradyrhizobium*, Art *japonicum*. Eine Stickstoffdüngung wurde nicht durchgeführt, da Erdnüsse als Leguminosen ihren Stickstoffbedarf über die Symbiose mit Rhizobien decken. Die Ernte fand als Stichprobe am 30. Oktober 2025 statt.

### KULTURVERLAUF UND BEOBACHTUNGEN

Das Tausendkorngewicht von Erdnüssen kann je nach Sorte stark variieren. Grundsätzlich werden Virginia-, Spanish-, Runner- und Valencia-Typen unterschieden, die sich in Grösse und Nutzung unterscheiden (z. B. Snack, Ölproduktion, Erdnussbutter) (Virginia Peanut Growers Association, 2026). Diesem Umstand muss bei der Wahl der Sorte und der Berechnung der Saatstärke Rechnung getragen werden. Die Impfung des Saatguts mit dem flüssigen Rhizobienpräparat erwies sich als anspruchsvoll. Beim Mischen der angefeuchteten Erdnüsse wurde teilweise die Samenschale (Episperm), welche die beiden Keimblatthälften zusammenhält, beschädigt. Solche Schäden können die Keimfähigkeit beeinträchtigen oder ganz verhindern. In den darauffolgenden zwei Wochen zeigte sich ein sehr ungleichmässiger und insgesamt schwacher Feldaufgang. Es entstand die Vermutung, dass neben der Impfung auch die eingesetzten Precision Planting SpeedTubes zur Schädigung der empfindlichen Samen beigetragen haben könnten. Diese fördern den Saatguttransport über gummierte Räder, was zusätzlichen mechanischen Stress verursachen kann.



Abbildung 19. Precision Planting Speed Tube

Bei der zweiten Aussaat mit einem einfachen Saatrohr und einem pulverförmigen Impfmittel zeigte sich subjektiv eine bessere Handhabung. Die trockene Behandlung schonte die Samenschale deutlich stärker und es traten weniger sichtbare Schäden am Saatgut auf. Der Auflauf nach der zweiten Saat schien insgesamt etwas homogener.



**Abbildung 20.** Links der roten Linie Pflanzen der ersten Saat am 14.06. Foto vom 21.07.

Erste Keimlinge wurden ab dem 20.06. beobachtet, viele Samen verfaulten jedoch. Vereinzelt Krähenfrass, d.h. ausgezupfte Pflanzen. Nur 2 von 6 Reihen liefen einigermaßen gut auf.



**Abbildung 21.** Rechts der roten Linie Pflanzen der zweiten Aussaat am 26.06. Foto vom 21.07.

In der zweiten Saat liefen die Pflanzen homogener auf und die Reihen waren trotz 12 Tage späterer Saat klarer erkennbar.



**Abbildung 22.** Pflanze aus der ersten Saat, Foto 21.07.



**Abbildung 23.** Pflanze aus der zweiten Saat, Foto 21.07.

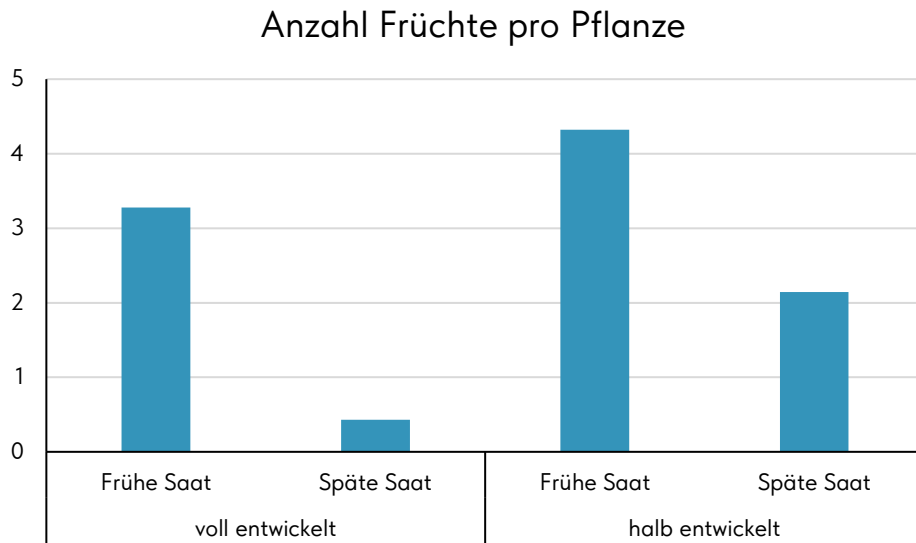
Obwohl homogener aufgelaufen war der Unterschied im Wuchs lange Zeit deutlich erkennbar. Mitte August hingegen glich sich das oberirdische Pflanzenvolumen jedoch an und die Pflanzen sahen identisch aus.

Am 21.07. wurden in der ersten Aussaat 64'000 Pflanzen/ha gezählt, bei der zweiten Aussaat 61'818 Pflanzen/ha. Gezählt wurde jeweils auf 2 Laufmetern an 5 bzw. 10 Orten im Feld (erste Saat bzw. zweite Saat). Die Unterschiede in der Bestandesdichte waren jedoch beträchtlich, es wurden zwischen 3 und 10 Pflanzen pro 2 Laufmeter gezählt.



**Abbildung 24.** Ausgegrabene Pflanze am 7. Oktober

Probegrabungen am 7. Oktober zeigten, dass sich eine Ernte nicht lohnt. Es waren zwar vollständig gereifte Erdnüsse vorhanden, jedoch war die Zahl zu gering, um den Aufwand zu rechtfertigen. Am 30. Oktober wurde im Umfang einer Stichprobe Pflanzen ausgegraben und die Früchte gereinigt. Es wurde bewertet wie viele vollständig ausreiften und wie viele nur teilweise und wie viele Früchte insgesamt pro Pflanze gebildet wurden. Pro Saatzeitpunkt wurden 3 mal 2 Laufmeter ausgegraben. Der Zustand der Pflanzen verschlechterte sich zwischen dem 7. und 30. Oktober rapide. Während die Pflanzen am 7. Oktober noch vital wirkten, waren viele am 30. Oktober bereits am Absterben und verfaulen.



**Abbildung 25.** Ernteerhebungen am 30. Oktober 2026

Pflanzen aus der frühen Saat bildeten deutlich mehr Früchte aus als solche aus der späten Saat. In der frühen Saat wurden im Schnitt 7.3 Früchte pro Pflanze gezählt, bei der späten Saat nur 2.6. In der späten Saat konnte im Durchschnitt nur knapp jede zweite Pflanze eine voll entwickelte Frucht bilden, während in der frühen Saat 3.3 voll entwickelte Früchte pro Pflanze gebildet wurden. Bei den halb entwickelten Früchten bildete die Frühe Saat noch immer gut doppelt so viele Früchte wie die späte Saat (4.3 vs. 2.1 Früchte pro Pflanze)



**Abbildung 26.** Geerntete Erdnüsse, ganz



**Abbildung 27.** Geerntete Erdnüsse, Querschnitt

In den Abbildung 26 und Abbildung 27 sind exemplarisch geerntete Früchte abgebildet. Die oberen beiden Exemplare sind voll ausgereift, die rötliche Samenschale ist klar erkennbar. Die unteren beiden Exemplare sind noch nicht vollständig ausgereift, die Bildung der Frucht ist nicht abgeschlossen.

## **FAZIT UND AUSBLICK**

Wie erwartet erwies sich der Erdnussanbau unter den gegebenen Bedingungen als anspruchsvoll. Insbesondere die schonende Applikation der Rhizobienimpfung sowie geeignete Komponenten der Sätechnik (EKS) waren entscheidend für einen erfolgreichen Feldaufgang. Die Ernteergebnisse zeigen, dass im Nachhinein mehr Geduld nach der ersten Aussaat angebracht gewesen wäre: Trotz zunächst schwächerem Auflauf entwickelten sich die Pflanzen aus der frühen Saat deutlich besser und lieferten am Ende die höheren Erträge. Zweifel aufgrund des vermeintlich älteren Saatguts erwiesen sich somit als nicht zielführend. Die Unkrautbekämpfung erfolgte vollständig von Hand und war entsprechend arbeitsintensiv. Für die nächste Anbausaison ist geplant, die Aussaat noch früher durchzuführen und die Erdnüsse auf Dämmen anzubauen, um höhere Bodentemperaturen zu erreichen. Zudem soll die Saat von Hand erfolgen, um mechanische Beeinträchtigungen der empfindlichen Samen möglichst zu vermeiden. Ziel ist es, das standortspezifische Ertragspotenzial der Erdnuss unter möglichst optimalen Bedingungen besser abschätzen zu können.

## 1.8 Umsetzung von Spot-Spraying mit vorhandener Mechanisierung

### KONTAKT

Florian Bachmann, Arenenberg, [florian.bachmann@tg.ch](mailto:florian.bachmann@tg.ch)

Roman Gambirasio, GVS Agrar AG, [roman.gambirasio@gvs-agrar.ch](mailto:roman.gambirasio@gvs-agrar.ch)

Lucas Zingerli, [www.pflanzefinder.ch](http://www.pflanzefinder.ch) , [agrar@lzinglerli.ch](mailto:agrar@lzinglerli.ch)

Markus Sax, Agroscope, [markus.sax@agroscope.admin.ch](mailto:markus.sax@agroscope.admin.ch)

### HINTERGRUND UND ZIELE

Die gezielte und ressourcenschonende Ausbringung von Pflanzenschutzmitteln gewinnt in der modernen Landwirtschaft zunehmend an Bedeutung. Eine vielversprechende Technologie in diesem Kontext ist das sogenannte *Spot Spraying*. Dabei werden Pflanzenschutzmittel nicht mehr flächendeckend appliziert, sondern nur noch punktuell dort eingesetzt, wo tatsächlich ein Befall – beispielsweise durch Unkraut – erkannt wird. Grundlage hierfür sind kamerabasierte Sensorsysteme und intelligente Algorithmen, welche Kulturpflanzen und Schädelpflanzen in Echtzeit unterscheiden und die Applikation entsprechend steuern.

Bereits heute existieren spezialisierte Systeme, die diese Technologie erfolgreich im Praxiseinsatz demonstrieren. Beispiele hierfür sind die autonomen oder teilautonomen Lösungen von Ecorobotix oder kameragesteuerte Spot-Sprayer wie jene von Farm-ING. Diese Systeme zeigen eindrucksvoll, welches Potenzial in der präzisen Einzelpflanzenbehandlung steckt, insbesondere im Hinblick auf eine deutliche Reduktion von Pflanzenschutzmitteln. Dennoch ist die Verbreitung solcher Technologien in der Schweiz bislang begrenzt. Es bestehen verschiedene Herausforderungen – darunter hohe Investitionskosten, betriebliche Komplexität sowie die Integration in bestehende Arbeitsprozesse (Eppenberger, 2026).

Hier setzt die Umsetzung auf der Swiss Future Farm an. Im Zentrum steht die Frage wie Spot-Spraying mit einer konventionellen Feldspritze, in vorliegenden Fall der Horsch Leeb CS 1.4, umgesetzt werden kann. Es gilt auszuloten, wie aufwändig die Umsetzung ist und wie hoch Einsparungen bei den Pflanzenschutzmitteln tatsächlich sind. Welche Kompromisse müssen eingegangen werden wenn statt spezialisierter Spot-Spray-Hardware betriebsübliche Technik eingesetzt wird? Der Vorteil liegt auf der Hand, die Investitionen in Spot-Spray Technik entfällt und die Auslastung der Feldspritze wird erhöht.

## VERSUCHSAUFBAU

In einem ersten Test wurde geprüft welche Voraussetzungen eine Applikationskarte erfüllen muss, um von der Spritz bzw. dem Traktor korrekt umgesetzt zu werden. Im Weiteren wurden verschiedene Puffergrössen rund um identifizierte Unkräuter evaluiert. Bei einer Testfahrt wurde dann überprüft wie genau das Herbizid appliziert wird und welche Punkte speziell in der Spot-Spraying-Anwendung zu beachten sind.

Als Versuchsfeld diente ein Weizenbestand auf dem Feld Grund. Auf dem Feld sind vereinzelt Nester der Ackerkratzdistel vorhanden, welche für den ersten Test mit dem Emlid Reach RS2 RTK-Messtab händisch kartiert wurden.

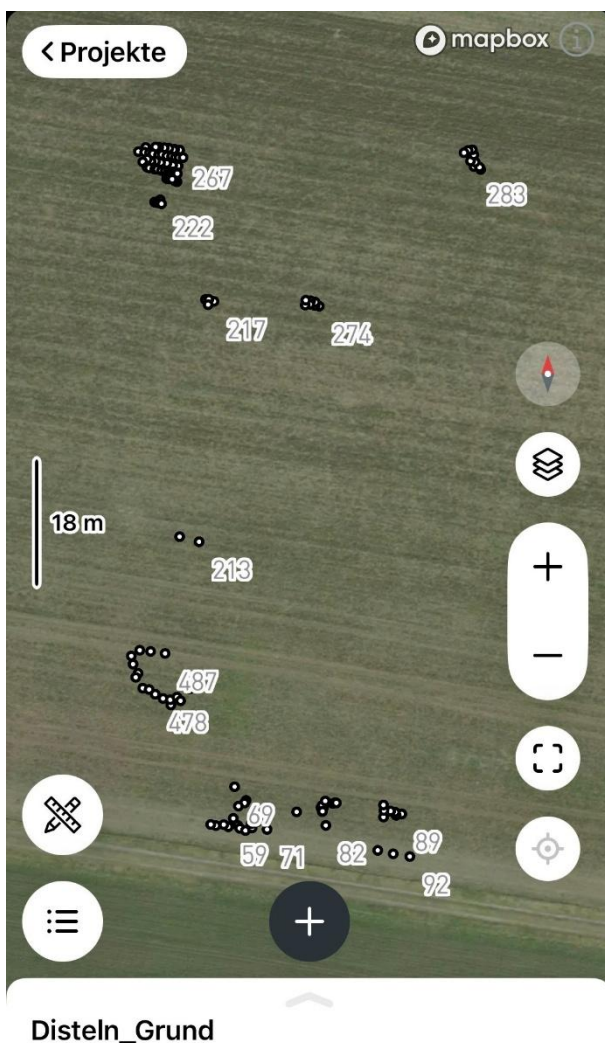
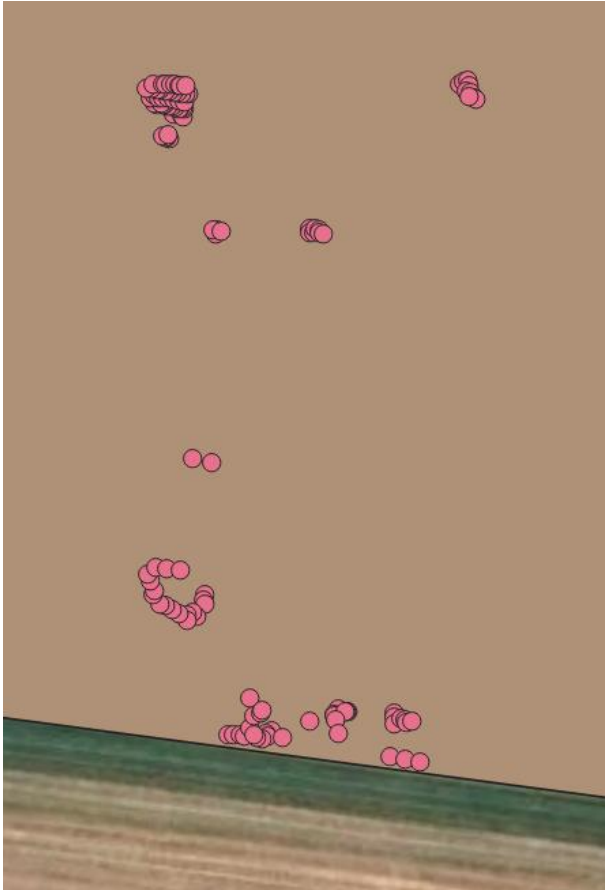


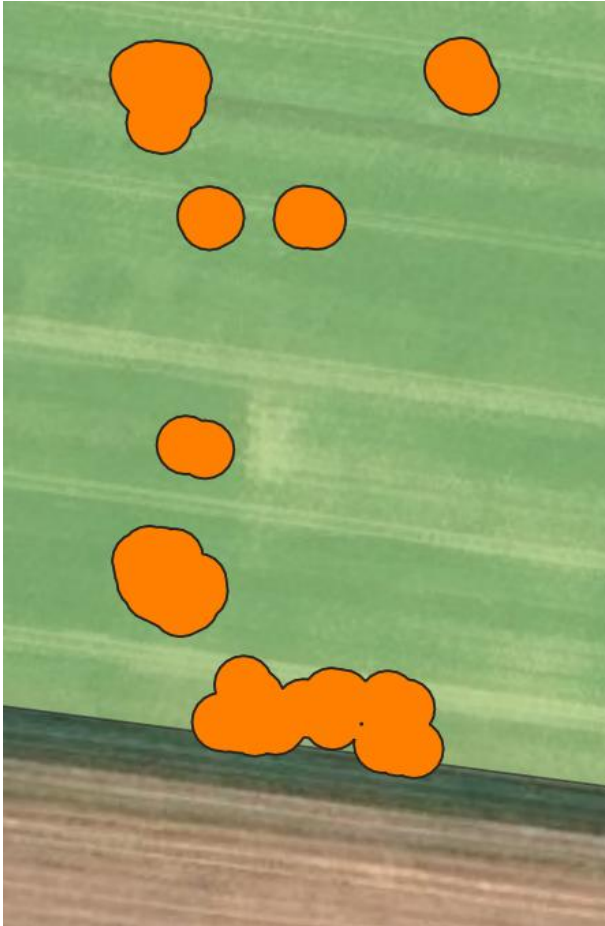
Abbildung 28. Kartierung mit Emlid Reach RS2 RTK-Stab. Jeder einzelne Punkt steht für eine Ackerkratzdistel

Die Punkte wurden anschliessend als Shapefile aus der Emlid Flow App exportiert und in QGIS importiert.



**Abbildung 29.** Darstellung der kartieren Ackerkratzdisteln in QGIS

Im Anschluss wurde jeder Punkt um 4 Meter gepuffert. Das heisst aus jedem Punkt wurde ein Kreis mit einem Radius von 4 Metern. Mit dieser Vergrösserung der zu behandelnden Fläche sollte sichergestellt werden dass genügend Zeit vorhanden ist um bei der Überfahrt den Spritzvorgang zu starten sodass spätestens dann wenn die Düse direkt über der Ackerkratzdistel ist die volle Menge appliziert wird.



**Abbildung 30.** Finale Applikationskarte mit gepufferten Positionen der Ackerkratzdisteln

Die so entstandene Applikationskarte wurde dann ins Terminal des Fendt 620 importiert und im Feld abgefahren.



**Abbildung 31.** Fendt 620 mit Horsch Leeb CS 1.4 beim Spot Spraying. Nur die Düsen links aussen sind aktiv.



Abbildung 32. Darstellung einer Spot-Spraying Applikationskarte im FendtONE Terminal

Neben der eben beschriebenen Anwendung im April 2025 wurde Spot-Spraying auch im Oktober 2025 auf dem Feld Langwies getestet. Langwies sind eine Naturwiese und wird als Mähweide genutzt. Hier wurden Blacken (*Rumex obtusifolius*) mittels Drohne und Erkennungs-Algorithmus der Agroscope kartiert. Die Koordinaten der einzelnen Pflanzen lagen dann also .csv-File vor, wurden in QGIS importiert und gepuffert. Die so entstandene Applikationskarte ist identisch mit der eingangs beschriebenen.

## FAZIT UND AUSBLICK

Die Erstellung von funktionierenden Applikationskarten welche die Kombination aus Traktor und Feldspritze erfolgreich verarbeiten können, konnte erfolgreich bewerkstelligt werden. Positionsdaten aus verschiedenen Quellen konnten verwendet werden was den Prozess künftig flexibel macht. Als einziger Stolperstein erwies sich das Auflösen der einzelnen Punkte in QGIS. Beim Auflösen werden die Grenzen zwischen überlappenden Flächen aufgelöst und aus mehreren überlappenden Einzelflächen eine einzige, zusammenhängende Fläche erstellt. Eine solchermassen vereinfachte Karte liess sich nicht mehr verwenden, die zu behandelnden Flächen sollten als einzelne Punkte bzw. Kreise vorliegen. Mit diesen Erkenntnissen lassen sich für künftige Versuche Karten zeitnah erstellen, egal aus welchem vorgelagerten Prozess die Positionsdaten der Unkräuter kommen.

Das händische Kartieren von Unkräutern ist nicht zielführend da viel zu zeitaufwändig. Wenn einzelne Pflanzen oder Nester abgelaufen werden müssen, wird dies gleich mit der Rückenspritze gemacht. Zum Zeitpunkt der Behandlung der Ackerkratzdisteln war jedoch noch kein Erkennungsalgorithmus für diese bekannt. Bei den Blacken war dies durch ein Projekt der Agroscope und der OST jedoch anders. Die Kartierung von Flächen mittels Drohne verspricht mit vernünftigem Zeitaufwand Karten von Unkräutern zu erhalten. In künftigen Versuchen sollten vermehrt Erkennungsalgorithmen für verschiedene Unkräuter evaluiert werden. Dabei wird die Thematik des Drohnenfluges und zu verwendende Kamera in den Fokus rücken.

Die grössten Herausforderungen lagen bei der Feldspritze, insbesondere beim korrekten Ableiten der Parameter Fahrgeschwindigkeit, Aufwandmenge und Puffergrösse. In den durchgeführten Tests zeigte sich, dass Ackerkratzdisteln und Blacken nur ungenügend getroffen wurden. Die Gestängesteuerung „BoomControl“ hebt das Spritzgestänge beim Abschalten automatisch auf einen vorher definierten Wert an. Dies ist beispielsweise am Vorgewende erwünscht. Beim Spot-Spraying führte dies jedoch dazu, dass sich das Gestänge im Feld häufig in die Ausgangsstellung anhob und sich bei Annäherung an eine zu behandelnde Fläche zu langsam absenkte beziehungsweise die Fahrgeschwindigkeit zu hoch war, um rechtzeitig abzusenken. Für das Spot-Spraying sollte die Ausgangsstellung deshalb – analog zur Applikationshöhe – auf 25 cm über dem Bestand festgelegt werden. Zudem zeigte sich, dass die Fahrgeschwindigkeit reduziert werden muss, um die während des Schaltvorgangs der Düse zurückgelegte Strecke zu minimieren. Anders ausgedrückt: Je höher die Fahrgeschwindigkeit, desto grösser muss der Puffer sein, damit die Düse genügend Zeit zur Aktivierung hat. Dies steht jedoch im Zielkonflikt mit einer möglichst starken Reduktion der behandelten Fläche. Bei gleichbleibendem Düsenabstand und -typ führt eine Reduktion der Fahrgeschwindigkeit dazu, dass die Aufwandmenge erhöht werden muss. Alternativ können Düsen eingesetzt werden, die für einen geringeren Volumenstrom ausgelegt sind. In nachfolgenden Versuchen muss daher das optimale Verhältnis zwischen Aufwandmenge, Fahrgeschwindigkeit, Düsentyp und Puffergrösse ermittelt werden.

## 1.9 Untersaat mit Drohne

### KONTAKT

Florian Bachmann, Arenenberg, [florian.bachmann@tg.ch](mailto:florian.bachmann@tg.ch)

### HINTERGRUND UND ZIELSETZUNG

Um die Anforderungen des Produktionssystembeitrags (PSB) «angemessene Bedeckung des Bodens» zu erfüllen, dürfen Ackerflächen nach der Ernte nicht länger als sieben Wochen unbedeckt bleiben. Eine Möglichkeit den Boden zu bedecken ist die Gründüngung, die entweder kurz vor oder nach der Ernte einer Kultur eingesät werden kann. Eine innovative Methode zur Aussaat vor der Ernte der Kultur ist der Einsatz von Drohnensaat. Im Rahmen dieses Versuchs wurden folgende Fragen untersucht:

- Wie sieht das Streubild einer per Drohnensaat gesäten Gründüngung aus?
- Wie entwickelt sich eine per Drohnensaat ausgebrachte Gründüngung?
- Welche Pflanzenarten etablieren sich gut?

Ein ähnlicher Versuch wurde bereits im Vorjahr durchgeführt.

### VERSUCHSAUFBAU

Der Versuch wurde auf der Fläche Halde durchgeführt. Im Zuge eines anderen Versuchs wurde auf dieser eine Mischung aus Wintereiweisserbsen und Gerste angesät. Am 5. November 2024 wurde 160 kg/ha WEE Furtif und 40 kg/ha WG Loony als Mischung mit der Horsch Versa 3 KR gesät. Verglichen mit dem Versuch 2024 fand eine Herbizidbehandlung nur im Herbst 2024 statt.

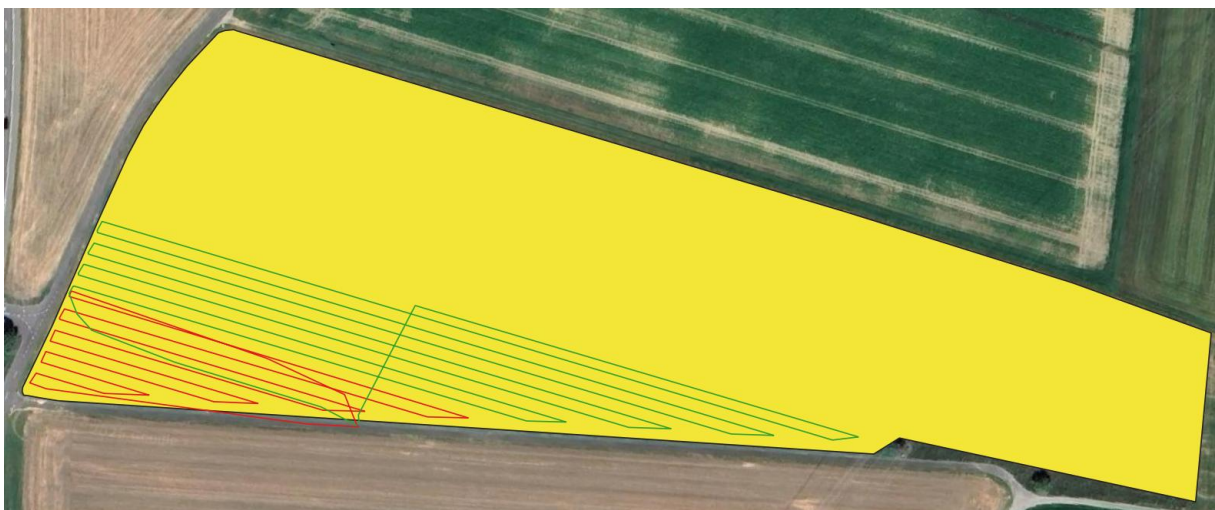


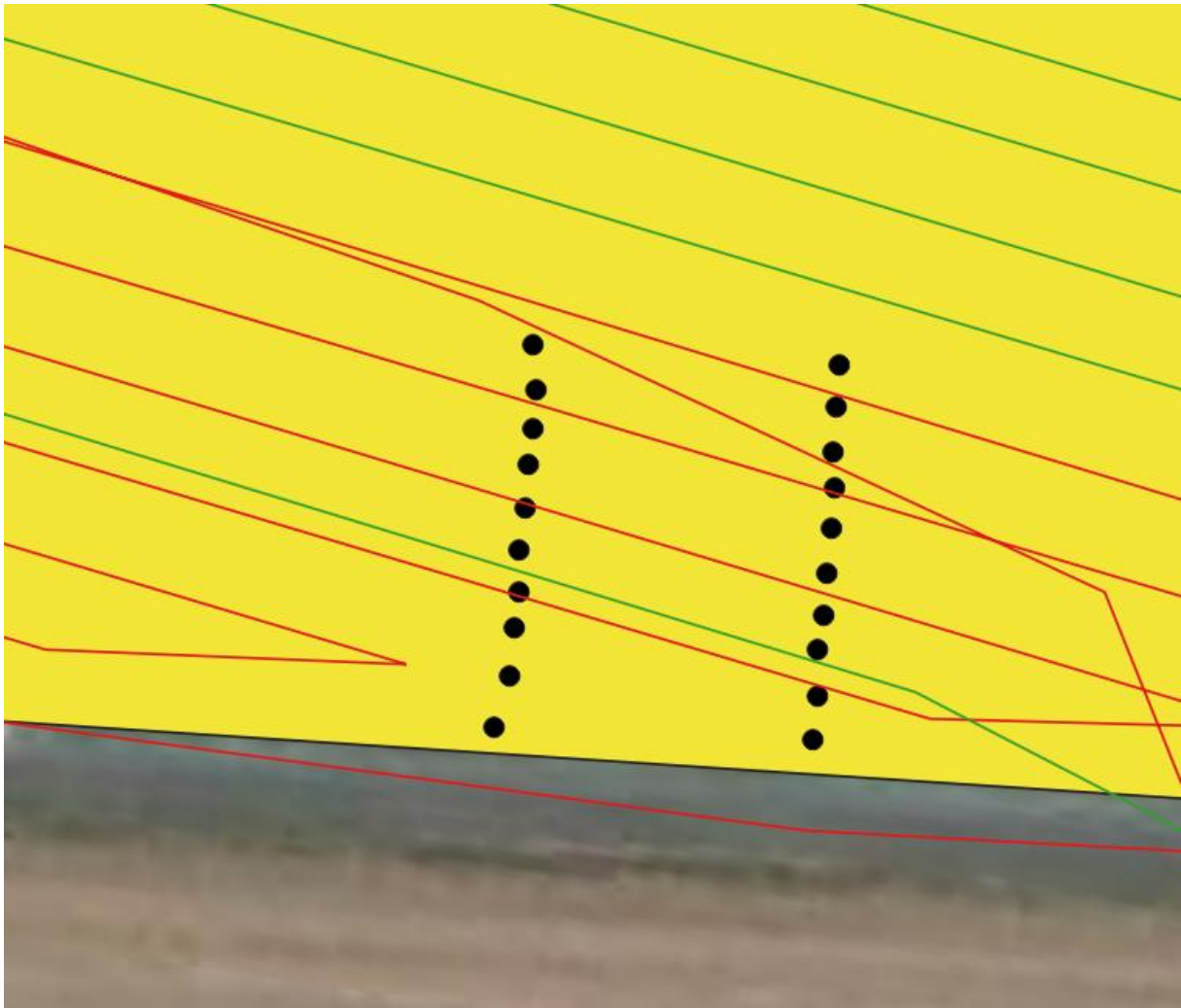
Abbildung 33. Fläche Halde inkl. der ersten beiden Flüge der Drohne

Abbildung 33 zeigt die Fläche Halde inklusive der ersten beiden Flüge der Drohne. Rot hinterlegt der erste Flug, nachdem die Drohne zum Startpunkt zurückkehrte, um Saatgut nachzufüllen und die Akkus auszutauschen. Grün dann der zweite Flug, bis wiederum Saatgut aufgefüllt und Akkus getauscht wurden.



**Abbildung 34.** Fangschale im Wintereiweisserbsen-/Gerstenbestand

Zur Überprüfung der Verteilqualität des Saatgutes wurden im Bestand Fangschalen verteilt. Die Fangschalen wurden oben auf den Bestand aufgelegt (Abbildung 34), sodass sie alle Samen auffangen, welche auf den Bestand fielen. Nicht erhoben wurde wie viele Samen wann auf die Bodenoberfläche fielen. Teilweise könnten Samen an den stehenden Pflanzen haften bleiben und später oder gar nicht auf den Boden auftreffen. Eine Überprüfung welche Samen direkt auf die Erdoberfläche auftreffen lässt sich jedoch kaum durchführen da jegliche Bewegung im Bestand bei der Kontrolle das Resultat verfälscht.



**Abbildung 35.** Platzierung der Fangschalen im Feld

Abbildung 35 zeigt wie die insgesamt 20 Fangschalen (2 Reihen zu 10 Schalen) im Feld verteilt waren. Flugroutenplanung und Position der Fangschalen waren nicht ideal aufeinander abgestimmt, die Drohne flog parallel zur nördlichen Feldgrenze und somit lagen die Fangschalen im Wendebereich der Drohne und wurden nicht allesamt gleichmässig überflogen. Natürlich ist eine gleichmässige Verteilung des Saatgutes auch am Feldrand bzw. in Wendebereichen erwünscht, aber es ist damit zu rechnen, dass die Menge im Bereich von Brems- und Beschleunigungsvorgängen stärker variiert.

Die Aussaat wurde von Daniel Wiesli, Leiter Drohnenservice, Laveba Genossenschaft durchgeführt. Es wurde eine DJI Agras T20 Drohne eingesetzt.

Ausgesät wurde am 13.06.2024, bei Sonnenschein und beinahe vollständiger Windstille. Gesät wurde die Mischung UFA Drohne mit der Zielmenge 15 kg/ha:

- 40g Alexandrinerklee, einschnittig
- 40g Inkarnatklee
- 25g Hybrid-Sudangras
- 30g Guizotia
- 15g Ölrettich multiresistent

Das Einmessen des Feldes dauerte ca. 30 Minuten, die Aussaat 60 Minuten.

## RESULTATE

Im ersten Flug wurden 10kg Saatgut auf ca. 43 Aren ausgebracht (23.3 kg/ha). Da diese Dosierung zu hoch war wurden die Schieber weniger stark geöffnet und im zweiten Flug 10kg Saatgut auf ca. 91 Aren ausgebracht (11 kg/ha). Mit dieser Einstellung wurde anschliessend der Rest des Feldes gesät. Für die Fangschalen heisst dies, dass mehrheitlich eine Saatstärke von 23.3 kg/ha anzunehmen ist.

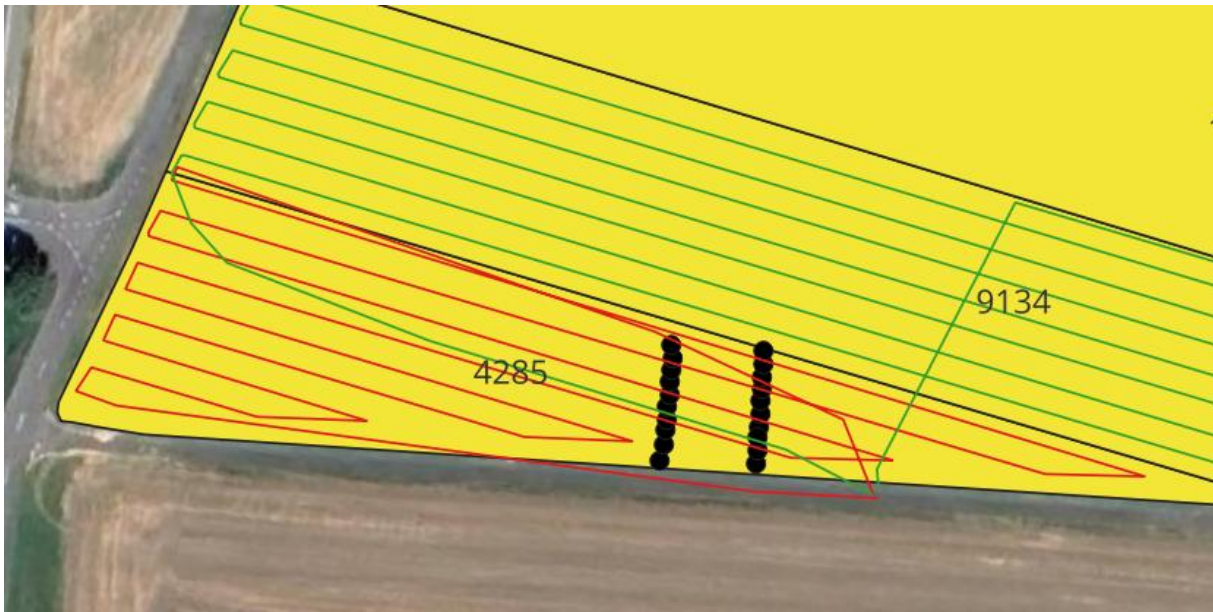


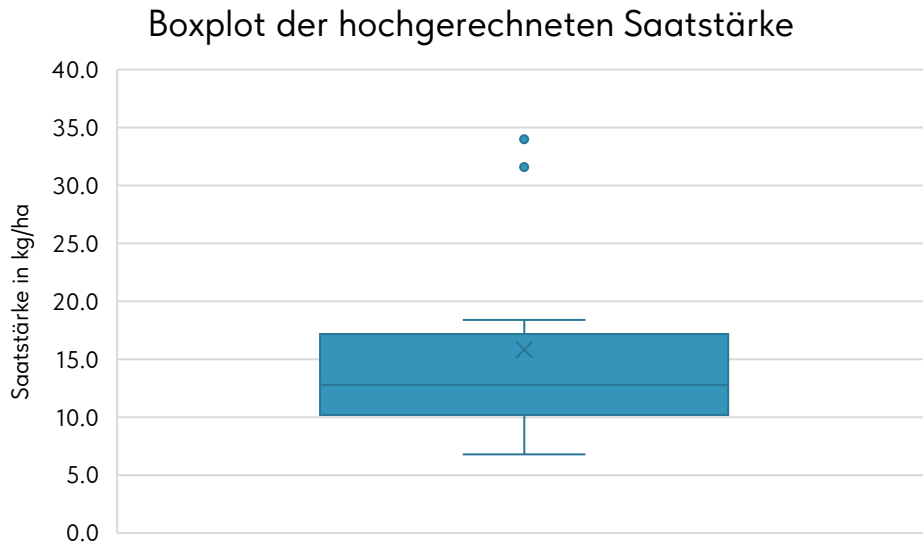
Abbildung 36. Flugroute und Flächen



Abbildung 37. Nummerierung der Fangschalen

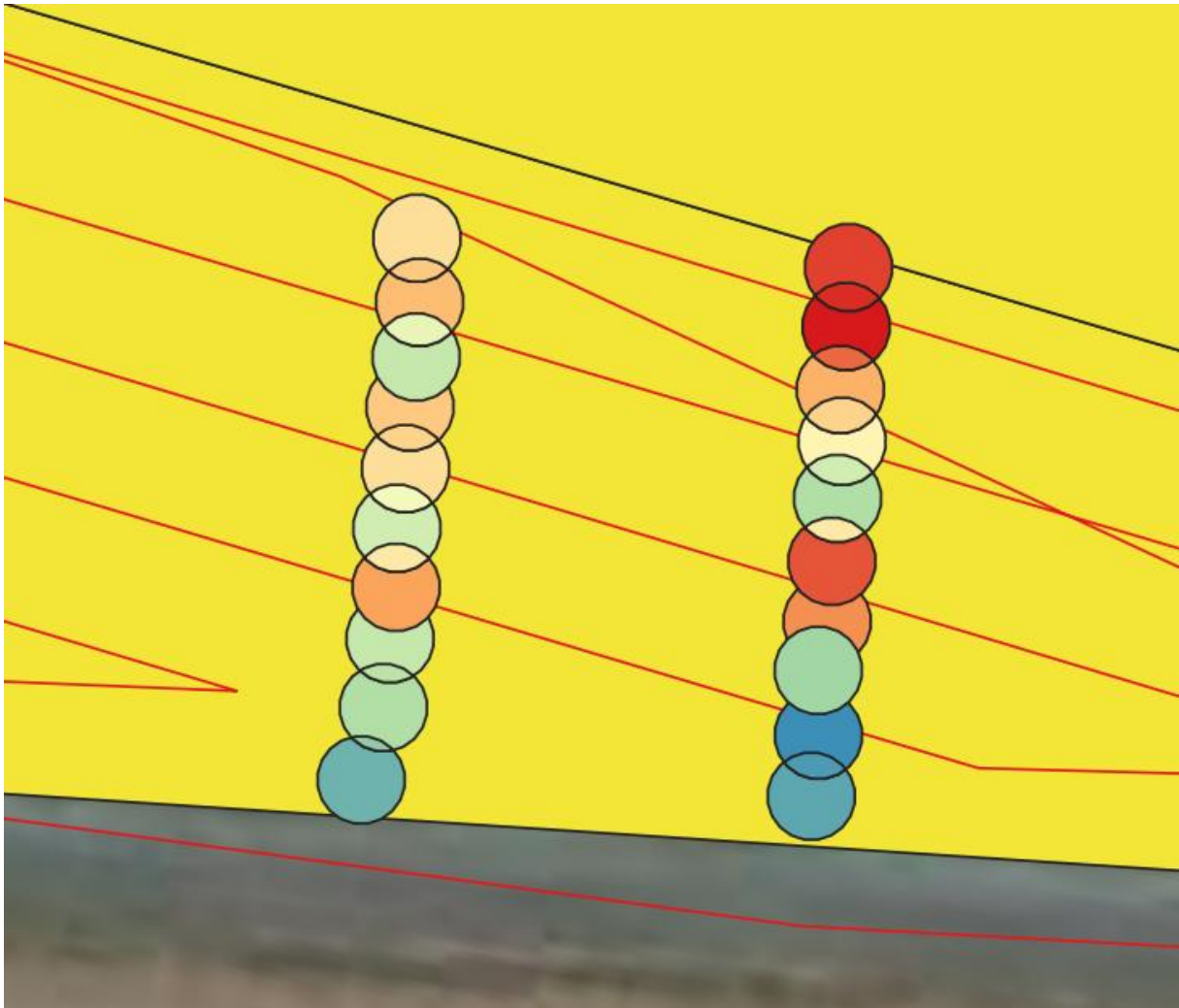
Tabelle 24. Gewogene Gewichte in den Fangschalen

Schale	Gewicht [g]	kg/ha
1	0.79	31.6
2	0.43	17.2
3	0.41	16.4
4	0.27	10.8
5	0.38	15.2
6	0.31	12.4
7	0.30	12.0
8	0.41	16.4
9	0.29	11.6
10	0.31	12.4
21	0.85	34.0
22	0.86	34.4
23	0.46	18.4
24	0.24	9.6
25	0.22	8.8
26	0.43	17.2
27	0.33	13.2
28	0.25	10.0
29	0.17	6.8
30	0.21	8.4



**Abbildung 38.** Boxplot der hochgerechneten Saatstärke

Insgesamt schwankte die ermittelte Saatstärke zwischen 6.8 kg/ha und 34.4 kg/ha. Der Median liegt bei 12.8 kg/ha. Diese Saatstärke ist deutlich tiefer als die ca. 23.3 kg/ha welche zu erwarten sind und die Varianz ist sehr gross. Eine mögliche Erklärung ist das ein Teil der Samen durch den Abwind der Drohne wieder aus den Fangschalen geblasen wurde, obwohl diese mit einem Gitter ausgestattet sind welche diesen Effekt verhindern oder mindestens reduzieren sollte.



**Abbildung 39.** Streubild (rot tiefe Saatmenge, blau hohe Saatmenge)

Diese Vermutung wird durch das Streubild bzw. die Verteilung der Gewichte gestützt. Jeweils direkt unter der Flugspur der Drohne werden verhältnismässig tiefe Gewichte gemessen (orange bis rot dargestellte Bereiche). Zwischen den Flugspuren oder am Rand bei Brems- und Wendemanövern sind verhältnismässig hohe Gewichte gemessen worden (grün bis blau dargestellte Bereiche).



**Abbildung 40.** Samenprobe aus Fangschale Nr. 1

Grundsätzlich wurden alle Samentypen in den Fangschalen gefunden, exemplarisch ist die Probe aus der Fangschale Nr. 1 abgebildet.

Am 25. August wurde der Etablierungserfolg der Gründung bewertet. Dazu wurde an 5 zufälligen Stellen im Feld eine Fläche von 1m x 1m bewertet.



Abbildung 41. Fotos der 5 bewerteten Stellen im Feld

Die Pflanzen der Gründüngung (Alexandrinerklee, Inkarnatklee, Hybrid-Sudangras, Guizotia und Ölrettich) haben sich nur mässig etabliert. Auf den insgesamt 5 m<sup>2</sup> fanden sich folgende Pflanzen:

- Hybrid-Sudangras: 3
- Guizotia: 0
- Ölrettich: 4

Klee war reichlich vorhanden, jedoch immer eine Mischung des gesäten Kleearten und Rot- bzw. Weissklee. Das Verhältnis war jeweils 1:1 oder aber stark zugunsten von Rot- und Weissklee. Der Etablierungserfolg war sehr heterogen, stellenweise waren durchaus auch einige Guizotia-Pflanzen zu beobachten, jedoch nicht in den zufällig ausgewählten Stellen. Der Un- oder Beikrautdruck (Rumex, Plantago) war im Feld stellenweise sehr hoch.



**Abbildung 42.** Ausfallgerste in der Schwad des Mähreschers

Im Weiteren war klar erkennbar, dass die Etablierung unter der Strohschwad sehr viel schlechter war als daneben. Hier dominierte jeweils das Ausfallgetreide.

Die Kosten für die Aussaat per Drohne beliefen sich auf insgesamt 347.95 CHF. 99.60 CHF entfielen dabei für die Anfahrt. Dividiert man die verbliebenen 222.30 CHF durch die gesäte Fläche von 3.1ha belaufen sich die Kosten für die reine Aussaat auf 71.70 CHF/ha.

Ein Vergleich mit einer konventionellen Sätechnik könnte folgendermassen aussehen:

- Traktor 75-89 kW, 49.00 CHF/h
- Horsch Pronto 3 DC<sup>1</sup>, 118 a/h, 78 CHF/ha
- Lohnkosten von 32 CHF/h

<sup>1</sup> für die Horsch Pronto 3 DC wurden die Werte von Code 5004 und 5062 gemittelt

Die Kosten für diese Methode würden sich auf 207.17 CHF/ha belaufen. Die Saat könnte in diesem Fall jedoch erst nach der Ernte (11.07., ca. 1 Monat später) und bei bereits abgeführtem Stroh stattfinden. Die Zahlen sind dem Agroscope Maschinenkostenkatalog 2025 entnommen.

## **FAZIT UND AUSBLICK**

Die Punktuellen Unterschiede sind, wie im Vorjahr beobachtet gross. Für eine erste Bewertung der Ausbringmenge wurden 43 Aren gesät. Im zweiten Schritt wurden dann bereits 91 weitere Aren gesät. Die Drohne arbeitet sehr schnell, somit ist aber auch schnell viel Fläche gesät, auch wenn die Ausbringmenge nicht korrekt ist. Es wäre somit empfehlenswert einzelne, oft eingesetzte, Mischungen (wie mutmasslich UFA Drohne) genau mit verschiedenen Drohnen bzw. Dosiersystemen abzdrehen und die korrekten Einstellungen zu eruieren, anstatt diese im Feld zu bestimmen. Mit der Erfahrung des Piloten wird die korrekte Menge (auch schon im Vorjahr) jedoch recht gut getroffen.

Der Etablierungserfolg war auch in diesem Versuch nicht den Erwartungen entsprechend. Möglicherweise blieben Samen in den Eiweisserbsen und/oder den Grannen der Gerste hängen. Möglicherweise war auch der Niederschlag nach der Saat nicht ausreichend. Zwar wurden am 15.06. (zwei Tage nach der Saat) 14mm Niederschlag gemessen. Allerdings fielen bis am 02.07. in den zwei Wochen nach der Saat nur insgesamt 20mm Regen. Erst zwischen dem 03.07. und 08.07. fielen wieder 44.7mm Niederschlag. Die 3 Wochen nach der Saat waren somit eher trocken und der Bestand (Eiweisserbsen und Gerste) noch vital (Ernte fand am 11.07. statt).

## 1.10 Kurzstroh-Mais (SSC, short stature corn)

### KONTAKT

Florian Bachmann, Arenenberg, [florian.bachmann@tg.ch](mailto:florian.bachmann@tg.ch)

Sophia Bohländer, Agroscope, [sophia.bohlaender@agroscope.admin.ch](mailto:sophia.bohlaender@agroscope.admin.ch)

Jürg Hiltbrunner, Agroscope, [juerg.hiltbrunner@agroscope.admin.ch](mailto:juerg.hiltbrunner@agroscope.admin.ch)

Kevin Brändli, Bayer, [kevin.braendli@bayer.com](mailto:kevin.braendli@bayer.com)

### HINTERGRUND UND PROJEKTZIELE

Short Stature Corn (SSC), auch als „Kurzstroh-Mais“ bezeichnet, stellt einen vergleichsweise neuen Ansatz im modernen Maisanbau dar. Diese Maisformen zeichnen sich durch eine reduzierte Pflanzhöhe, dickere Stängel und eine tiefere Kolbenansatzstelle aus. SSC-Mais basiert auf einer natürlichen Mutation, welche im mittleren Westen der USA entdeckt und seither züchterisch weiterentwickelt wurde. (wie damals beim Anbausystem von ALS-resistenten Conviso Smart Zuckerrüben). Durch die kürzeren Pflanzen mit tieferem Kolbenansatz liegt der Schwerpunkt tiefer. Gemeinsam mit den dickeren Stängeln resultiert daraus eine verbesserte Standfestigkeit und ein geringeres Risiko von Lager infolge von Wind- oder Sturmereignissen.

Neben den pflanzenbaulichen Merkmalen werden im Zusammenhang mit SSC auch Vorteile im Anbausystem diskutiert. Aufgrund der geringeren Wuchshöhe soll die Bestandesdichte für eine optimale Lichtausnutzung erhöht und die Reihenabstände reduziert werden. Dadurch wird eine schnellere Bodenbedeckung und potenziell besseren Unkrautunterdrückung erwartet und das Risiko für Erosion reduziert. Ebenso wird angenommen, dass der geringere Abstand zwischen Fahne und Narbe die Bestäubung begünstigt und so zu stabileren Erträgen beitragen kann. Darüber hinaus wird eine verbesserte Wasser- und Nährstoffeffizienz vermutet, da die Standraumverteilung optimiert werden kann (geringere Reihenabstände, höhere Bestandesdichten).

Zudem wird SSC ein erhöhtes Kompensationsvermögen (infolge höherer Saatstärke) gegenüber Pflanzenausfällen, beispielsweise durch Schädlinge wie Schnecken, Krähen oder Fritfliegen, zugeschrieben. Aufgrund der potenziell besseren Unkrautunterdrückung wird das System zudem als interessant für den ökologischen Landbau betrachtet. Andererseits können Nachteile bei der Krankheitstoleranz auftreten (geringe Durchlüftung, bodennaher Kolben). Die genannten Eigenschaften beruhen vorwiegend auf Annahmen und ersten Beobachtungen aus dem Jahr 2024. Wie stark welche Eigenschaft ausgeprägt ist, wird sich über mehrere Jahre hinweg zeigen und hängt auch stark von der Sorte ab, welche 2024 und 2025 nicht identisch war.

Ziel des vorliegenden Versuchs ist es daher, ausgewählte Eigenschaften von Short Stature Corn unter den gegebenen Standortbedingungen systematisch zu untersuchen und weitere Erkenntnisse hinsichtlich Bestandesentwicklung, Standfestigkeit sowie des Anbausystems zu gewinnen.

Die Swiss Future Farm (SFF) unterliegt im Rahmen dieses Projekts einer Vertraulichkeitsvereinbarung mit der Firma Bayer. In diesem Zusammenhang ist festgelegt, dass alle Parameter, die in diesem mit Agroscope gemeinsam durchgeführten Projekt erhoben werden – insbesondere Trockenmasse-Erträge, Stärkeerträge sowie weitere Qualitätsparameter – ausschliesslich durch Agroscope ausgewertet und kommuniziert werden.

Der Fokus der SFF liegt hingegen auf der praktischen Bewertung des Anbausystems. Dazu zählen insbesondere Beobachtungen zum Habitus der Pflanzen, das Verhalten des Systems insgesamt sowie der Reaktion der SSC-Sorten auf die unterschiedlichen Saatkichten. Ziel ist es, unter Praxisbedingungen Erfahrungen zu sammeln und Erkenntnisse darüber zu gewinnen, wie sich diese Faktoren auf Bestandesentwicklung und Anbaueigenschaften auswirken.

## VERSUCHSAUFBAU

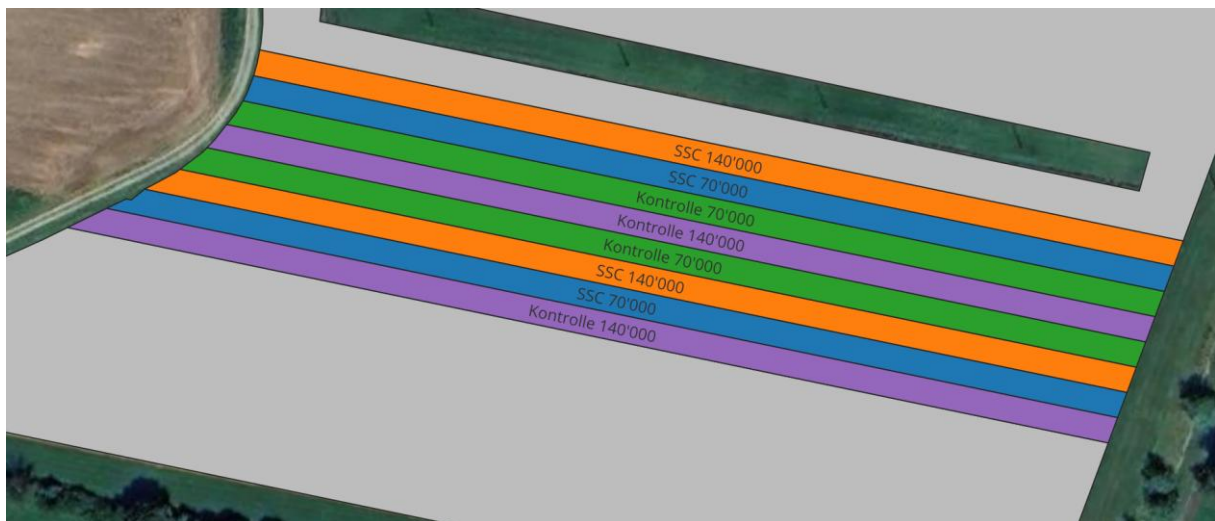


Abbildung 43. Versuchsdesign SSC 2025

Der Versuch wurde auf der Parzelle Rütteli durchgeführt. Verglichen wurden die Saatkichten 70'000 Körner/ha und 140'000 Körner/ha (ausgesät). Zwei Sorten waren Teil des Versuchs: Farmueller als Kontrolle und die SSC-Sorte 1. Eine zweite SSC-Sorte wurde im Norden des Feldes gesät, allerdings nicht im selben Versuchsdesign, weshalb die Resultate nicht direkt verglichen werden können. Der Rest des Feldes wurde betriebsüblich bewirtschaftet. Die Parzelle Rütteli weist ein Gefälle von >2% in Richtung Norden auf. Vorkultur war Winterraps, nach welchem UFA Lepha und danach UFA Silo Quattro gesät wurde (15.08.2024 / 10.11.2024). Diese Zwischenkultur wurde im April gemulcht und am 3. Mai wurde das Saatbett im Streifen mit dem Strip-Till angelegt, am 14.

Mai mit der Precision Planting EKS gesät. Zwei Tage vor der Saat (12. Mai) wurde mit einer Camebridgewalze gewalzt. Am Tag der Saat wurde Roundup Powermax und Starane Max appliziert, am 16. Juni folgte noch eine Applikation Equip Power. Die Düngung war identisch und Bestand aus 41m<sup>3</sup>/ha Schweinegülle am 16. April und 100kg Harnstoff am 14. Juni. Die Ernte (Silomais) fand am 17. Oktober statt.

## RESULTATE

Am 19. August 2025 wurde die Gesamthöhe und die Höhe des Kolbenansatzes bestimmt.

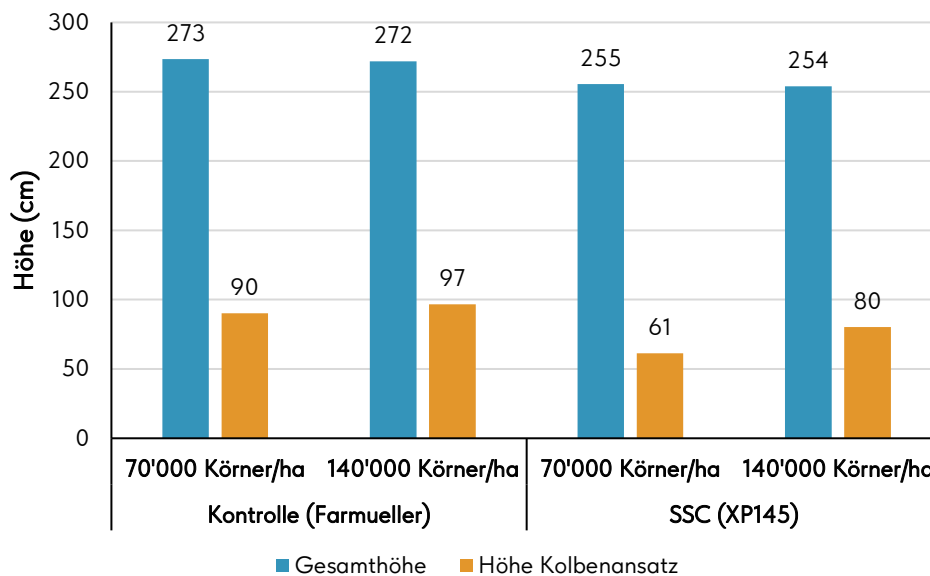


Abbildung 44. Gesamthöhe und Höhe Kolbenansatz

Am selben Tag wurde auch der Stängeldurchmesser 2-3cm über Boden gemessen.

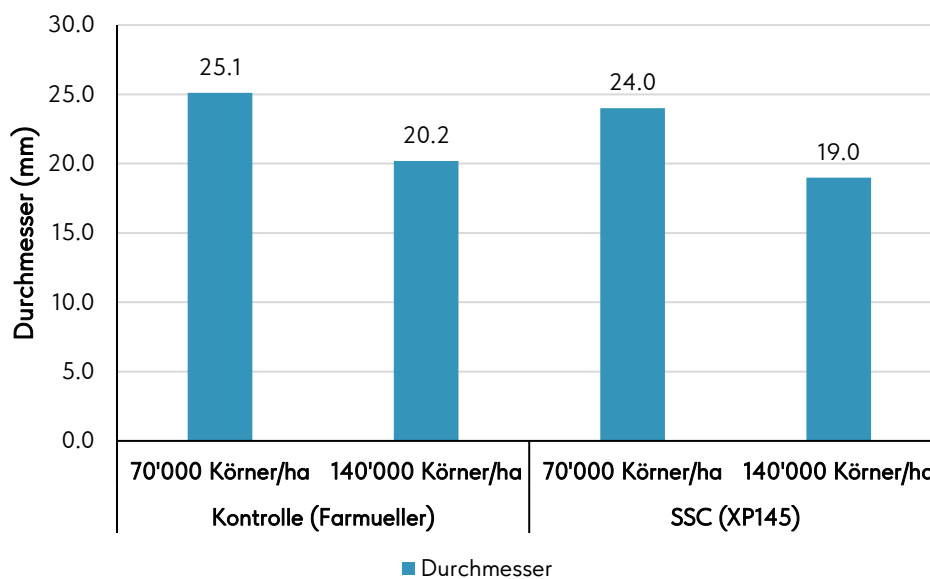


Abbildung 45. Stängeldurchmesser

Nach der Ernte wurde von allen Varianten Proben am Silo genommen und im Labor analysiert. Aus den eingangs erwähnten Gründen wird hier ausschliesslich der TS-Gehalt bei der Ernte dargestellt.

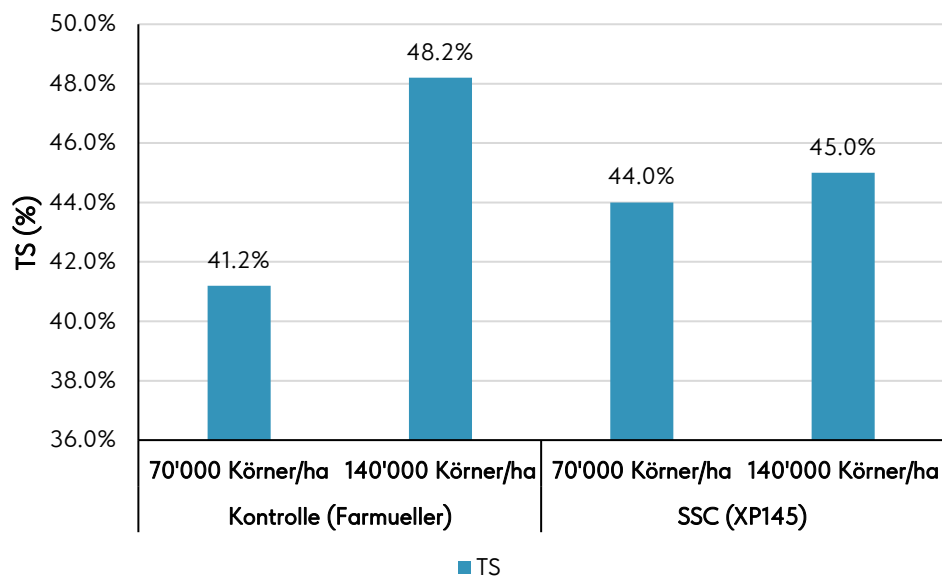


Abbildung 46. TS-Gehalt bei der Ernte

## DISKUSSION UND AUSBLICK

Wie es der Name verspricht, weist der Kurzstroh-Mais einen deutlich kompakteren Wuchs auf. Die Pflanzen in der gewählten Vergleichssorte waren bei den untersuchten Bestandesdichten (70'000 bzw. 140'000) 273cm bzw. 272cm hoch, die Kurzstroh-Pflanzen hingegen 255cm bzw. 254cm. Die Gesamthöhe ist somit knapp 20cm geringer. Die Saatstärken selbst hatte weder in der Kontrolle noch beim Kurzstroh-Typ einen Einfluss auf die Höhe.

Auch der Kolbenansatz lag bei der Kurzstroh-Variante tiefer. Hier war der Unterschied zwischen den Saatstärken bei der Kurzstroh-Variante stärker ausgeprägt. Bei 70'000 Pflanzen/ha lag der Kolbenansatz 29cm tiefer, bei 140'000 Pflanzen/ha noch 17cm. Beim Kurzstroh-Mais erhöhte sich der Kolbenansatz bei höherer Bestandesdichte stärker als bei der Kontrolle.

Beim Stängeldurchmesser konnten in diesem Jahr bzw. bei der Sorte XP145 kaum Unterschiede zur gewählten Vergleichssorte festgestellt werden. Entgegen der Erwartung waren die Stängel gar minimal dünner, in beiden Saatstärken jeweils um gut 1mm. Hier hatte die Saatstärke an sich jedoch einen klar messbaren Einfluss, bei der tiefen Saatstärke waren die Stängel jeweils 25% bzw. 26% (Kontrolle bzw. SSC) dicker. Möglicherweise ist die identische Düngung ein Grund dafür, die Düngung wurde im Versuch nicht zwischen den Bestandesdichte variiert.

Beim Vergleich des Trockensubstanzgehaltes bei der Ernte fällt auf das in der Kontrolle der Unterschied zwischen den Saatstärken sehr viel deutlicher ist als beim Kurzstroh-Mais. In der Kontrolle betrug der TS bei 70'000 Körnern/ha 41.2%, bei 140'000 Körnern/ha hingegen 48.2%, das heisst 7% mehr. Beim Kurzstroh-Mais lagen die Werte mit 44.0% bzw. 45.0% sehr viel dichter zusammen. Eine mögliche Schlussfolgerung ist dass der Kurzstroh-Mais bei hohen Saatstärken deutlich performanter ist als "normale" Maissorten. Die eingangs erwähnten Eigenschaften wie beispielsweise geringere Beschattung und bessere Wasser- und Nährstoffeffizienz ermöglichen es dem Kurzstroh-Mais länger zu wachsen bzw. weniger schnell in Konkurrenzdruck und eine Stressreife zu kommen.

Die Erträge waren vergleichbar, auch hier zeigt sich, dass der Kurzstroh-Mais bei hohen Saatstärken besser abschneidet. Unkrautunterdrückung oder Erosion wurden im Versuch nicht beurteilt, das vergleichsweise bessere Abschneiden des Kurzstroh-Mais bei hohen Saatstärken weist aber darauf hin, dass das angestrebte Anbausystem potenziell funktionieren kann, was Erträge und Qualität angeht.

## 1.11 Unkrautregulierung in Sonnenblumen

### KONTAKT ZUM VERSUCH

Christian Stutz, Berater Ackerbau, Arenenberg, [christian.stutz@tg.ch](mailto:christian.stutz@tg.ch)

Der Versuch wurde im Rahmen des Forum Ackerbau durchgeführt und von Carol Tanner und Christian Stutz, Arenenberg betreut.

### ZIELSETZUNG

Die Nachfrage nach Schweizer Speiseöl ist gross. Wegen des hohen Schädlingsdrucks im Raps und begrenzter insektizider Wirkstoffe dagegen wird der Sonnenblumenanbau als Alternative attraktiver und die Anbaubereitschaft für Sonnenblumen nimmt zu. 2025 stieg die Vertragsmenge bei den Sonnenblumen auf 26'000 t an und soll 2026 sogar 28'000 t betragen. Im dreijährigen Versuch des Forums Ackerbau ging es darum, die Praxistauglichkeit und die Rentabilität der mechanischen Unkrautbekämpfung bei Sonnenblumen zu untersuchen. Der Produktionssystembeitrag (PSB) "Verzicht auf Herbizide" unterstützt den herbizidfreien Anbau von Sonnenblumen mit Fr. 250/ha.

### AUFBAU DES VERSUCHS

Der Versuch wurde auf der Swiss Future Farm von 2023 bis 2025 in Form eines Streifenversuchs mit je 3 Wiederholungen pro Massnahme durchgeführt. Im Verfahren "Herbizid" wurde ein Voraufbauherbizid eingesetzt. Bei Sulfonylharnstoff toleranten Sorten wurde falls nötig eine Korrekturbehandlung im Nachaufbau durchgeführt. In den weiteren Verfahren erfolgte die Unkrautregulierung mechanisch ohne Herbizid. In zwei der mechanischen Verfahren wurden während oder nach dem letzten Hackdurchgang zwei verschiedene Untersaaten (UFA Sofix und UFA Solegu) ausgebracht.

### DREIJÄHRIGE ERGEBNISSE

Die Durchschnittserträge schwankten von Jahr zu Jahr und zwischen den Standorten stark und spiegeln die ungünstigen Wetterbedingungen im Jahr 2024 (ca. 28 dt/ha über alle Standorte, 25 dt in Tänikon) sowie die erfreulichen Bedingungen im Jahr 2025 (ca. 39 dt/ha über alle Standorte, 36 dt in Tänikon) wider. Im Durchschnitt über alle Jahre und Versuchsstandorte zeigte sich, dass die Herbizidvariante gegenüber den anderen Verfahren ertragsmässig mit durchschnittlich rund 3 dt/ha Mehrertrag leicht im Vorteil war. Die Erträge der drei Versuchsjahre für den Standort Tänikon sind in der nachfolgenden Grafik dargestellt.

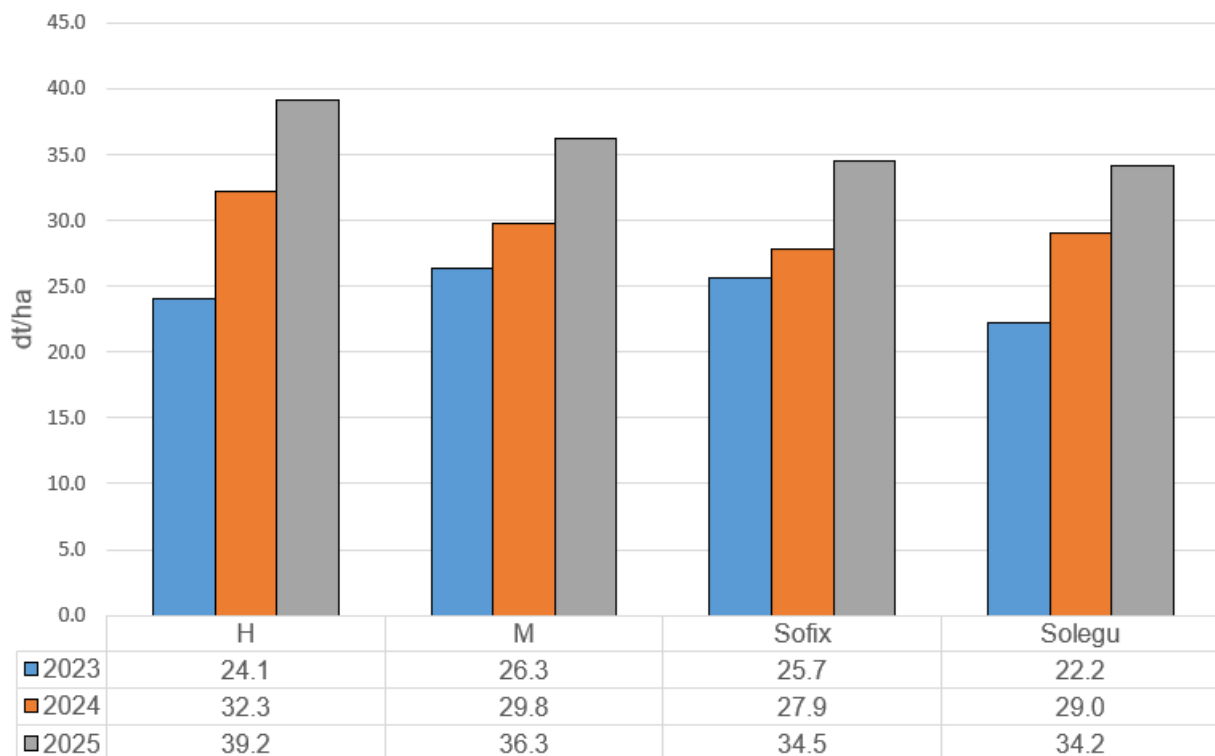


Abbildung 47. Erträge der drei Versuchsjahre für den Standort Tänikon

Im finanziellen Ertrag allerdings schnitt das mechanische Verfahren ohne Untersaat am besten ab, gefolgt vom Verfahren mit Herbizidanwendung und den beiden Untersaat-Verfahren. Die Varianten mit Untersaat scheinen wirtschaftlich am wenigsten interessant zu sein, obwohl die Beiträge für den Herbizidverzicht die Kosten der mechanischen Unkrautbekämpfung teilweise kompensieren. Diese Aussage widerspiegelt allerdings kein vollständiges Bild des Versuchs. So gilt es nachfolgende Aspekte zu berücksichtigen.

Die Untersaaten etablierten sich bis zur Abreife der Sonnenblumen meist gut, trotz zögerlicher Entwicklung im Frühling. Die Unkrautbonituren zeigten eine leichte Konkurrenzwirkung der Untersaaten, die sich allerdings nicht monetär messen lässt. Die Sofix-Untersaat schien die Unkräuter durchschnittlich etwas stärker zu unterdrücken im Vergleich zur Solegu-Mischung. Untersaaten bilden auf jeden Fall eine wirksame Massnahme in Bezug auf Bodenleben und Befahrbarkeit sowie zur Ernte/Beweidung der Untersaat nach der Sonnenblumenernte oder als winterharte Begrünung, welche bei früher Sonnenblumenernte zudem zum Erhalt des Produktionssystembeitrags "angemessene Bedeckung des Bodens" berechtigt. Sonnenblumen verursachen zudem geringere Pflanzenschutz- und Düngungskosten als Raps. Sie eignen sich auch für den Anbau ohne Insektizide und Fungizide und können so im Programm "Verzicht auf Pflanzenschutzmittel" (ehemals Extenso) mit einem Beitrag von Fr. 400/ha angemeldet werden. Der vollständige und detailliertere Versuchsbericht ist im Jahresbericht 2025 auf der Website des Forum Ackerbau einsehbar ([https://www.forumackerbau.ch/fileadmin/forumackerbau.ch/Versuchsberichte/Versuchsbericht\\_2025.pdf](https://www.forumackerbau.ch/fileadmin/forumackerbau.ch/Versuchsberichte/Versuchsbericht_2025.pdf)).

## 1.12 Anbautechnikversuch Winterraps

### KONTAKT ZUM VERSUCH

Christian Stutz, Berater Ackerbau, Arenenberg, [christian.stutz@tg.ch](mailto:christian.stutz@tg.ch)

Der Versuch wurde im Rahmen des Forum Ackerbau durchgeführt und von Carol Tanner, Arenenberg betreut.

### ZIELSETZUNG

Raps als eine der wichtigsten Ackerkulturen in der Schweiz ist einem zunehmenden Schädlingsdruck, insbesondere dem Erdfloh, ausgesetzt. Gegen den Stängelrüssler und den Erdfloh sind nur Insektizide auf Basis von Pyrethroiden wirksam, was die Bildung von Resistenzen fördern kann. Überdies sind Pyrethroide stark giftig für Wasserorganismen. Es ist daher davon auszugehen, dass Pyrethroide in zeitnaher Zukunft verboten werden. Daher stellt sich die Frage, wie sich der Schädlingsdruck reduzieren lässt. Eine Idee ist die Vorverlegung des Saatzeitpunktes, indem bei einem möglichen Einflug des Rapserrdflohs die Pflanzen bereits so gut entwickelt sind, dass das Schädlingpotential nicht mehr gross ist oder die Schädlinge andere, jüngere Pflanzen aufsuchen. Der vorliegende dreijährige Versuch an 6 Standorten des Forum Ackerbau soll deshalb klären, ob mit einer Vorverlegung des Saatzeitpunktes der Pyrethroideinsatz reduziert werden kann und welchen Einfluss die frühe Saat auf den Ertrag hat.

### AUFBAU DES VERSUCHS

Der Versuch wurde auf der Swiss Future Farm in Form eines Streifenversuchs erstmals 2025 durchgeführt und soll zwei weitere Jahre dauern. Auf den Versuchspartzen wurde die eine Hälfte um Mitte August gesät, die zweite Hälfte Beginn September, 14 Tage nach der Frühsaat. Dabei wurden in jeweils drei Wiederholungen zwei verschiedene Saaddichten mit 25 und 40 Körnern/m<sup>2</sup> gewählt. Neben der Bewertung des Erdflohbefalls und der Erhebung des Ertrags wurde auch die Pflanzenmasse bei Vegetationsende und Vegetationsbeginn gemessen.

### ERSTE BEURTEILUNG

Nach einem einzigen Versuchsjahr lassen sich noch keine sicheren Aussagen treffen und Ertragszahlen zuverlässig auswerten. Die einjährigen Ergebnisse deuten allerdings darauf hin, dass sich mit beiden Saatzeitpunkten grundsätzlich ähnlich hohe Erträge erzielen lassen.

## 1.13 Impfversuch Soja

### KONTAKT ZUM VERSUCH

Christian Stutz, Berater Ackerbau, Arenenberg, [christian.stutz@tg.ch](mailto:christian.stutz@tg.ch)

Der Versuch wurde im Rahmen des Forum Ackerbau durchgeführt und von Carol Tanner und Christian Stutz, Arenenberg betreut.

### ZIELSETZUNG

Es gibt verschiedene Saatgutimpfverfahren mit Vor- und Nachteilen. Vorgeimpfte Soja ist einfach in der Handhabung, aber wegen der beschränkten Haltbarkeit erst kurzfristig verfügbar. Selber geimpfte Soja ist anfälliger für Fehler während der Impfung, kann dafür direkt vor der Saat geimpft werden, was eine bessere Wirkung hat. Im neuen Verfahren Ensemo wird die Sojabohne angeschnitten, der Impfstoff aufgetragen und der Schlitz wieder verschlossen. Die Frage ist nun, ob und wie stark die Art der Impfung einen Einfluss auf das Wachstum und den Ertrag hat.

### AUFBAU DES VERSUCHS

Der Streifenversuch wurde auf der Swiss Future Farm in Form erstmals 2025 durchgeführt, soll zwei weitere Jahre dauern und wurde mit drei Wiederholungen für vier Verfahren angelegt. Als Verfahren gewählt wurden die Saat von standardmässig vorgeimpftem Saatgut, von vorgeimpftem Saatgut das bei der Saat nochmals geimpft wurde, von nicht vorgeimpftem Saatgut das erst bei der Saat geimpft wurde sowie vom neuen Ensemo-Saatgut, das nicht weiter behandelt wurde.

### ERSTE BEURTEILUNG

Nach einem einzigen Versuchsjahr lassen sich noch keine sicheren Aussagen treffen und Ertragszahlen zuverlässig auswerten. Die einjährigen Ergebnisse deuten allerdings darauf hin, dass es eine starke Korrelation gibt zwischen der Anzahl Knöllchen und dem Ertrag, und dass das nur vorgeimpfte Saatgut in den meisten Fällen gegenüber den anderen Verfahren am schlechtesten abschneidet, sowohl bei der Bildung von Knöllchen wie auch beim Ertrag. Zu berücksichtigen wird bei der Auswertung aber auch sein, ob Böden bereits Soja-gewöhnt sind oder nicht. Auf den Böden in Tänikon wurden noch nie Sojabohnen angebaut, somit ist zu erwarten, dass der Effekt der Impfungen gross ist.

## 1.14 Sortenversuch Winterweizen

### KONTAKT ZUM VERSUCH

Christian Stutz, Berater Ackerbau, Arenenberg, [christian.stutz@tg.ch](mailto:christian.stutz@tg.ch)

Der Versuch wurde im Rahmen des Forum Ackerbau und in Zusammenarbeit mit Agroscope durchgeführt und von Carol Tanner, Arenenberg betreut.

### ZIELSETZUNG

Die Winterweizensortenversuche werden in Zusammenarbeit mit Agroscope, der Groupe Cultures Romandie, DSP und mit Unterstützung der Branchenorganisation swiss granum jährlich durchgeführt. In der Auswertung wurden die 5 Standorte aus dem Versuchsnetz des Forum Ackerbau berücksichtigt, darunter der Standort Tänikon auf der Swiss Future Farm. Es geht dabei um die Frage, wie sich verschiedene Winterweizensorten in Hinblick auf Ertrag und Qualität unter Extenso- und ÖLN-Bedingungen verhalten.

### AUFBAU DES VERSUCHS

Der Versuch wurde in Kleinparzellen von 9 Quadratmetern mit jeweils drei Wiederholungen im Extenso- und ÖLN-Verfahren angelegt.

### ERGEBNISSE

Das Erntejahr 2025 zeichnete sich durch einen aussergewöhnlich trockenen Frühling aus. Dennoch fielen regelmässig Niederschläge, sodass die Kulturen insgesamt von sehr guten Wachstumsbedingungen profitierten und die Weizenernte früh begann. Im Vergleich zum Dreijahresmittel lagen die Erträge im guten Weizenjahr 2025 deutlich höher. Pianalto und Spontan erzielten dabei die höchsten Erträge, sowohl im ÖLN- wie auch im Extenso-Verfahren. Die Auswertung von Erträgen und Qualitäten der letzten drei Jahre zeigt deutlich, dass der Extensoanbau eine bessere Wirtschaftlichkeit erzielt als die ÖLN-Verfahren. Die höchsten Deckungsbeiträge erreichten dabei die Sorten Cadlimo, Caminada und Diavel. Eine detaillierte Auswertung ist im Jahresbericht 2025 des Forum Ackerbau zu finden ([https://www.forumackerbau.ch/fileadmin/forumackerbau.ch/Versuchsberichte/Versuchsbericht\\_2025.pdf](https://www.forumackerbau.ch/fileadmin/forumackerbau.ch/Versuchsberichte/Versuchsbericht_2025.pdf)).

## 2 Projekte

### 2.1 Beratungsprojekts Smart-N erfolgreich abgeschlossen

#### KONTAKT

Florian Bachmann – Arenenberg, Projektleiter Swiss Future Farm  
[florian.bachmann@tg.ch](mailto:florian.bachmann@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 AGRIDEA mit dem Ziel, die Digitalisierungsmöglichkeiten in der Landwirtschaft zugunsten einer ressourcen- und klimaschonenden Bewirtschaftung zu testen und gezielt für den Einsatz in der Praxis weiterzuentwickeln. 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, international auch als Variable Rate Application (VRA) bezeichnet, 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

Der Versuchsaufbau wurde nach dem ersten Versuchsjahr 2022 vereinfacht. In den Jahren 2023, 2024 und 2025 wurden die Felder grundsätzlich in zwei Hälften geteilt, von welchen dann eine betriebsüblich und eine teilflächenspezifisch gedüngt wurde. Nullparzellen und GRUD wurden während der Düngung mit Blachen abgedeckt. Das Versuchsdesign ist exemplarisch in Abbildung 48 dargestellt.

Über alle Versuchsjahre gestaltet sich der Umfang der Versuchsflächen wie in Tabelle 25 gezeigt.

**Tabelle 25.** Umfang der Versuchsflächen im Projekt Smart-N

Versuchsjahr	Anzahl Betriebe	Anzahl Flächen	Gesamtfläche in ha
2022	4	4	13.8
2023	7	11	40.1
2024	7	11	36.4
2025	7	14	42.5
Gesamt	8	40	132.8



**Abbildung 48.** Exemplarisches Versuchsdesign, links teilflächenspezifische, rechts einheitliche Düngung gemäss Betriebsstandard. Die Werte beziehen sich auf kg Dünger pro Hektare. In schwarz die Nullparzellen bzw. nach GRUD gedüngten Flächen.

Beschreibung der verschiedenen Düngungsvarianten:

Betrieb:

In der Betriebs-Variante wird die betriebsübliche Düngungsstrategie umgesetzt. Die Gesamtstickstoffmenge sowie Höhe und Zeitpunkt der Einzelgaben werden vom Betriebsleiter festgelegt. Die Ausbringung erfolgt nicht teilflächenspezifisch.

Variable Rate Application (VRA):

Für die Umsetzung des Verfahrens der satellitengestützten, teilflächenspezifischen Düngung wird im Projekt mit der Firma Vista – Geowissenschaftliche Fernerkundung GmbH zusammengearbeitet. Vista erstellt im Rahmen ihrer TalkingFields®-Produkte Düngeapplikationskarten, die auf langjährigen Biomassekarten, aktuellen Satellitenbildern für die Bestandesentwicklung und der errechneten bisherigen N-Aufnahme des Bestandes basieren. Bei der ersten Düngergabe spielen vor allem die langjährigen Biomassemuster eine Rolle, bei späteren Gaben wird das aktuelle Satellitenbild stärker gewichtet. Weitere Informationen finden sich unter: [www.talkingfields.de](http://www.talkingfields.de). Die maximale N-Menge pro Schlag wird jeweils von den Betriebsleitenden anfangs Jahr angegeben.

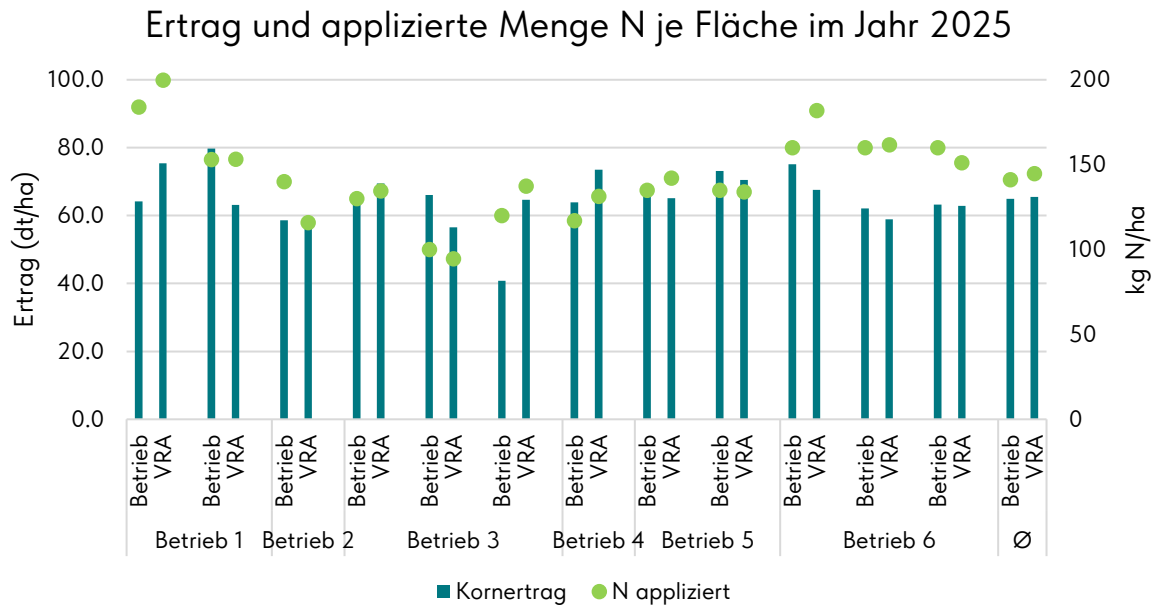
Null-Parzellen / Düngung nach GRUD  $N_{min}$ :

Auf jeder Versuchsparzelle gibt es in den Varianten Betrieb und VRA jeweils drei Bereiche von 4x6 Metern, die vor jeder Düngergabe durch das Projektteam abgedeckt werden. In Abbildung 48 sind diese Bereiche in schwarzer Farbe gekennzeichnet. Die Hälfte (4x3 Meter) bleibt jeweils ungedüngt (Null-Parzellen) und dient Ende Jahr als Indikator für die Nachlieferung von Stickstoff aus dem Boden. Die andere Hälfte wird verwendet, um nach  $N_{min}$  Methode der GRUD (Grundlagen für die Düngung landwirtschaftlicher Kulturen in der Schweiz) zu düngen (Hand gestreut).

## **TECHNISCHE UMSETZUNG DER DÜNGUNG**

Hier gab es im vierten Projektjahr keine Überraschungen mehr. Die bewährte/etablierte Technik hat funktioniert. Probleme gab es beim Test einer neuen Mobiltelefon-App für die günstige Einstiegslösung. Aufgrund von falschen Benennungen in der Attributtabelle der Shapefiles wurde die Karte in der App fehlerhaft dargestellt und in der Folge nicht korrekt gedüngt. Die Flächen wurden entsprechend von der Auswertung ausgeschlossen. Der Workflow wurde jedoch speziell zum Testen der App im Projekt angewendet, er ist nur für versierte GIS-Nutzer:innen empfehlenswert bzw. infolge des grösseren Arbeitsaufwandes kaum praxisrelevant.

## ERTRÄGE UND DÜNGERMENGEN IM JAHR 2025



**Abbildung 49:** Ertrag und applizierte Menge N je Fläche

In Abbildung 49 sind die Erträge und ausgebrachten Düngermengen der Verfahren Betrieb und VRA für die 12 Projektflächen im Versuchsjahr 2025 ausgewiesen. Es ist zu erwähnen, dass die Erntemengen per Handsamples bestimmt wurden, welche den Ertrag bekanntermassen überschätzen. Das Ertragsverhältnis der beiden Düngungsverfahren stimmt aber zwischen den Handsamples und den Ertragskarten gut überein, weshalb Handproben für den Vergleich der Varianten sehr gut geeignet sind.

In der Betriebsvariante schwanken die Erträge zwischen 40.8 dt/ha und 79.7 dt/ha, der Mittelwert beträgt 64.9 dt/ha. In der VRA-Variante schwanken die Erträge zwischen 56.6 dt/ha und 75.4 dt/ha, der Mittelwert beträgt hier 65.5 dt/ha. Der Ertrag war 2025 um 0.9% höher bei teilflächenspezifischer Düngung.

In der Betriebsvariante wurden insgesamt zwischen 100 kg N/ha und 184 kg N/ha ausgebracht, im Mittel waren es 141 kg/ha. Mit VRA wurden zwischen 95 kg N/ha und 200 kg N/ha appliziert, im Mittel 145 kg N/ha. Der Stickstoffeinsatz bei der VRA-Variante war also 3% höher.

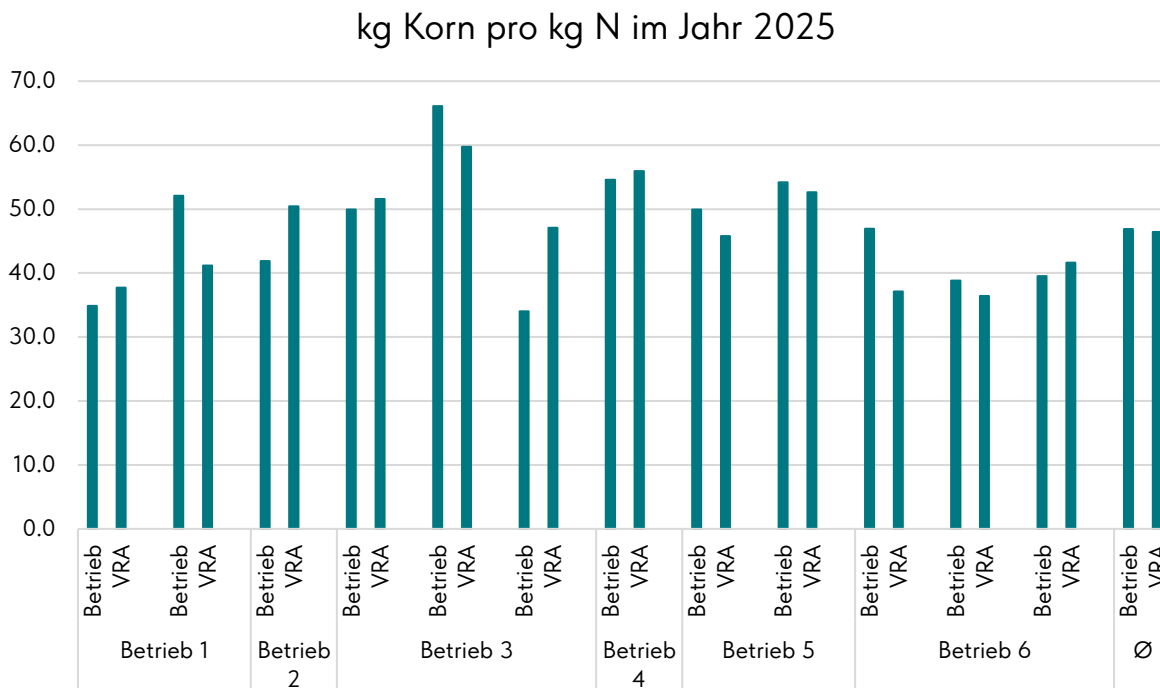


Abbildung 50. Kornertrag pro kg N

Der Kornertrag pro kg N war bei der VRA-Variante bei 6 von 12 Flächen besser. Im Mittel beträgt er bei der Betriebsvariante 46.9 kg Korn pro kg appliziertem N, bei der VRA-Variante 46.6 kg.

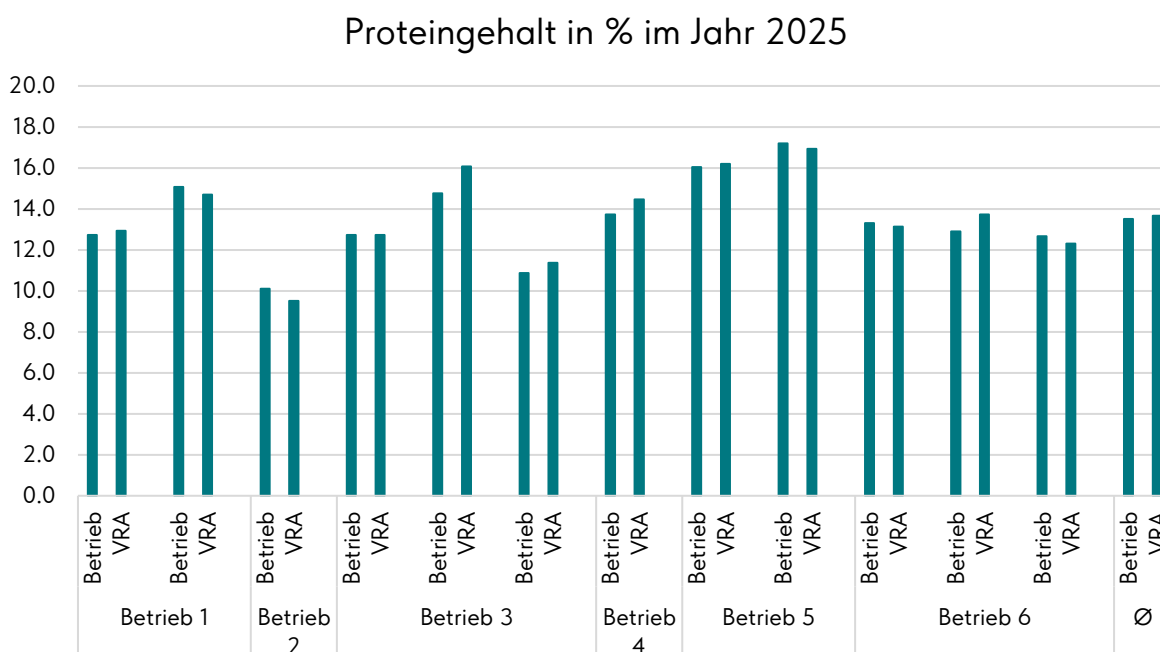


Abbildung 51. Proteingehalt in %

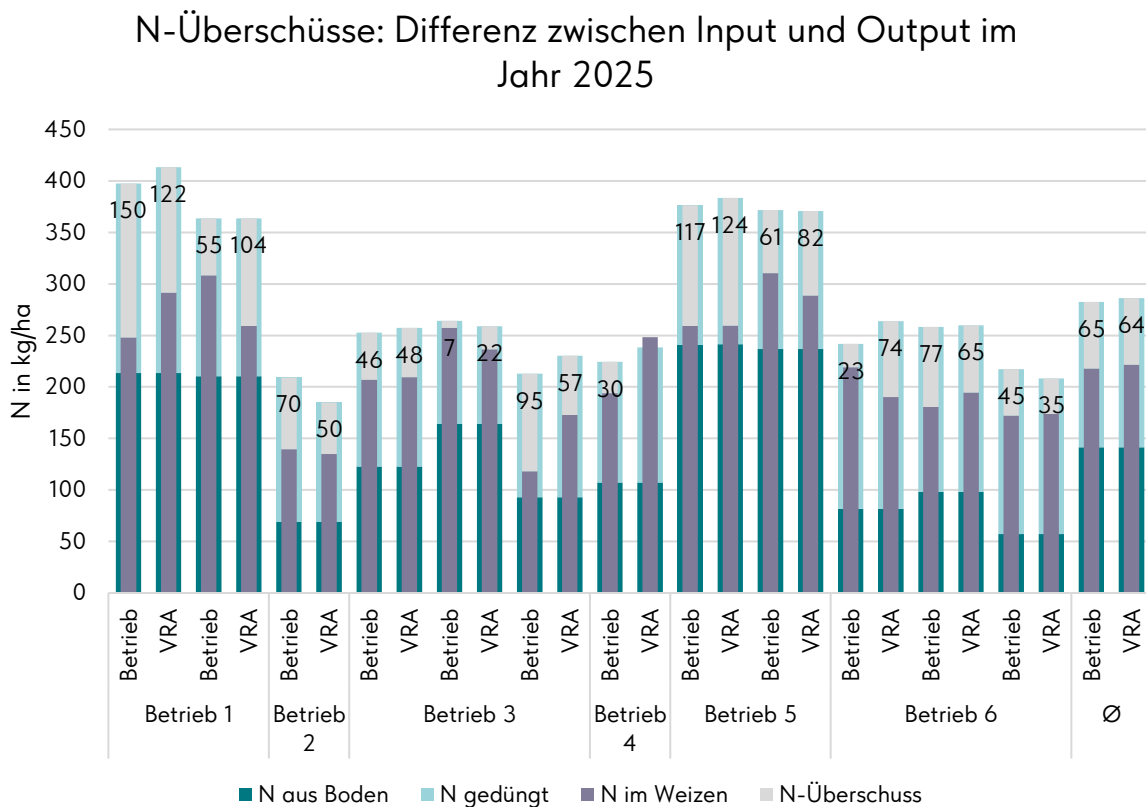
Beim Proteingehalt gab es im Mittel kaum Unterschiede, in der Betriebsvariante lag er bei 13.5%, bei der VRA-Variante mit 13.7% leicht höher.

## REDUKTION DER N-ÜBERSCHÜSSE BEI TEILFLÄCHENSPEZIFISCHER DÜNGUNG IM JAHR 2025

Das Hauptziel im Projekt Smart-N ist die Reduktion der N-Überschüsse durch die Anpassung der Stickstoffdüngung an den Bedarf der Pflanzen. Die Überschüsse werden im Projekt definiert als Düngestickstoff, der nicht vom Weizen aufgenommen wird. Sie setzen sich aus der gedüngten N-Menge zuzüglich der N-Nachlieferung aus dem Boden abzüglich der vom Weizen aufgenommenen N-Menge zusammen.

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

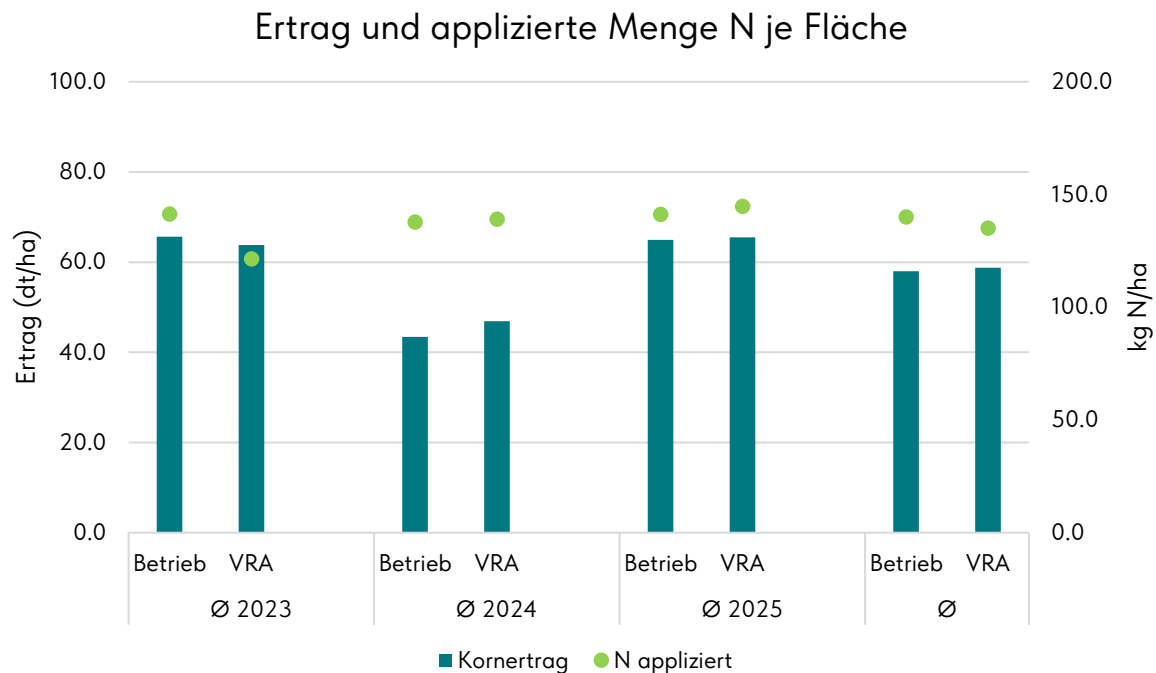
Zur Bestimmung der Überschüsse wird Ende Jahr der N-Gehalt von Korn und Stroh im Labor ermittelt. Die Werte der 0-Parzellen dienen dabei als Indikator für die Bodennachlieferung.



**Abbildung 52.** N-Überschüsse als Differenz zwischen N-Input und N-Output

Die Stickstoffnachlieferung aus dem Boden lag 2025 zwischen 57.2 kg N/ha und 241.4 kg N/ha. Die N-Überschüsse in der Betriebsvariante bewegten sich zwischen 7 kg N/ha und 150 kg N/ha, bei einem Mittelwert von 64.5 kg N/ha. In der VRA-Variante lagen sie zwischen 0 kg N/ha und 124.1 kg N/ha-, der Mittelwert betrug hier 64.5 kg N/ha. Die N-Überschüsse waren also im Mittel für beide Varianten identisch.

## ERTRÄGE UND DÜNGERMENGEN DER JAHRE 2023, 2024 UND 2025



**Abbildung 53.** Ertrag und applizierte Menge N je Fläche

In Abbildung 53 sind die Erträge und ausgebrachten Düngermengen der Verfahren Betrieb und VRA pro Versuchsjahr ausgewiesen.

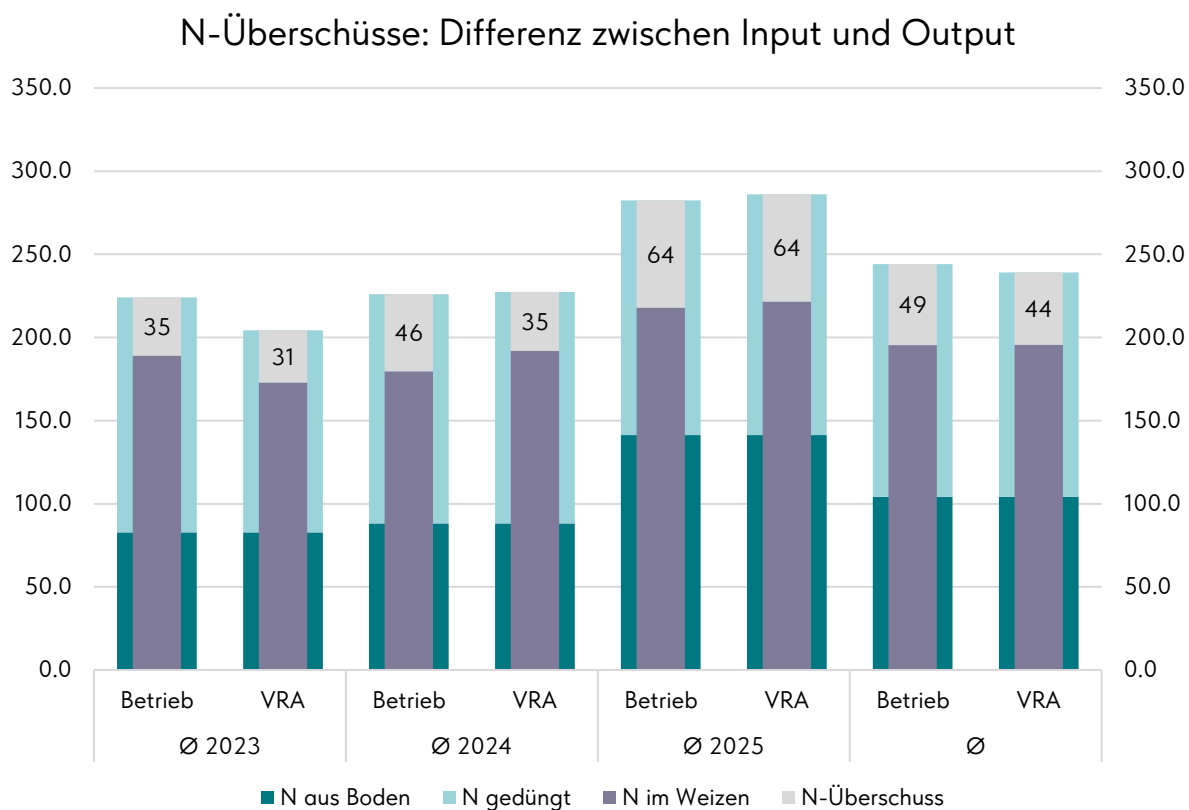
2023 wurde in der VRA-Variante durchschnittlich ein Ertrag von 63.8 dt/ha erzielt, in der Betriebsvariante hingegen 65.7 dt/ha, 1.8 dt/ha mehr. Bei der VRA-Variante wurde im Mittel 19.9 kg N/ha weniger gedüngt.

2024 wurde in der VRA-Variante durchschnittlich ein Ertrag von 46.9 dt/ha erzielt, in der Betriebsvariante hingegen 43.5 dt/ha, 3.5 dt/ha weniger. Bei der VRA-Variante wurde im Mittel 1.3 kg N/ha mehr gedüngt.

2025 wurde in der VRA-Variante durchschnittlich ein Ertrag von 65.5 dt/ha erzielt, in der Betriebsvariante hingegen 64.9 dt/ha, 0.6 dt/ha weniger. Bei der VRA-Variante wurde im Mittel 3.6 kg N/ha mehr gedüngt.

Über alle Jahre wurde in der VRA-Variante durchschnittlich ein Ertrag von 58.7 dt/ha erzielt, in der Betriebsvariante hingegen 58.0 dt/ha, 0.7 dt/ha weniger. Bei der VRA-Variante wurde im Mittel 5.0 kg N/ha weniger gedüngt. Über alle Jahre wurde also ein 1.3% höherer Ertrag bei 3.6% geringerem Stickstoffeinsatz realisiert.

## REDUKTION DER N-ÜBERSCHÜSSE BEI ORTSSPEZIFISCHER DÜNGUNG IN DEN JAHREN 2023, 2024 UND 2025



**Abbildung 54.** N-Überschüsse: Differenz zwischen Input und Output

Im Jahr 2023 war der Stickstoffüberschuss um 4 kg N/ha oder 10.9% reduziert.

Im Jahr 2024 war der Stickstoffüberschuss um 11 kg N/ha oder 23.9% reduziert.

Im Jahr 2025 war der Stickstoffüberschuss um 0 kg N/ha oder 0.0% reduziert.

Über alle Jahre gemittelt war der Stickstoffüberschuss um 5 kg N/ha oder 10.2% reduziert.

## **FAZIT UND AUSBLICK**

Im Mittel der Versuchsjahre 2023 – 2025 (36 Felder) konnte ein minimaler Mehrertrag bei leicht geringerem Stickstoffeinsatz gezeigt werden. Die Unterschiede bewegen sich jedoch im tiefen, einstelligen Prozentbereich. Sehr viel klarer ist die Erhöhung der Stickstoffverwertung. Der Stickstoffverlust, also derjenige Teil der ausgebrachten Düngermenge, welche nicht in der Pflanze eingelagert wird, konnte mittels teilflächenspezifischer Düngung um 10.2% reduziert werden. Die Varianz der Resultate über die einzelnen Versuchsjahre aber auch über die einzelnen Flächen und Betriebe ist beträchtlich.

Teilflächenspezifische Düngung kann somit einen Beitrag zum Absenkpfad leisten. Betriebsleitende stehen jedoch vor der Herausforderung, die nötige Investition in nützlicher Frist zu amortisieren. Dazu sind die Mehrerträge und Ersparnisse beim Dünger zu gering. Die Reduktion der Stickstoffverluste kann aktuell nicht in einen monetären Mehrwert umgewandelt werden.

### **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/standortstrategie/versuchsstationen/versuchsstation-smarte-technologien.html>

Videos:

[https://www.agroscope.admin.ch/agroscope/de/home/aktuell/newsroom/2022/11-24\\_intelligente-duengung.html](https://www.agroscope.admin.ch/agroscope/de/home/aktuell/newsroom/2022/11-24_intelligente-duengung.html)

<https://www.youtube.com/playlist?list=PL7ZaE-gccj2XS7mlrx751xmnHwTTQL-aJ>

## 2.2 Präzisions-Agroforstwirtschaft

### KONTAKT

Florian Bachmann, Arenenberg, [florian.bachmann@tg.ch](mailto:florian.bachmann@tg.ch)

Mareike Jäger, ZHAW Wädenswil, [mareike.jaeger@zhaw.ch](mailto:mareike.jaeger@zhaw.ch)

### HINTERGRUND

Die Agroforstwirtschaft – die gezielte Integration von Bäumen und Sträuchern in landwirtschaftliche Nutzflächen – gewinnt im Zuge des Klimawandels, der Dekarbonisierung von Lieferketten und steigender Anforderungen an Nachhaltigkeit zunehmend an Bedeutung. Insbesondere die Fähigkeit von Gehölzen, Kohlenstoff zu speichern, die Biodiversität zu fördern und die Resilienz landwirtschaftlicher Systeme zu erhöhen, macht Agroforst zu einem vielversprechenden Ansatz für die zukünftige Landbewirtschaftung.

Bisher fand die Agroforstwirtschaft jedoch vor allem Anwendung in extensiveren oder ökologisch ausgerichteten Betrieben. Für spezialisierte, stark mechanisierte Ackerbaubetriebe bestanden bislang zentrale Hürden: Befürchtete Ertragseinbussen, eingeschränkte Maschineneffizienz, hohe Investitionskosten und fehlende praxistaugliche Planungsinstrumente. Gleichzeitig fehlten wissenschaftlich fundierte Ansätze, die Agroforstsysteme gezielt mit Technologien der Präzisionslandwirtschaft kombinieren. Vor diesem Hintergrund haben die Swiss Future Farm (SFF) und die ZHAW gemeinsam das Projekt „Präzisions-Agroforstwirtschaft“ initiiert. Ziel ist es, aufzuzeigen, wie Agroforstsysteme systematisch, technologiegestützt und wirtschaftlich tragfähig in den spezialisierten Ackerbau integriert werden können.

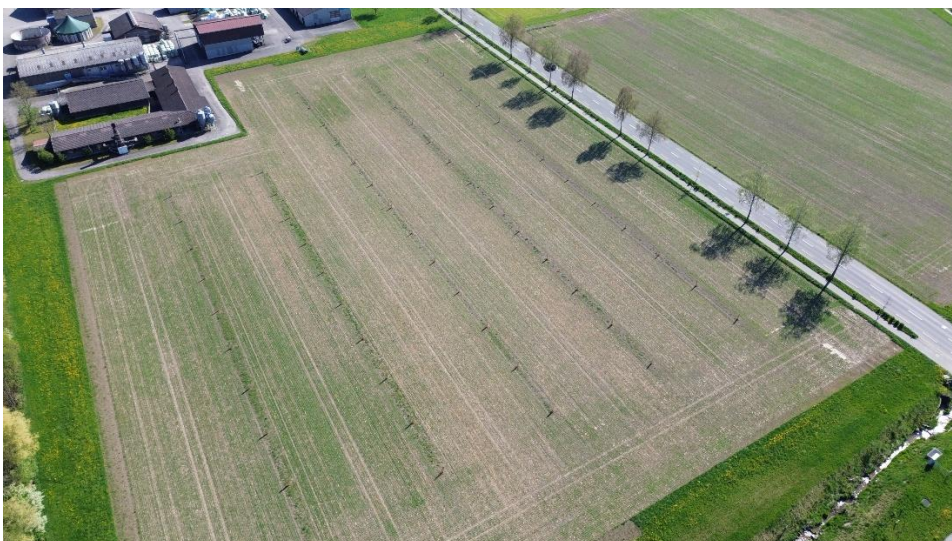


Abbildung 55. Agroforst am 22.04.2026

## **PROJEKTZIELE**

Das Projekt verfolgt das übergeordnete Ziel, die Agroforstwirtschaft aus der Nische herauszuführen und für spezialisierte Ackerbaubetriebe praktikabel zu machen. Daraus ergeben sich folgende Teilziele:

- Entwicklung einer modularen, praxisorientierten Agroforst-Toolbox, die Landwirt:innen und Beratende bei Planung, Umsetzung und Bewirtschaftung unterstützt.
- Erprobung eines Pilot-Agroforstsystems auf der Swiss Future Farm unter realen Betriebsbedingungen.
- Integration von Präzisionslandwirtschaftstechnologien (z. B. RTK-Lenksysteme, variable Ausbringung, Drohnen- und Sensortechnik), um Zielkonflikte zwischen Bäumen und Ackerbau zu minimieren.
- Bewertung ökologischer und ökonomischer Effekte, insbesondere in Bezug auf Ertrag, Arbeitsaufwand, Betriebseffizienz und Ökosystemleistungen.
- Ableitung übertragbarer Handlungsempfehlungen für spezialisierte Ackerbaubetriebe in der Schweiz.

## **VERSUCHSAUFBAU UND PLANUNG DER PARZELLE**

Im Folgenden wird auf die Planung der Parzelle eingegangen. Es wird erläutert welche Überlegungen zum den getroffenen Entscheiden geführt haben.

- Planung der Feldgrenze und des Gewässerraumes
- Planung der Acker- und Baumstreifen
- Auswahl und Positionierung der Bäume
- Ansaat Grünstreifen

Das Pilot-Agroforstsystem wird auf der Swiss Future Farm, auf der Parzelle Schüürpünt (TG.BWE.13909), eingerichtet. Der Standort ermöglicht den Einsatz modernster Landtechnik sowie eine detaillierte Datenerfassung im laufenden Betrieb.

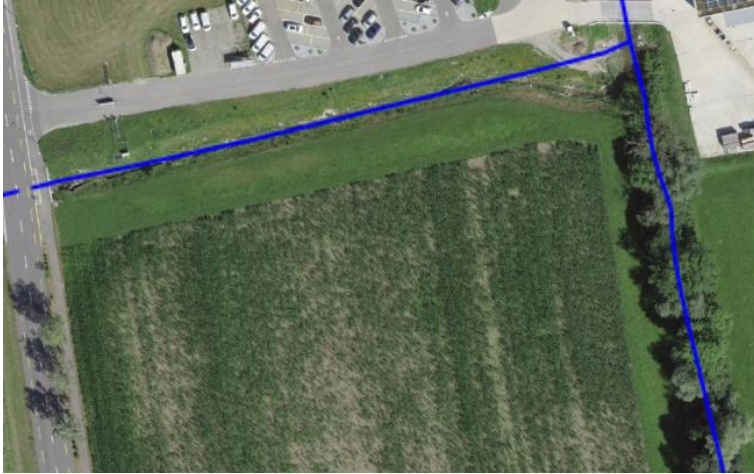
Das System umfasst:

- Baumstreifen mit ausgewählten, klimaresilienten Baumarten,
- produktive Ackerbauflächen zwischen den Gehölzstreifen,
- Grünstreifen als Übergangs- und Biodiversitätselemente.

Die Ausrichtung und Abstände der Baumreihen sind konsequent auf die Nutzung moderner Ackerbaumaschinen und RTK-gestützter Lenksysteme abgestimmt.

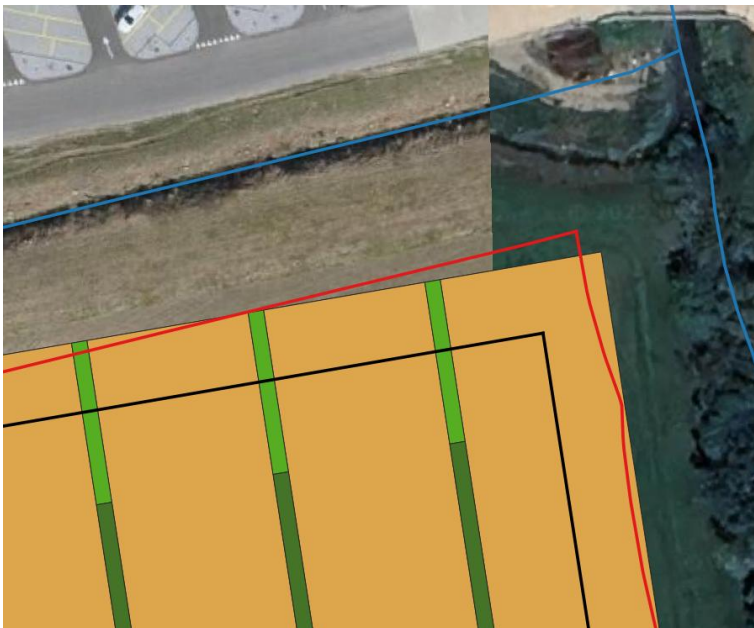
### Feldgrenzen

Für die Planung stand eine eingemessene Feldgrenze aus den auf der SFF genutzten Lenksystemen zur Verfügung.



**Abbildung 56.** Layer "Gewässer swissTLM3D"; map.geo.admin.ch

Bis Ende 2026 wird die Gemeinde den Gewässerraum der zwei Bäche (Abbildung 56) welche die Parzelle im Norden und Osten einrahmen neu ausscheiden. Bei der Planung wurde dies insofern berücksichtigt, dass möglicherweise ein Teil der Fläche für eine ackerbauliche Fläche verloren geht. Die Fläche ist so geplant das in diesem Fall eine neue Feldgrenze ausserhalb des Gewässerraumes gezogen werden kann und dort direkt am Feldrand eine Fahrgasse angelegt wird. So verbliebe eine halbe Spritzenbreite in der Produktion.



**Abbildung 57.** Berücksichtigung mögliche Grenzen Gewässerschutzraum

Abbildung 57 zeigt den Gewässerverlauf (blau) und eine mögliche Grenze des Gewässerraums (rot), wenn dieser 18m breit wäre. Die angepasste Feldgrenze wäre in diesem Fall neu die schwarze Linie im Feld.

#### Acker- und Baumstreifen



**Abbildung 58.** Einteilung in Acker- und Baumstreifen

Entlang der Hauptstrasse ist eine Birkenallee gepflanzt, somit beginnt das Feld im Westen mit einem 21m breiten Ackerstreifen (beige). Diese breite ist auf die Arbeitsbreite der Horsch Leeb 1.4 CS Pflanzenschutzspritze abgestimmt. Auch die Arbeitsbreiten der Feldhäcksler und Mähdrescher (5.5m bis 7.8m) lassen sich ohne zu viel Überlappung in diese Breite integrieren.

Dann folgt der erste Baumstreifen mit einer Breite von 2m (grün). Die Grünfläche wird nicht zur Futterproduktion genutzt und ist deshalb auf ein Minimum begrenzt. Das Ziel ist es die Ackerfläche so gross wie möglich zu gestalten bzw. Ertragsausfälle durch die Grünfläche zu minimieren. Diese Masse werden von West nach Ost fortgeführt, sodass 6 Ackerstreifen à 21m und 5 Baumstreifen à 2m entstehen.

Südlich und nördlich sind die Baumstreifen so angelegt, dass vom Feldrand bis zum ersten Baum ebenfalls etwas mehr als 21m zur Verfügung stehen. So kann das Vorgewende ebenfalls mit vollständig ausgeklappter Feldspritze in einer Überfahrt behandelt werden. Der hellgrün dargestellte Bereich in Abbildung 58 ist die Verlängerung des Baumstreifens, welche im Bereich des Vorgewendes liegt. Um eine automatisierte Grünstreifenpflege (Mäh- bzw. Mulchroboter) zu ermöglichen können diese Bereiche ebenfalls als Grünland angelegt werden. In der ersten Saison nach Pflanzung der Bäume wird jedoch auf der gesamten Fläche, d.h. auch in der Verlängerung der Baumstreifen, Sommergerste gesät. In der Parzelle entfallen somit 5.5% der Fläche auf die Baumstreifen und 94.5% der Fläche sind Ackerfläche

### Bäume

Da das Projekt zum Ziel hat Handlungsempfehlungen für spezialisierte Ackerbaubetriebe zu entwickeln wurden für die Auswahl der Baumarten folgende Kriterien festgelegt:

- Hohe Robustheit und Anpassungsfähigkeit
  - o Anspruchslose, frostharte und hitze- bzw. trockenheitstolerante Arten
- Wurzelsystem
  - o Tief- und Herzwurzler
- Ökosystemleistungen
  - o Biodiversitätsfördernd, Stickstofffixierend, Humuswirkung
- Nutzungspotenzial
  - o Wertholz

Ausserdem sollen die Bäume möglichst pflegeleicht sein, von einer Fruchtproduktion wurde deshalb abgesehen.

Im Folgenden sind die ausgewählten Baumarten kurz beschrieben:

- **Flutterulme**: Ein rasch wachsender, tiefwurzlernder und überflutungstoleranter Baum mit hoher Klimatoleranz und Resistenz gegen Ulmensterben.
- **Gleditschie** (Lederhülsenbaum): Ein trockenheits- und hitzetoleranter Tiefwurzler mit lockerer Krone und geringen Standortansprüchen.
- **Karelische Birke**: Ein langsam wachsender, tiefwurzlernder Baum mit hohem Wertholzpotenzial und Pioniercharakter.
- **Purpurerle**: Ein raschwüchsiger, stickstofffixierender und tiefwurzlernder Baum mit lockerer Krone, der anspruchslos ist.
- **Schwarzerle**: Ein stickstofffixierender, windfester und herzwurzlernder Baum mit hoher Boden- und Wasserverträglichkeit, der zusätzlich durch schnelle Laubzersetzung zur Humusbildung beiträgt.
- **Schwarznuss**: Ein schnell wachsender, tiefwurzlernder Grossbaum mit hohem Wertholzpotenzial und guter Hitzeverträglichkeit.



Die Breite des Baumstreifens beträgt 2m. Die Bäume sollen in den ersten Jahren dazu erzogen werden tief zu wurzeln, d.h. entlang des Baumstreifens werden z.B. mit einem Tiefenlockerer Wurzeln gekappt, welche zu flach in den Wurzelraum der Ackerkulturen eindringen.

### Grünstreifen

Der Grünstreifen soll möglichst wenig Pflegeaufwand generieren. Deshalb wird zur Begrünung die Mischung UFA Mulch-Mischung feucht angesät. Diese setzt sich folgendermassen zusammen:

- 75g Rotschwengel Rasentyp
- 125g Wiesenrispe Rasentyp
- 100g Rohrschwengel Rasentyp
- 200g Engl. Raigras Rasentyp

Die Saat im November mit der Horsch Pronto 3 DC war nicht erfolgreich, da sie zu spät erfolgte und die Witterung im Anschluss an die Saat nicht mehr mitspielte.

Im Frühling wurde von Hand nachgesät, bis zur Veröffentlichung des Jahresberichts 2025 hat sich der Grasbestand jedoch noch nicht zufriedenstellend entwickelt.

## **ARBEITSAUFWAND UND KOSTEN**

Zum Zeitpunkt der Veröffentlichung des Jahresberichtes steht Sommergerste auf dem Feld. Erste Informationen zu Erträgen und Arbeitsaufwänden im Kontext des Agroforstes werden im Jahresbericht 2026 veröffentlicht.



**Abbildung 60.** Luftaufnahme der Parzelle am Tag nach der Pflanzung (10.12.2025)

### Arbeitsaufwand Etablierung

Die Pflanzung fand am 9. Dezember 2025 statt. Für die Pflanzung der 59 Bäume wurden insgesamt 50h 45min aufgewendet, also etwas weniger als 52 Minuten pro Baum. Dies umfasst den Aushub des Pflanzloches, das Einmischen von etwas Kompost, das Setzen des Baumes und Pflanzpfahles, das Anbringen des Verbiss-Schutzes sowie das Anbinden des Baumes. Durch den eher schweren Boden auf der Parzelle (stagnogleyige Braunerde, skelettarm, schwach sandiger und schwach toniger Lehm, staufeucht) und das Anbringen des Verbiss-Schutzes war der Zeitaufwand tendenziell höher. Ende März wurden die Baumscheiden noch mit Holzschnitzeln abgedeckt, dafür wurden insgesamt 4 Arbeitsstunden aufgewendet. Dabei wurde auch die Fixierung einzelner Bäume nochmals korrigiert.

### Kosten

Die 59 Bäume kosteten insgesamt 3'352.41 CHF oder im Durchschnitt 56.82 CHF pro Baum. Pfähle und Baumschutz kosteten insgesamt 899.75 CHF oder im Durchschnitt 15.25 CHF pro Baum. Insgesamt betragen die Materialkosten pro Baum also durchschnittlich 72.07 CHF. Die Bäume wurden bei Josef Kressibucher AG und Kurt Rudisühle Baumschulen eingekauft. Die Karelsche Maserbirke wurde bei Traian Tudor beschafft.

### Anmeldung und Beträge

Vogelbeere und Wildkirsche wurden in der Strukturdatenerhebung mit dem Code 0921 – Hochstammfeldobstbäume angemeldet. Diese sind grundsätzlich Beitragsberechtigt mit 13.50 CHF/Baum in Qualitätsstufe 1 bzw. 31.50 CHF/Baum in Qualitätsstufe 2. Ausserdem kann pro Baum 1 Are BFF angerechnet werden. In der Versuchsparzelle kann nur Q1 erreicht werden. Stiel-eiche, Schwarzerle und Spitzahorn, Purpurerle und Zitterpappel mit dem Code 0924 - Einheimische standortgerechte Einzelbäume und Alleen. Für Bäume in dieser Kategorie werden keine Beiträge entrichtet. Es kann jedoch ebenfalls 1 Are/Baum als BFF angerechnet werden. Der Rest der Bäume ist als 0926 – andere Bäume gemeldet. Für diese Kategorie werden weder Beiträge entrichtet noch kann Fläche als BFF angerechnet werden.

## **FAZIT UND AUSBLICK**

Zum Zeitpunkt dieser Publikation wächst auf der Parzelle Sommergerste. Unter anderem wird untersucht werden, wie sich das Düngerstreuen mit Grenzstreueung auf den Ertrag nahe an den Baumstreifen auswirkt. Dazu wird auch ein Vergleich mit der Sommergerste auf dem Feld Chaiblen Nord angestellt. Ausserdem wird Begrünung der Baumstreifen wiederholt werden müssen. Seitens ZHAW werden Biodiversitätsmonitorings durchgeführt sowie die Toolbox finalisiert.

## 2.3 Nutzung von Smart Farming durch Betriebsleiterfamilien analysieren und fördern

### KONTAKT

Prof. Dr. Mirjam Pfister, HAFL, [mirjam.pfister@bfh.ch](mailto:mirjam.pfister@bfh.ch)

Florian Bachmann, Arenenberg, [florian.bachmann@tg.ch](mailto:florian.bachmann@tg.ch)

### HINTERGRUND

Unter der Leitung von Prof. Dr. Mirjam Pfister beteiligt sich die Swiss Future Farm am Projekt "Nutzung von Smart Farming durch Betriebsleiterfamilien analysieren und fördern". Die Digitalisierung ist ein zentraler Trend in der Landwirtschaft und steigert Effizienz, Nachhaltigkeit und Wirtschaftlichkeit. Sie umfasst Precision Farming (vernetzte Maschinen), Decision Farming (Entscheidungsunterstützung) sowie E-Governance. Gleichzeitig bringt sie Herausforderungen wie hohe Kosten, komplexe Anwendung, fehlende Kompetenzen und Unsicherheiten bei Landwirten mit sich. Die Beratung spielt eine wichtige Rolle bei der Unterstützung, doch insbesondere in der Schweiz fehlen dazu bislang Daten und die Adoptionsrate digitaler Technologien ist eher gering. Das Projekt setzt hier an, indem es die Rolle der (kantonalen) Beratung im Digitalisierungsprozess untersucht und gezielt Wege aufzeigt, wie Betriebsleiterfamilien beim Einsatz digitaler Technologien besser unterstützt werden können – sowohl inhaltlich als auch prozessual, um die Anwendung zu erleichtern und die Akzeptanz zu erhöhen.

### PROJEKTZIELE

Das Projekt untersucht zunächst, wie Betriebsleiterfamilien Smart-Farming-Technologien (Precision und Decision Farming) einsetzen, welche Herausforderungen dabei entstehen und welchen Beitrag diese Technologien zu Effizienz, Nachhaltigkeit und Arbeitsentlastung leisten. Dabei werden auch Unterschiede zwischen Betrieben sowie Unterstützungsbedarfe gegenüber Beratung und Firmen analysiert.

In einem zweiten Schritt wird analysiert, wie die landwirtschaftliche Beratung (kantonal und durch Firmen) den Einsatz digitaler Technologien unterstützt, welche Ansätze und Kompetenzen dafür notwendig sind und wie die Zusammenarbeit zwischen Akteuren gestaltet werden kann. Darauf aufbauend identifiziert das Projekt erfolgreiche „Leader-Betriebe“, untersucht deren Lernprozesse und macht Erfolgsfaktoren und Hürden sichtbar. Abschliessend werden auf Basis der Erkenntnisse Weiterbildungs- und Trainingsangebote für Beratungspersonen entwickelt, um deren digitale Kompetenzen gezielt zu stärken und die Unterstützung von Betriebsleiterfamilien im Bereich Smart Farming zu verbessern.

## **BEITRAG 2025**

Als Teil der Begleitgruppe des Projektes beteiligte sich die Swiss Future Farm an der Erstellung des Interviewleitfadens sowie der Auswahlkriterien der Interviewpartner. Anschliessend wurden im Verlauf des Sommers fünf Interviews im Kanton Thurgau durchgeführt. In Abstimmung mit der Projektgruppe wurde ein Mix aus Betrieben identifiziert, welcher die Vielfalt der Schweizer Landwirtschaft und der Betriebsstrukturen möglichst vollständig abdeckt.

Aus dem Thurgau ist dies ein grosser Gemüsebaubetrieb welcher Bereits Lenksysteme, Roboter und diverse Computerprogramme zur Planung einsetzt, eine Betriebsgemeinschaft welche den Schwerpunkt in der Milchproduktion hat und auf einen Melkroboter setzt, ein kleinerer Biobetrieb welcher Saatgut produziert, ein Familienbetrieb welcher gleichermassen auf Milchproduktion und Ackerbau setzt und vor allem im Stall in den letzten Jahren viel in Modernisierung investiert hat sowie ein Ackerbaubetrieb welcher auch Lohnarbeiter erledigt und im Bereich Lenksysteme und Bewässerung Erfahrungen gesammelt hat.

Mit jedem Betriebsleiter wurde ein gut einstündiges Interview mit standardisierten Fragen durchgeführt. Im Interview wurde ermittelt, wie und warum sich die Betriebe für die jeweiligen Lösungen entschieden haben, wie und von wem sie beraten wurden und wo ihre individuellen Herausforderungen in der Digitalisierung liegen.

## **AUSBLICK**

Ein Teil der Experteninterviews ist noch offen, genauso wie die Befragung der kantonalen Beratungsleitenden. Diese Interviews werden in einem nächsten Schritt abgeschlossen. Ebenfalls werden die Betriebe für die filmische Umsetzung der peer-to-peer Filme identifiziert und die Filme werden erstellt. Im Anschluss werden die HAFL und Agridea das Training für kantonale Beratungspersonen erstellen.

## 2.4 Optifert

### KONTAKT

Florian Bachmann, Arenenberg, [florian.bachmann@tg.ch](mailto:florian.bachmann@tg.ch)

Tiziana Vonlanthen, Agroscope, [tiziana.vonlanthen@agroscope.admin.ch](mailto:tiziana.vonlanthen@agroscope.admin.ch)

Jürg Hiltbrunner, Agroscope, [juerg.hiltbrunner@agroscope.admin.ch](mailto:juerg.hiltbrunner@agroscope.admin.ch)

Tim Juchli, Agroscope, [tim.juchli@agroscope.admin.ch](mailto:tim.juchli@agroscope.admin.ch)

### HINTERGRUND UND PROJEKTZIELE

Die bedarfsgerechte Stickstoffdüngung steht in der landwirtschaftlichen Praxis vor einer zentralen Herausforderung: Herkömmliche Bodenanalysen wie die  $N_{\min}$ -Methode liefern zwar präzise Werte, spiegeln aber nur eine Momentaufnahme des verfügbaren mineralischen Stickstoffs wider. Sie erlauben keine verlässliche Aussage darüber, wie viel Stickstoff der Boden im Laufe der kommenden Wochen nach der Probenahme durch die Mineralisierung von organischem Material freisetzen wird. Hier setzt das Projekt OptiFert an, eine seit 2024 bestehende dreijährige Kooperation zwischen Agroscope, den Hochschulen HEPIA und ZHAW sowie dem Start-up-Unternehmen Digit Soil. Ziel ist es, die biologische Aktivität des Bodens messbar zu machen, um die Stickstoffnachlieferung quantitativ besser in die Düngeplanung einzubeziehen.

### VERSUCHSAUFBAU

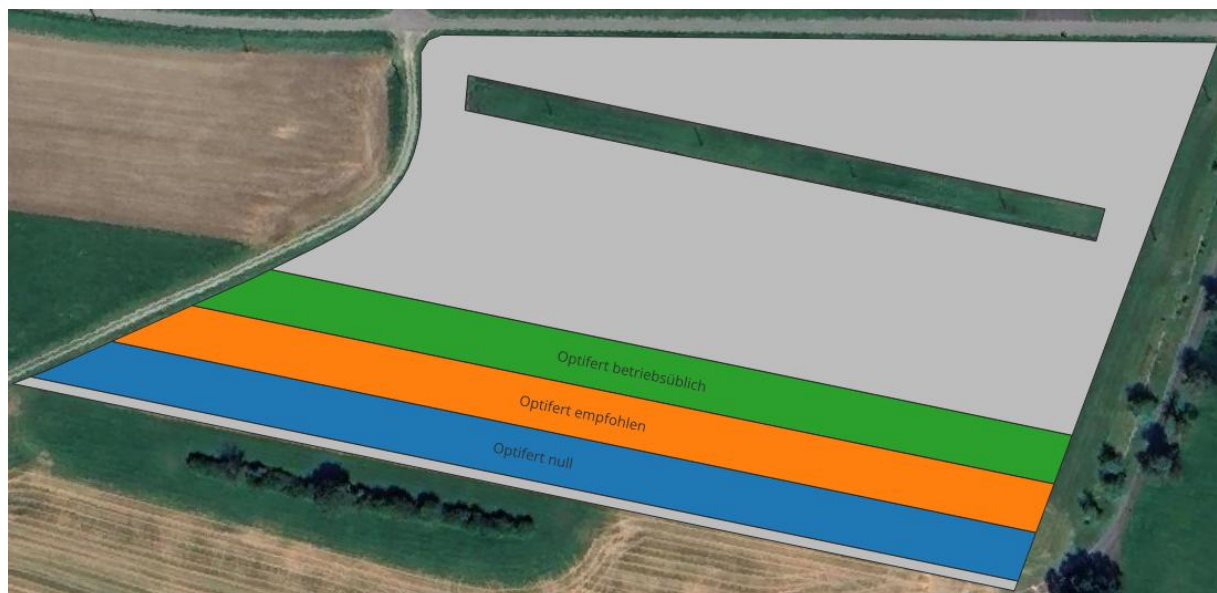


Abbildung 61. Versuchsdesign Optifert 2025

Der Versuch wurde in Silomais auf der Parzelle Rütteli der Swiss Future Farm durchgeführt. Es wurde jeweils ein 15 Meter breiter Streifen pro Düngevariante angelegt. Am südlichen Feldrand befand

sich der Null-Streifen gefolgt von der empfohlenen Variante und der betriebsüblichen Variante. Der Rest des Feldes wurde ebenfalls betriebsüblich bewirtschaftet, war aber nicht Teil des Versuchs. Die Parzelle Rütteli weist ein Gefälle von >2% in Richtung Norden auf. Vorkultur war Winterraps, nach welchem UFA Lepha und danach UFA Silo Quattro gesät wurde (15.08.2024 / 10.11.2024). Diese Zwischenkultur wurde im April gemulcht und am 3. Mai wurde das Saatbett im Streifen mit dem Strip-Till angelegt, am 14. Mai mit der Precision Planting EKS die Maissorte Farmueller (mittelfrüh, 250) gesät. Zwei Tage vor der Saat (12. Mai) wurde mit einer Cambridgewalze gewalzt. Am Tag der Saat wurde Roundup Powermax und Starane Max appliziert, am 16. Juni folgte noch eine Applikation Equip Power. Die Düngung wird in Tabelle 26 beschrieben. Die Ernte fand am 17. Oktober statt. Im 4-5 Blatt-Stadium wurden Bodenproben entnommen und N<sub>min</sub> bestimmt. Im 4-5 Blatt-Stadium wurde im Weiteren die Probe für Digit Soil entnommen.

#### Düngung:

Im Vorjahr wurden am 20.09. 6t/ha Schweinemist, am 1.10. 41m<sup>3</sup>/ha Rindergülle und am 22.11. 20m<sup>3</sup>/ha Rindergülle ausgebracht. Dies jeweils in allen Versuchsstreifen identisch.

**Tabelle 26.** Applizierte Stickstoffmengen

		Nullparzelle	Empfohlen	Betriebsüblich
16. April	Schweinegülle	0 kg N/ha	65.6 kg N/ha	65.6 kg N/ha
14. Juni	Harnstoff	0 kg N/ha	0 kg N/ha	46 kg N/ha
25. Juni	Harnstoff	0 kg N/ha	23 kg N/ha	0 kg N/ha
<b>Total</b>		<b>0 kg N/ha</b>	<b>88.6 kg N/ha</b>	<b>111.6 kg N/ha</b>

## RESULTATE

Während der Vegetationsperiode wurde für die N<sub>min</sub>-Analysen und die Enzymmessungen Bodenproben entnommen:

**Tabelle 27.** N<sub>min</sub>-Werte (0-90cm)

	Nullparzelle	Empfohlen	Betriebsüblich
4-5-Blatt-Stadium	97.7 kg N/ha	105.9 kg N/ha	108.4 kg N/ha

Da neben der Düngermenge auch der Zeitpunkt der Düngung und die Wasserverfügbarkeit relevant ist, werden nachfolgend für das Jahr 2025 und rückwirkend für das Jahr 2024 die Düngezeitpunkte und die Tagesniederschläge dargestellt.

### Niederschlag und Düngzeitpunkte 2025

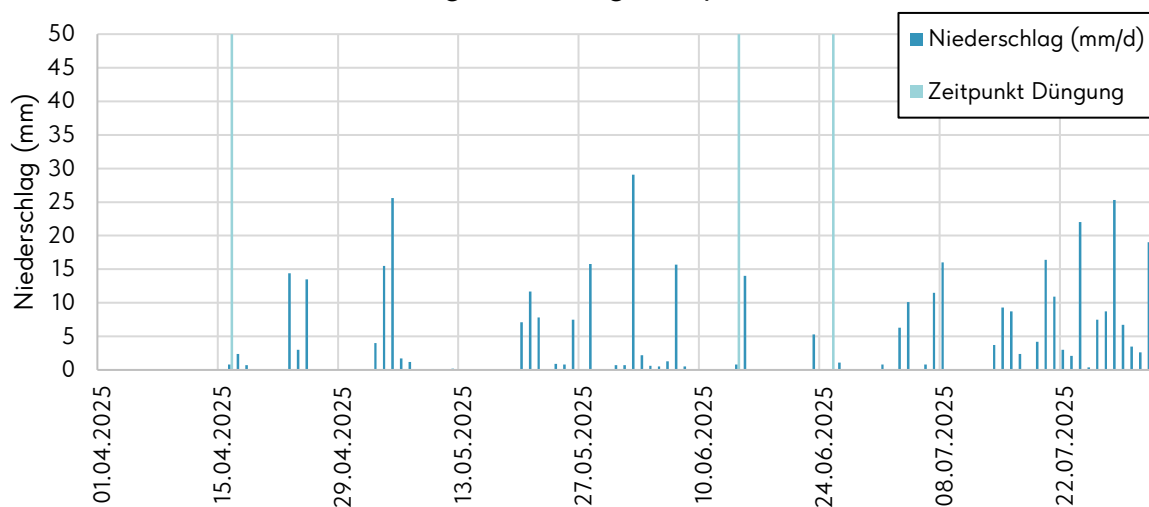


Abbildung 62. Niederschlagsverteilung 2025

### Niederschlag und Düngzeitpunkte 2024

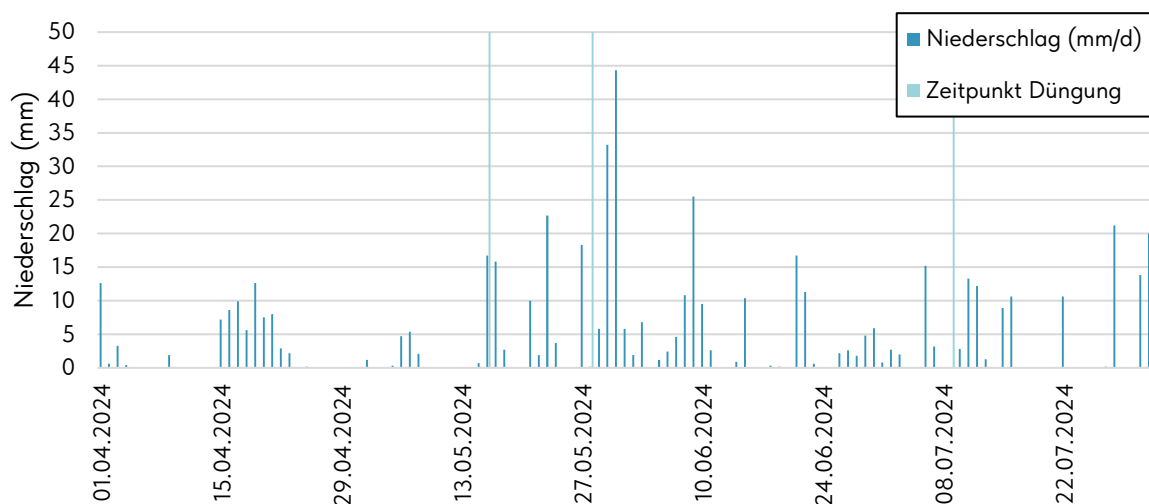


Abbildung 63. Niederschlagsverteilung 2024

Bei der Ernte am 17.10.2025 wurden folgende Ertragswerte für die einzelnen Versuchstreifen gemessen:

Tabelle 28. Ertrag

	Nullparzelle	Empfohlen	Betriebsüblich
Ertrag in FS Ganzpflanze	240.8 dt/ha	418.7 dt/ha	400.8 dt/ha
TS	42.7%	47.2%	46.6%
Ertrag in TS Ganzpflanze	102.8 dt/ha	197.6 dt/ha	186.8 dt/ha
NEL	7.10 MJ/kg TS	7.00 MJ/kg TS	7.00 MJ/kg TS

Aus Ertrag und Düngermenge lässt sich nachfolgend die Düngereffizienz berechnen und darstellen.

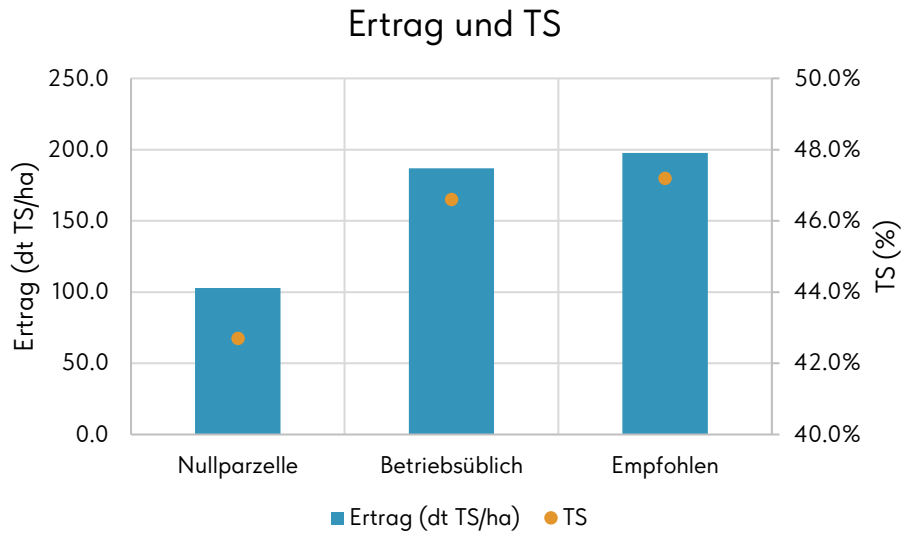


Abbildung 64. Erträge und TS Optifert

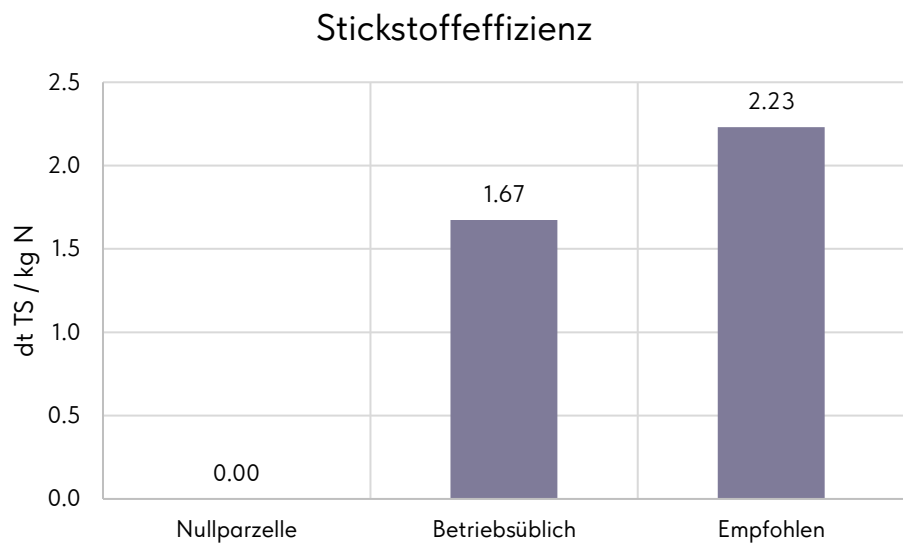


Abbildung 65. Stickstoffeffizienz Optifert

## DISKUSSION UND AUSBLICK

Die Resultate im Vorjahr, d.h. der ausgebliebene Düngereffekt, führten im Anschluss an das Versuchsjahr zu Diskussionen. Kritikpunkt war die Vernachlässigung der Niederschlagsverteilung. Zeitpunkt der Düngung (Stadium Kultur aber eben auch Niederschlag nach der Düngung) ist mindestens so wichtig wie die Düngermenge an sich.

Im Jahr 2025 wurden in den 2 Wochen nach der betriebsüblichen Düngung 21.2mm Niederschlag gemessen, das meiste davon am Tag nach der Düngung. In den 2 Wochen nach der empfohlenen Düngung hingegen 46.6mm, jedoch vorwiegend in der Woche nach der Düngung. Gesamthaft fielen zwischen dem 1. April und dem 1. August 2025 390.1mm Niederschlag.

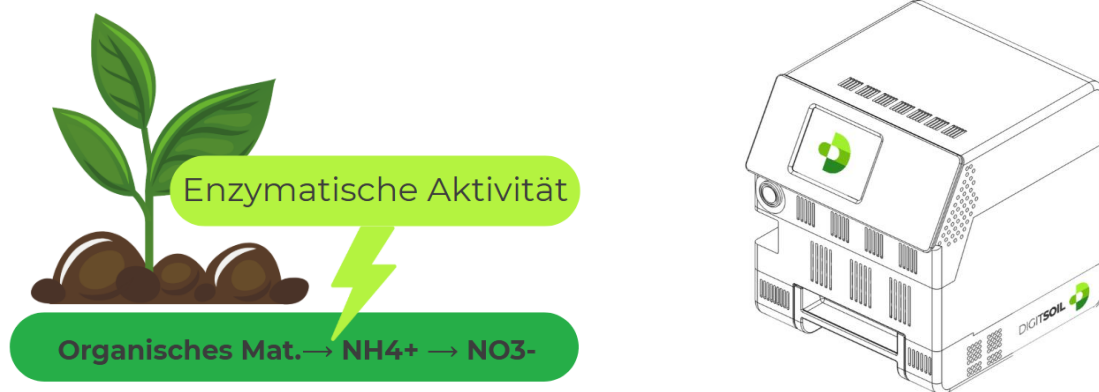
Wie im Versuchsbericht 2024 erwähnt, traf die Empfehlung zur Düngung 2024 zu spät ein, wodurch in der empfohlenen Variante keine mineralische Düngung durchgeführt wurde. In den zwei Wochen nach der mineralischen Düngung am 09.07.2024 fielen 59.8mm Niederschlag, gleichmässig verteilt. Gesamthaft fielen zwischen dem 1. April und dem 1. August 2024 521.5mm Niederschlag.

Nach dieser Gegenüberstellung lässt sich feststellen, dass wohl in beiden Versuchsjahren genügend Niederschlag vorhanden war und nicht fehlender Niederschlag nach der Mineraldüngung Ursache für die geringe Düngeeffizienz ist.

Auch im Jahr 2025 waren die Erträge vergleichbar, 186.8 dt/ha TS in der betriebsüblichen Variante und 197.6 dt/ha TS in der empfohlenen Variante. Die Nullparzelle fiel mit 102.8 dt/ha TS deutlich ab. Der Ertragsunterschied betrug 6%. Gedüngt wurden betriebsüblich 111.6 kg N, empfohlen 88.6 kg N, empfohlen waren somit 21% weniger Stickstoff. Daraus lässt sich insgesamt eine um 24% bessere Stickstoffeffizienz in der empfohlenen Düngung. Aus 1 kg N wurden betriebsüblich 1.67dt TS Ertrag generiert, in der empfohlenen Variante hingegen 2.23 dt TS.

Die Düngeempfehlung von DigitSoil hat somit zu einer Steigerung der Effizienz geführt. Es wurde folgerichtig erkannt, dass die Kultur weniger Stickstoff benötigt als betriebsüblich verwendet werden. Allerdings waren die Zeitpunkte der Düngung ebenfalls unterschiedlich und damit der Niederschlag nach der Düngung. Bei der Betriebsüblichen Variante stand in den 14 Tagen nach der Düngung weniger Wasser zur Verfügung. Es lässt sich im Nachhinein nicht feststellen oder vergleichen, wie die betriebsübliche Düngung mit mehr Niederschlag funktioniert hätte. Die unterschiedlichen Zeitpunkte waren eine Folge verzögerter Kommunikation bzw. Laboranalysen. Für das folgende Versuchsjahr sollte ein effizienterer Prozess angestrebt werden, um die Variable Applikationszeitpunkt zu eliminieren.

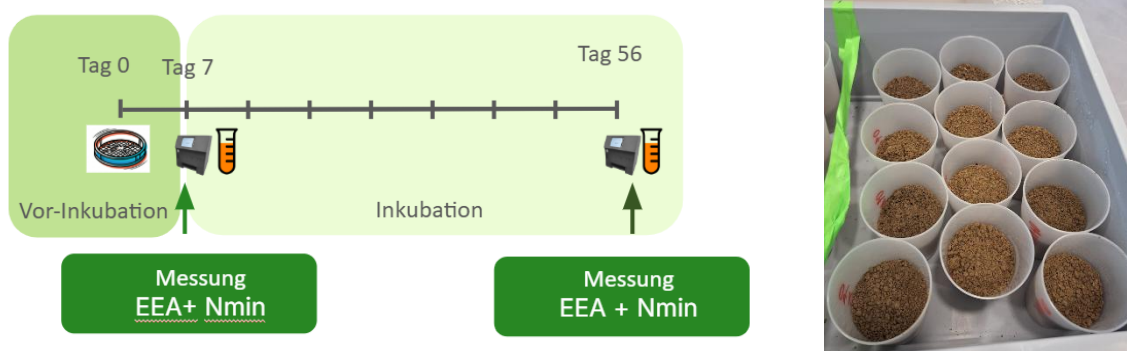
## Weiterführende Informationen



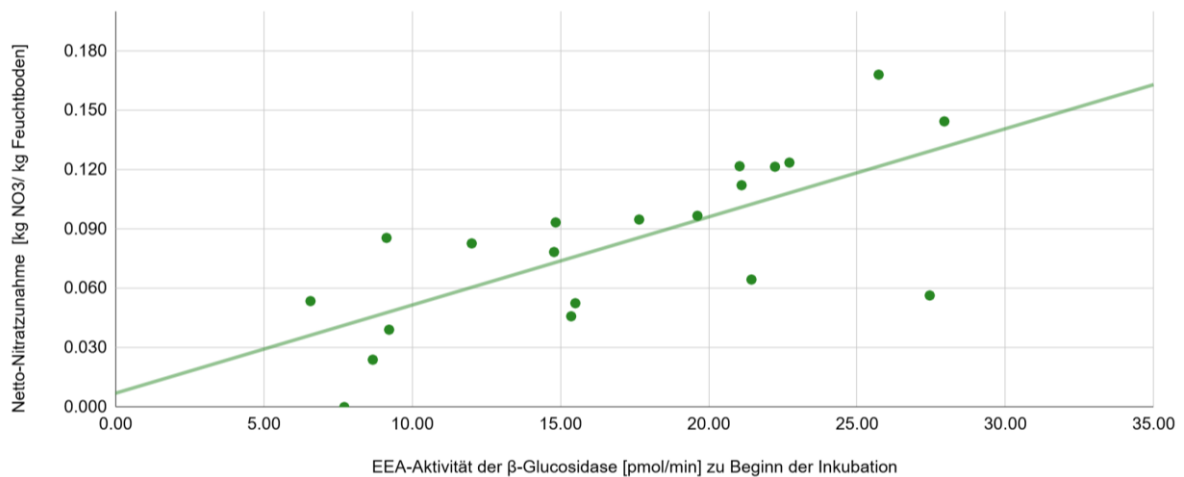
**Abbildung 66.** Schematische Darstellung der Nitrifikation (links) und Soil Enzymatic Activity Reader (rechts)

### Wissenschaftliche Validierung: Die Basis im Vorversuch

Um die theoretische Verknüpfung zwischen extrazellulären enzymatischen Aktivitäten (EEA) und Stickstofffreisetzung in der Praxis zu prüfen, wurden von Agroscope und Digit Soil seither über 200 Bodenproben aus unterschiedlichen Standorten, Langzeitversuchen und Lysimetern untersucht. Die untenstehende Abbildung 68 zeigt die Resultate eines Vorversuchs mit einer ausgewählten Probengruppe. In kontrollierten Inkubationsversuchen (über 56 Tage bei 25 °C, siehe Abbildung 67) wurde die Netto-Mineralisierung ohne Pflanzeneinfluss exakt dokumentiert. Diese ersten Daten zeigen eine klare, statistisch belastbare Korrelation: Die zu Beginn gemessene enzymatische Aktivität (beta-Glucosidase) korreliert direkt mit der Menge an Nitrat, die während der anschließenden Inkubationszeit freigesetzt wurde. Hinweis zur Datenbasis: Die hier dargestellte Grafik beschränkt sich bewusst auf die Daten des Vorversuchs. Die umfassenden Ergebnisse der darauffolgenden Hauptuntersuchungen mit über 200 Proben durchlaufen aktuell den wissenschaftlichen Begutachtungs- und Publikationsprozess und werden nach dessen Abschluss vollständig veröffentlicht.



**Abbildung 67.** Schematische Darstellung der Inkubationsversuche. Die Bodenproben wurden auf 4 mm gesiebt und in Bechern (in dreifacher Ausfertigung) unter kontrollierten Bedingungen inkubiert und anschliessend auf mineralischen Stickstoff (Nmin) und Enzymatische Aktivität (EEA).



**Abbildung 68.** Korrelation zwischen der Netto-Nitratzunahme in inkubierten Bodenproben (von t7 bis t56) und der am Zeitpunkt t7 gemessenen  $\beta$ -Glucosidase-Aktivität im Boden.

#### Kontinuierliche Modellierung und künftige Resultate

Die in den Jahren 2025 und 2026 gewonnenen Daten der grossen Versuchsreihen fliessen bereits direkt in die Optimierung des Softwaremodells ein. Durch die Integration weiterer Enzymgruppen und spezifischer Bodenfaktoren wird die Prognosegenauigkeit Schritt für Schritt erhöht.

Dabei zeigt sich in der Praxis eine klare methodische Differenzierung nach Nutzungstyp:

- Aktueller Fokus (Ackerbau): Das Softwaremodell von Digit Soil ist im jetzigen Stadium primär für Flächen kalibriert und validiert, auf denen bereits Kulturpflanzen wachsen. Hier liefert das System bereits zuverlässige Indikatoren für die Praxis.
- Künftige Erweiterungen (Grünland & unbestellter Boden): Für Dauergrünland oder unbewachsene Böden verhält sich die Biologie häufig anders. Für diese Nutzungstypen sind zusätzliche Parameter und modifizierte Modellansätze erforderlich. Die entsprechenden Forschungsdaten und erweiterten Modellfunktionen befinden sich in der Auswertung und werden den Schweizer Landwirten zukünftig zur Verfügung stehen.

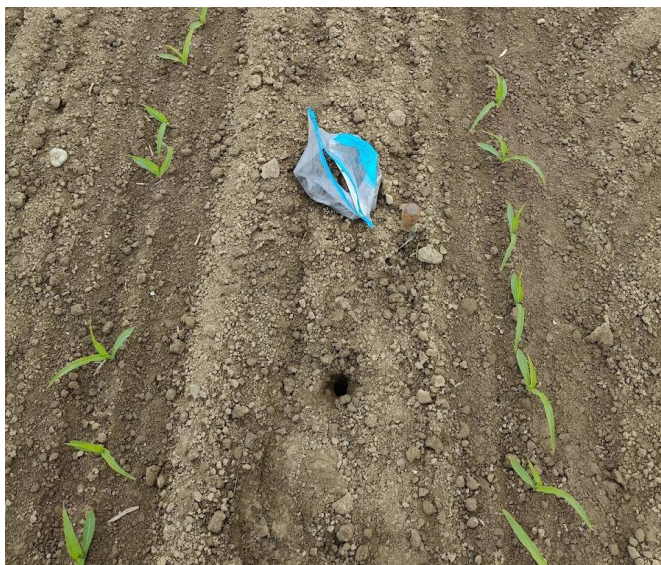
Zudem wird aktuell untersucht, wie sich die Enzymaktivität im zeitlichen Verlauf verändert, um den optimalen Zeitpunkt für die Probenahme im Feld noch exakter zu empfehlen.



**Abbildung 69.** Die manuelle Probenahme zur umfassenden Charakterisierung der Versuchsflächen war zeit- und arbeitsintensiv. Für die initiale Modellbildung mussten neben der Enzymaktivität auch Textur, Bodendichte, Kohlenstoffgehalt und pH-Wert exakt ermittelt werden (links). Rechts: Die Versuchsflächen mit Weizen- und Maiskulturen auf der Swiss Future Farm in Tänikon.

### Praxisintegrierte Lösung und Ausblick

Ein funktionierendes Modell erfordert präzise Eingangsdaten. Daher umfasst das OptiFert-Projekt neben dem Analysegerät auch ein an der HEPIA entwickeltes Probenahmesystem. Dieses garantiert eine korrekte und reproduzierbare Bodendichte, was die Messfehler für Enzyme und andere Parameter (Nmin, Kohlenstoff, ...) im Vergleich zu herkömmlichen Probenahmen minimiert. Über eine begleitende App wird der gesamte Prozess von der Probenahme bis zur Auswertung digital gestützt.



**Abbildung 70.** Test des Probenahmesystems auf einem Maisfeld. Links: Entnahmestelle (Loch) der Bodenprobe. Rechts: Erste Konzeptualisierung im Herbst 2024, entwickelt in Zusammenarbeit mit HEPIA, ZHAW, Agroimpact, Agroscope und Digit Soil.

Das Gesamtsystem (Messgerät + Software - App) verbindet die gemessenen Enzymwerte schliesslich mit meteorologischen Daten und dem Entzug der jeweiligen Kultur. Nach intensiven Praxistests im Jahr 2026 wird das BOB-System voraussichtlich Ende dieses Jahres in der Praxis anwendbar sein, um Landwirten eine datenbasierte, betriebseigene Entscheidungshilfe für die Stickstoffstrategie an die Hand zu geben.

#### Herzlicher Dank an die Praxis

Das Optifert Projekt kann nur durch die enge Verknüpfung von Wissenschaft und landwirtschaftlicher Praxis gelingen. Ein grosser Dank gilt der Swiss Future Farm für die Bereitstellung der Versuchsflächen und die hervorragende Zusammenarbeit auf der Parzelle Krapf. Ebenso bedanken wir uns herzlich bei allen engagierten Landwirtinnen und Landwirten, die durch ihre Unterstützung, die Bereitstellung von Bodenproben und ihr wertvolles Feedback massgeblich zum Erfolg dieses Projekts beitragen.

## 3 SFF als Versuchsplattform für Dritte

Nachfolgend werden kurz Projekte vorgestellt welche vollständig von Dritten geplant, betreut und ausgewertet werden. Die Swiss Future Farm agiert hier als Plattform und stellt Flächen, Maschinen und Arbeitskraft zur Verfügung.

### 3.1 Legendary – Linsenmisanbau

#### KONTAKT

Philippa von Nathusius, Agroscope, [philippa.vonnathusius@agroscope.admin.ch](mailto:philippa.vonnathusius@agroscope.admin.ch)

#### HINTERGRUND UND PROJEKTZIEL

Ziel des Projektes **LEGENDARY** ist die Quantifizierung von Ökosystemleistungen im Misanbau von Leguminosen in verschiedenen klimatischen Zonen. Durch den Misanbau soll das Anbauisiko der Leguminosen reduziert werden und die z.B. etwas konkurrenzschwächere Leguminose durch das Getreide in der Unkrautunterdrückung unterstützt werden. Um dies zu untersuchen werden Faktoren wie Unkraut-, Schädlings- und Krankheitsdruck, Bestäuber- und Nützlings-Vorkommen, Stickstoffkreislauf und Vorfruchteffekt, Auswirkungen des Misanbaus auf die Bodenaggregatstabilität, sowie auf die Ertragsleistung, untersucht.

#### VERSUCHSAUFBAU

Das Versuchsdesign in Tänikon beinhaltet Linsen (zwei verschiedene Sorten) und Hafer in Mischbeständen und zur Kontrolle die jeweiligen Kulturen in Reinbeständen. Der Haferreinbestand wird einmal in Verfahren nach GRUD-Düngeempfehlung und einmal mit reduzierter Düngung untersucht. Um den Nachfolgefruchteffekt zu untersuchen, wird anschliessend an die Linsenversuche Wintergerste angebaut.

#### UMSETZUNG

Im Jahr 2024 wurden die Linsenversuche angebaut und verschiedene Bonituren durchgeführt. Anschliessend wurde zur Untersuchung des Vorfruchteffekts auf den ursprünglichen Parzellen der Linsen nach reduzierter Bodenbearbeitung jeweils Wintergerste mit einer reduzierten Düngung gesät. Probenmaterial und Daten werden weiterhin ausgewertet. Der Versuch wurde im Jahr 2025 wiederholt, um Daten von mehreren Anbaujahren zu generieren. Die Ernte der nachfolgenden Wintergerste steht noch aus. Da im Jahr 2024 ein sehr hoher Kleedruck auf dem Versuchsfeld vorlag, wird der Linsenversuch im Jahr 2026 noch einmal wiederholt.



**Abbildung 71.** Gemenge Hafer-Linse 2025. Bild: Philippa v. Nathusius, Agroscope



**Abbildung 72.** Nachfolgende Wintergerste Versuch 2024. Bild: Philippa v. Nathusius, Agroscope

## 3.2 DONA

### KONTAKT

Fabio Turco, ETH Zürich, [fabio.turco@usys.ethz.ch](mailto:fabio.turco@usys.ethz.ch)

### VERSUCHSBESCHRIEB

Die Landwirtschaft ist mit erheblichen Stickstoff- (N-) Verlusten verbunden, da im Durchschnitt nur etwa 50 % des ausgebrachten Stickstoffs von den Kulturpflanzen aufgenommen werden. Die wichtigsten Verlustpfade sind Nitrat-Auswaschung und Ammoniak-Volatilisierung, während ein kleinerer Anteil als Lachgas ( $N_2O$ ), ein starkes Treibhausgas, emittiert wird.

In den letzten Jahren wurde die biologische Nitrifikationshemmung als vielversprechende Strategie zur Verringerung landwirtschaftlicher N-Verluste vorgeschlagen. In diesem Experiment untersuchen wir, ob die Einführung von *Plantago lanceolata* in eine Standard-Gras-Leguminosen-Mischung die  $N_2O$ -Emissionen und die Nitrat-Auswaschung im Vergleich zu einer Kontrollbehandlung mit der Standardmischung allein verringern kann.

Unsere Ergebnisse zeigten, dass die Einbeziehung von *Plantago* weder die N<sub>2</sub>O-Emissionen noch die Nitrat-Auswaschung verringerte. Die Lachgasverluste waren in beiden Behandlungen gering und unterschieden sich nicht signifikant. Im Gegensatz dazu war die Nitrat-Auswaschung in der *Plantago*-Behandlung höher. Dies war wahrscheinlich auf eine geringere Biomasseproduktion zurückzuführen, die die N-Aufnahme verringerte und einen größeren N-Überschuss im System hinterließ, was letztlich zu einer stärkeren Nitrat-Auswaschung im Winter führte.

Diese Ergebnisse deuten darauf hin, dass die Verringerung von N-Verlusten durch biologische Nitrifikationshemmung stark von der Zusammensetzung der Pflanzenmischung abhängt und dass die Identifizierung einer optimalen Artenkombination entscheidend ist, damit dieser Ansatz wirksam sein kann.



Abbildung 73. Klee-Gras-Mischung aus dem Projekt DONA



Abbildung 74. Klee-Gras-Plantago-Mischung aus dem Projekt DONA



Abbildung 75. Eddy Covariance Flux Tower zur Messung der Stoffflüsse

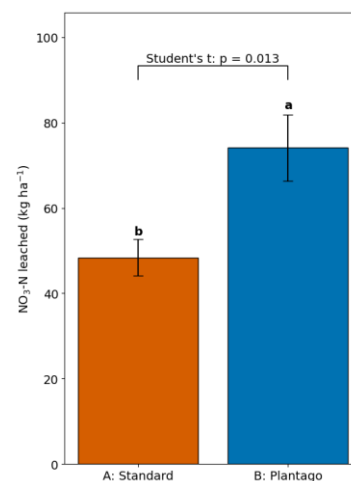


Abbildung 76. Vorläufige Resultate aus dem Projekt DONA

## 4 SFF als Veranstaltungsort und an externen Veranstaltungen

### KONTAKT

Florian Bachmann, Arenenberg, [florian.bachmann@tg.ch](mailto:florian.bachmann@tg.ch)

### HINTERGRUND UND PROJEKTZIELE

Auch im Jahr 2025 wurden in den Gebäuden und auf den Feldern der Swiss Future Farm wieder zahlreiche Infoanlässe, Unterrichtseinheiten, Schulungen, öffentliche Anlässe und Exkursionen durchgeführt. Oder Mitarbeitende der SFF gaben Einblicke in das Projekt oder einzelne Fachbereiche an externen Vorträgen. Insgesamt kamen im Jahr 2025 so an knapp 650 Kursteilnehmer-tagen über 1'300 Personen mit der Swiss Future Farm in Kontakt.

Unsere Besucher:innen und ihr Bezug zur Landwirtschaft sind äusserst vielfältig. Sie reichen von Oberstufenschüler:innen, Studierenden und Lernenden über Forschende, Politiker:innen und Behördenvertretende bis hin zu Akteur:innen der Ernährungswirtschaft und natürlich Landwirt:innen. Entsprechend unterschiedlich sind die Ansprüche – von Personen, die erstmals einen landwirtschaftlichen Betrieb besuchen, bis hin zu Fachleuten, die Landtechnik weiterentwickeln oder selbst Kulturen anbauen. Diese Vielfalt spiegelt sich auch in unseren Tätigkeiten wider: So konnten wir unter anderem Vorträge zu Lenksystemen, FMIS und Precision Farming halten sowie im Rahmen von Flurgängen unsere Versuche und deren Erkenntnisse präsentieren. Wir durften Führungskräfte der AGCO im Rahmen des LEAP-Programms empfangen und am GVS Agronomietag Einblicke in die praktische Arbeit an der Swiss Future Farm geben. Ebenso begrüssten wir Studierende der HfWU Nürtingen-Geislingen, der Universität Weihenstephan-Triesdorf sowie der ETH Zürich.

Auch die Lernenden des Arenenbergs waren im Rahmen von Wahlfächern wie Energieproduktion, Landtechnik und Digitalisierung sowie an den Bildungstagen regelmässig bei uns zu Gast. Darüber hinaus konnten wir internationale Delegationen begrüssen, darunter Vertreterinnen des lettischen Landwirtschaftsministeriums sowie eine Gruppe von Mais- und Sojaproduzenten aus Minnesota. Auch das Innovationsforum Ernährungswirtschaft ist dem Standort treu geblieben. Diese breite und abwechslungsreiche Zusammensetzung macht unsere Arbeit besonders spannend. An dieser Stelle bedanken wir uns herzlich für das grosse Interesse und das entgegengebrachte Vertrauen. Einige der Veranstaltungen werden nachfolgend kurz vorgestellt.

## 4.1 Swiss Demopark

Am 21. und 22. Mai 2025 präsentierten 24 Anbieter auf der Swiss Future Farm Maschinen und Lösungen für den kommunalen Einsatz, etwa für Grünpflege, Reinigung und Logistik. Über 250 Besucher pro Tag nutzten die Veranstaltung für Informationen, Austausch und Probefahrten. Besonders im Fokus standen moderne Maschineneuheiten und innovative Technik, die von verschiedenen Herstellern vorgestellt wurden.



Abbildung 77. Fendt e107 V Vario



Abbildung 78. Schäffer T6680

## 4.2 Kurs zum Einstieg in die Arbeit mit Applikationskarten

Am 21. Oktober führte die SFF zusammen mit Agridea in den Kursräumen der SFF den Kurs "Erstellung von Applikationskarten für die teilflächenspezifische N-Düngung" durch. Der Kurs bot eine einfache und kostengünstige Möglichkeit, Präzisionslandwirtschaft im Betrieb umzusetzen. Die Teilnehmenden lernten, Applikationskarten selbst zu erstellen und direkt im Feld mit digitalen Tools anzuwenden. Der Kurs verband theoretische Grundlagen mit praktischen Übungen und förderte so den direkten Wissenstransfer in die Praxis.

## 4.3 Bildungstag

Alle zwei Jahre führt der Arenenberg den Bildungstag in Tänikon durch. Die Lernenden lernen dabei den Standort Tänikon als Teil des Arenenbergs kennen. Sie erhalten einen Einblick in aktuelle Versuchsthemen und die Praxisrelevanz des Versuchsbetriebes. Für die Lernenden wurde ein Postenlauf zu den Themen Gründüngungen, alternative Kulturen, Hacktechnik und Strip-Till, Milchviehfütterung, Gesundheitsmonitoring bei Milchvieh, Anwendung von Drohnen sowie ein Einblick in das Living Lab der OST organisiert.

#### 4.4 Gastgeber für SRF School

SRF School widmete sich in einem Format der Frage, wie Lebensmittel in der Schweiz entstehen und welchen Weg sie vom Feld bis auf den Teller zurücklegen. Dabei werden die vielfältigen Aufgaben der Landwirtschaft, die Arbeit der Bäuerinnen und Bauern sowie die Bedeutung von Boden, Tieren und Verarbeitung erklärt. Ziel ist es, ein Verständnis dafür zu schaffen, wie wichtig die Landwirtschaft für unsere Ernährung und Umwelt ist. Im zweiten Teil der Reihe war SRF School zu Gast auf der SFF und wir gaben einen Einblick in unseren Maschinenpark und die aktuellen Versuchsthemen. Link: <https://www.srf.ch/sendungen/school/woher-kommt-unser-essen-landwirtschaft-in-der-schweiz>



Abbildung 79. SRF School auf den Versuchsflächen der Swiss Future Farm

## 5 Links

### 5.1 Websites

[www.swissfuturefarm.ch](http://www.swissfuturefarm.ch)

[www.agcocorp.com](http://www.agcocorp.com)

[www.bbz-arenenberg.ch](http://www.bbz-arenenberg.ch)

[www.gvs-agrar.ch](http://www.gvs-agrar.ch)

[www.fusesmartfarming.com/de](http://www.fusesmartfarming.com/de)

[www.agrar-landtechnik.ch](http://www.agrar-landtechnik.ch)

[www.precisionplanting.com](http://www.precisionplanting.com)

[eu.precisionplanting.com](http://eu.precisionplanting.com)

[www.agroscope.admin.ch/agroscope/de/home/themen/wirtschaft-technik/smart-farming/swiss-future-farm.html](http://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 Bachmann, Roman Gambirasio, Dr. Nils Zehner

Swiss Future Farm

Tänikon 20

CH-8356 Ettenhausen

[info@swissfuturefarm.ch](mailto:info@swissfuturefarm.ch)

[www.swissfuturefarm.ch](http://www.swissfuturefarm.ch)

### **OPERATING TEAM:**

Florian Bachmann (Arenenberg), Christian Eggenberger (Arenenberg), Ueli Schild (Arenenberg), Roman Gambirasio (GVS Agrar AG), Nicolas Helmstetter (GVS Agrar AG), Dr. Nils Zehner (AGCO International GmbH)

### **STEERING TEAM:**

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

### **EXECUTIVE BOARD:**

Martin Angehrn (Kanton Thurgau), Markus Angst (GVS Agrar AG), Dr. Bernhard Schmitz (AGCO International GmbH)