



# SWISS FUTURE FARM



**Thurgau**  
BBZ Arenenberg

 **AGCO**  
Your Agriculture Company

**GVS** Agrar

# Der Betrieb

Die **Swiss Future Farm** liegt südlich von Aadorf im Kanton Thurgau und ist mit dem Auto in 40 Minuten von Zürich oder St.Gallen erreichbar.

## Betriebsgrösse:

81 ha landwirtschaftliche Nutzfläche

55 ha Ackerkulturen

20 ha Naturwiese

6 ha Biodiversitätsflächen

## Tierbestand:

65 Milchkühe

55 Sauen

## Das Ziel

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

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

## Die Partner



### AGCO Corporation

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



### BBZ Arenenberg

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



### GVS AGRAR

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

# Vorworte

Willkommen zum zweiten Jahresbericht der Swiss Future Farm!

Bei AGCO schaffen wir Hightech-Lösungen für Landwirte, die die Welt ernähren. Wir konzentrieren uns aktiv auf die wichtigsten agronomischen Herausforderungen, mit denen die Landwirte konfrontiert sind. In einigen Fällen bedeutet das die Entwicklung neuer Sensoren, Systeme oder Maschinen, in anderen Fällen aber auch die Zusammenarbeit mit Partnern, um Probleme gemeinsam zu lösen. Die Swiss Future Farm ist ein Kooperationsprojekt zwischen AGCO, GVS Agrar und dem BBZ Arenenberg, in dem wir gemeinsam die neuesten landwirtschaftlichen Technologien testen, um zu lernen, wie die Ernteerträge erhalten oder verbessert werden können und gleichzeitig die Verschwendung von Betriebsmitteln wie Saatgut, Dünger und Pflanzenschutzmitteln reduziert werden kann. Wir arbeiten auch daran, gute Verwalter des Bodens zu sein, mit dem Ziel, die organische Bodensubstanz in den nächsten zehn Jahren um 1% zu erhöhen. Durch diese Arbeit bauen wir ein profitableres nachhaltiges Landwirtschaftssystem heute und für die Zukunft auf.

Und es ist wichtig, dass wir das, was wir lernen, mit anderen teilen. Das tun wir über unsere Website<sup>1</sup>, über Blog-Posts<sup>2</sup>, via Social Media<sup>3</sup>, Führungen und Veranstaltungen für Landwirte auf dem Betrieb, Vorträge auf Konferenzen und natürlich über diesen Bericht. Wir hoffen, dass Sie etwas Neues über Smart Farming-Anwendungen erfahren können!



**Darren D. Goebel**

Director, Global Agronomy and Farm Solutions  
AGCO Corporation

<sup>1</sup> [www.swissfuturefarm.ch](http://www.swissfuturefarm.ch)

<sup>2</sup> <https://blog.agcocorp.com/tag/swiss-future-farm/>

<sup>3</sup> <https://www.facebook.com/swissfuturefarm/>

Wohl keine Veränderung fordert die Gesellschaft, Wirtschaft und Landwirtschaft derzeit so massiv wie die Digitalisierung. Entsprechend intensiv wird sie diskutiert. Sei dies in der Forschung basierend auf Daten, in der Analyse von Big Data in der Landwirtschaft oder im Bereich der Landwirtschaft 4.0. Auf der Swiss Future Farm bietet die Kombination von Forschung durch die Agroscope, Bildung und Beratung durch das BBZ Arenenberg und die Beteiligung von privaten Partnern wie die Firmen GVS und AGCO eine innovative Grundlage diese Herausforderungen anzugehen. Agroscope als Forschungspartnerin der Swiss Future Farm wird sich zukünftig am Standort Tänikon noch stärker im Bereich des gesamtbetrieblichen, indikatoren-basierten Management engagieren. Für die einzelnen Landwirte ist die Fülle der Angebote kaum zu überblicken, geschweige zu beurteilen. Wo möglich sollten die künftigen Möglichkeiten für eine gleichzeitig ressourceneffiziente und nachhaltige Landwirtschaft genutzt werden. Dies aber in wirtschaftlich tragbaren Schritten. Diese neuen Technologien sichtbar und greifbar zu machen ist ein wichtiger Schritt in diese Richtung. Dem Operating-Team der Swiss Future Farm mit Florian Abt, Marco Meier, Dr. Nils Zehner und gilt ein besonderer Dank für das enorme Engagement, die Aufarbeitung, Präsentation und Publikation der Erkenntnisse und Daten an die Landwirte und die breite Öffentlichkeit.



**Walter Schönholzer**

Regierungsrat, Departement für Inneres und Volkswirtschaft  
Kanton Thurgau

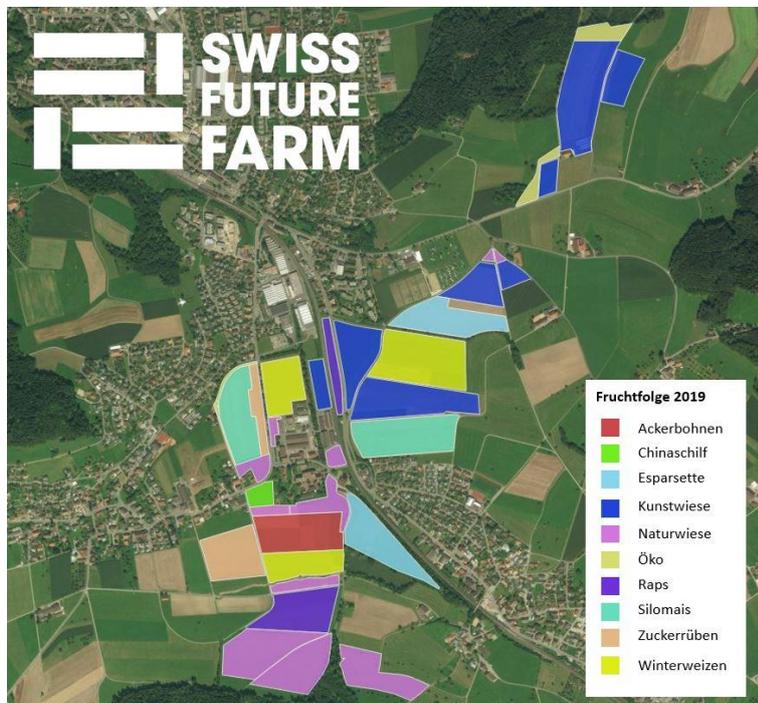
# Inhaltsverzeichnis

1.	Das Erntejahr 2019 .....	7
1.1	Der Anbau .....	7
1.2	Das Jahr 2019 auf der SFF .....	7
1.3	Das Erntejahr 2019 im Überblick .....	9
2.	Versuche .....	13
2.1	Ortsspezifische Stickstoffdüngung im Winterweizen unter Einbezug von Drohnen- und Bodendaten .....	13
2.2	Zuckerrüben-Saat mit Precision Planting .....	20
2.3	Versuch zur Stoppelbearbeitung nach Raps .....	40
3.	Digitales Betriebsdaten-Management .....	45
3.1	Einleitung und Ziele .....	45
3.2	Ökonomisch – Deckungsbeitragsrechnung auf Stufe Kultur .....	45
3.3	Arbeitswirtschaftlich und agronomisch - Datenorganisation .....	48
3.4	Telemetrie-Systeme .....	54
4.	Öffentlichkeitsarbeit .....	55
4.1	Besucherprogramm .....	55
4.2	Ausstellung Erneuerbare Energien und Elektromobilität .....	56
4.3	Swiss Future Farmtage 2019 .....	58
4.4	Externe Vorträge durch Vertreter der Swiss Future Farm .....	60
4.5	Engagement im Projekt PFLOPF .....	62
4.6	Engagement im Projekt Fachmedium digitale Technologien in der Landwirtschaft (DiTeLa) .....	63
4.7	Farming Simulator Integration .....	63
5.	Schulungen und Weiterbildung .....	65
5.1	GVS Agrar Academy .....	65
5.2	Unterricht BBZ Arenenberg .....	66
6.	Ausblick .....	68

Verdankungen .....	69
Links .....	70
Impressum .....	71

# 1. Das Erntejahr 2019

## 1.1 Der Anbau



## 1.2 Das Jahr 2019 auf der SFF

Das Jahr 2019 stand stark im Zeichen der Zuckerrüben. Die Zuckerrübenversuche aus dem Jahr 2018 wurden dieses Jahr in einem gross angelegten randomisierten Versuch (siehe Kapitel 2) weitergeführt, damit nach zwei Erntejahren erste Resultate zum Effekt der Saattiefen, Flüssigdüngung, Populationsdichte und Schardruckeinstellungen zur Verfügung stehen. Es hat sich herausgestellt, dass auch in diesem Jahr, die für die Schweiz unübliche Saattiefe von 4.0 cm gute Resultate lieferte. Auch der Versuch zur teilflächenspezifischen Stickstoffdüngung wurde heuer zum zweiten Mal durchgeführt und es konnte gezeigt werden, dass die Düngermengen bei gleich bleibenden Erträgen um durchschnittlich 10% reduziert werden konnten.

Im Jahr 2019 wurde das Schulungs- und Kursprogramm mit Veranstaltungen der drei Partner weiter ausgebaut. Das Thema Smart Farming hat über das Wahlmodul Energie und Landtechnik Einzug in die Grundbildung sowie in die Betriebsleiterschule am BBZ Arenenberg gefunden. Mit der Gründung der GVS Agrar Academy wurden die Smart

Farming-Kompetenzen innerhalb der GVS Agrar AG weiter ausgebaut. Im März 2019 wurde auf der SFF die Ausstellung zur Erneuerbaren Energie und Elektromobilität in der Landwirtschaft im Rahmen einer Tagung der Internationalen Bodenseekonferenz (IBK) eröffnet. Bis zum Ende des Jahres lockte die Ausstellung zahlreiche Besucher nach Tänikon. Das Veranstaltungshighlight im Jahre 2019 bildeten die 1. Swiss Future Farmtage. Mit Themen rund um die mechanische Unkrautbekämpfung, Stoppelbearbeitung bei Raps, Controlled Traffic Farming und teilflächenspezifische N-Düngung konnte ein breites Besucherspektrum angesprochen werden. Auch die Internationale Strohballenarena, die im Rahmen der Farmtage stattfand, war ein grosses Zuschauermagnet.

Personell gab es im SFF Operating Team zwei Veränderungen. Per Ende Oktober 2019 hat Marco Landis (GVS Agrar AG) das Team verlassen. Wir danken Marco herzlich für seine Arbeit! Im November 2019 hat Marco Meier (GVS Agrar AG) die vakante Stelle angetreten und ist nun für den Bereich Technologie und Anwendung auf der Swiss Future Farm zuständig. Wir wünschen Marco einen guten Start! Ebenfalls im November 2019 hat Raphael Bernet (BBZ Arenenberg) die neu geschaffene Stelle als Leiter Aussenwirtschaft auf der SFF angetreten. Wir wünschen auch Raphael einen tollen Beginn in dieser spannenden Anstellung!



**Abbildung 1:** Das Operating Team der Swiss Future Farm (v.l.) mit Raphael Bernet (Leiter Aussenwirtschaft, BBZ Arenenberg), Dr. Nils Zehner (AGCO Corporation), Florian Abt (BBZ Arenenberg), Marco Meier (GVS Agrar AG)

### 1.3 Das Erntejahr 2019 im Überblick

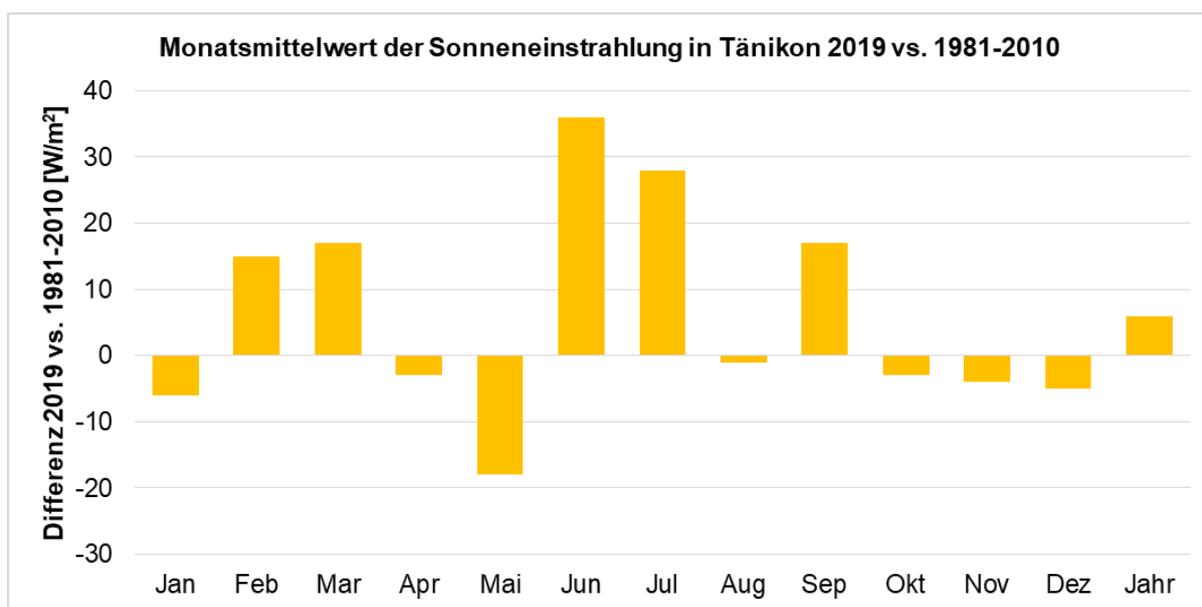
Das Jahr 2019 gilt als das schweizweit fünftwärmste Jahr seit Messbeginn im Jahr 1864 (MeteoSchweiz 2019). Der Winter startete mit einem sehr warmen Dezember, gefolgt von einem kalten Januar. Im Februar stiegen die Temperaturen bereits auf bis zu 14°C. Auffallend waren die starken Schwankungen zwischen den Tages- und Nachttemperaturen. Dies ist insbesondere auf die hohe Anzahl an Wintersonnenstunden zurückzuführen (Abbildung 2). Dank der rasch ansteigenden Frühlingstemperatur konnten sich die Böden in Tänikon zügig erwärmen und die niederschlagsarme Zeit ab Mitte März brachte ein gutes Zeitfenster für eine optimale Saatbettbereitung und eine für den Standort eher frühe Zuckerrübensaat am 28. März 2019. Die beständig ansteigenden Temperatur beeinflussten die gute Jugendentwicklung der Zuckerrüben. Anfang Mai konnte der Mais nach einer trockenen Phase gesät werden. Die Wachstumsbedingungen blieben danach günstig und der Sommer zeichnete sich auch im 2019 durch eine extreme Hitze, die bereits im Juni startete, aus. Im Vergleich zum Trockenjahr 2018 fiel jedoch schweizweit genügend Regen. Der Standort Tänikon lag mit 938 mm zwar unter dem langjährigen Standortmittel, im Vergleich zu 2018 (793 mm) war es jedoch deutlich humider. Die Getreideernte startete in der ganzen Schweiz früh. In Tänikon wurde der Weizen während einer Serie von Hitzetagen in der dritten Juliwoche gedroschen, was in der Region ein üblicher Zeitraum ist. Der Niederschlag Ende August erschwerte auf den schweren Tänikoner Böden die Bodenbearbeitung sowie Aussaat von Raps und Winterweizen. Der Herbst 2019 zeichnete sich wiederum durch hohe Temperaturen aus. Der Mais konnte Ende September bei besten Bedingungen gehäckselt werden. Bereits am 1. Oktober 2019 wurden in Tänikon bei trockenen Bedingungen die Zuckerrüben gerodet. Der letzte Winterweizen wurde aufgrund der Flächenbelegung für die SFF-Farmtage und der darauffolgenden niederschlagsreichen Periode erst am 5. Dezember 2019 gesät.

Zur Interpretation der lokalen Wetterdaten im Jahr 2019 können die gemessenen Werte mit den langjährigen Mittelwerten der Wetterstation Tänikon von 1981 bis 2010 verglichen werden, die sich in unmittelbarer Nähe des Betriebsgeländes der Swiss Future Farm befindet (WIGOS Station Identifier: 0-20000-0-06679). Der Winter 2019 war in der ganzen Schweiz von einer hohen Anzahl Sonnenstunden geprägt. Tabelle 1 zeigt die durchschnittliche Sonneneinstrahlung in Tänikon im Laufe des Jahres 2019 auf Monatsbasis im Vergleich zu den langjährigen Durchschnittswerten im Zeitraum 1981-2010.

**Tabelle 1:** Durchschnittliche monatliche Sonneneinstrahlung ( $W/m^2$ ) in Tänikon 2019 im Vergleich zum langjährigen Standortdurchschnitt von 1981-2010.

Jan	Feb	Mar	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr	Zeitraum
34	85	133	162	184	257	255	194	153	75	38	25	133	2019
40	70	116	165	202	221	227	195	136	78	42	30	127	1981-2010
-6	15	17	-3	-18	36	28	-1	17	-3	-4	-5	6	Differenz

Abbildung 2 zeigt, dass die erhöhte Sonneneinstrahlung im Jahr 2019 im Vergleich zum langfristigen Durchschnitt insbesondere im zeitigen Frühjahr (Februar bis März) und im Hochsommer (Juni bis Juli) 2019 auftrat. Im Gegensatz dazu wurde für Mai 2019 eine geringere Sonneneinstrahlung als im langfristigen Durchschnitt gemessen, was sich besonders auf das Wachstum von Mais auswirkte, der in diesem Zeitraum gesät wurde.



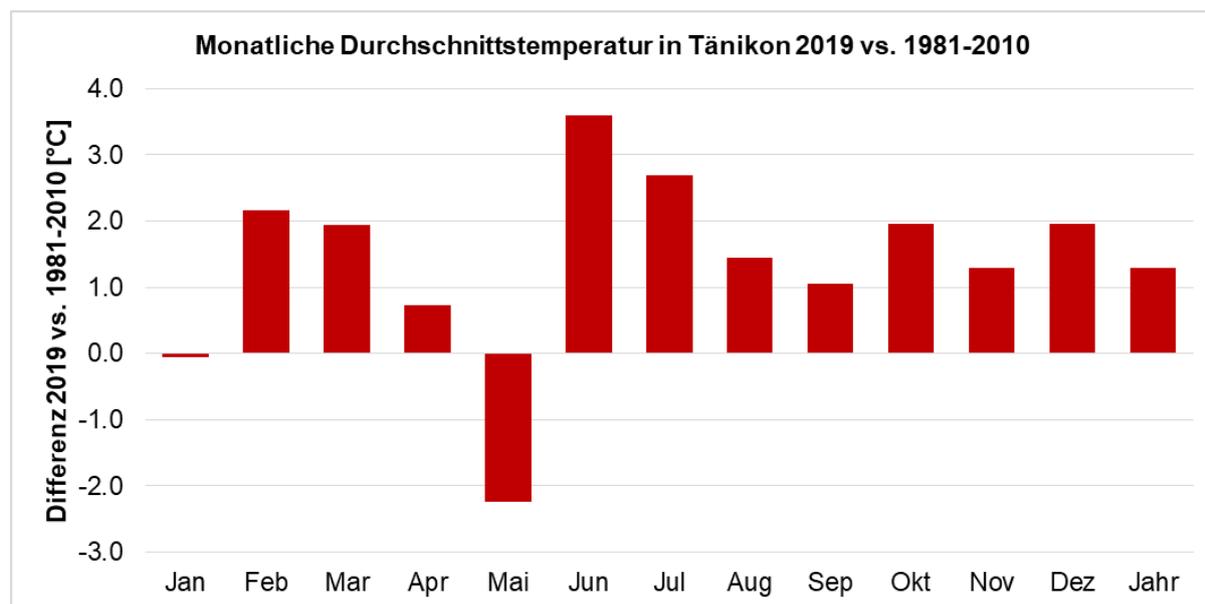
**Abbildung 2:** Unterschiede in der monatlichen mittleren Sonneneinstrahlung ( $W/m^2$ ) in Tänikon 2019 im Vergleich zum langjährigen Standortmittelwert von 1981-2010.

Die Monatsdurchschnittstemperaturen in Tänikon zeigen im Laufe des Jahres 2019 insbesondere in den Monaten Februar bis März und Juni bis Juli einen Anstieg im Vergleich zum langjährigen Standortdurchschnitt. Insgesamt lag die Jahresmitteltemperatur im Jahr 2019 bei  $10.0\text{ }^{\circ}\text{C}$  gegenüber einem langjährigen Jahresmittel von  $8.7\text{ }^{\circ}\text{C}$  (Tabelle 2).

**Tabelle 2:** Monatliche Durchschnittstemperatur (°C) in Tänikon 2019 im Vergleich zum langjährigen Standortdurchschnitt von 1981-2010.

Jan	Feb	Mar	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr	Zeitraum
-0.4	2.6	6.4	8.6	10.5	19.5	20.7	18.9	14.6	11.2	5.0	2.9	10.0	2019
-0.3	0.4	4.5	7.9	12.7	15.9	18.0	17.4	13.5	9.2	3.7	0.9	8.7	1981-2010
-0.1	2.2	1.9	0.7	-2.2	3.6	2.7	1.5	1.1	2.0	1.3	2.0	1.3	Differenz

Abbildung 3 zeigt die Unterschiede zwischen den monatlichen Durchschnittstemperaturen in Tänikon im Laufe des Jahres 2019 gegenüber 1981-2010, wobei der warme Februar und die heissen Sommermonate deutlich sichtbar sind. Im Gegensatz dazu hatte der Mai eine deutlich niedrigere Monatsdurchschnittstemperatur im Jahr 2019, was sich negativ auf das Maiswachstum auswirkte, was in diesem Zeitraum auf der gesamten Nordhalbkugel im Jahr 2019 eine häufige Erscheinung war.



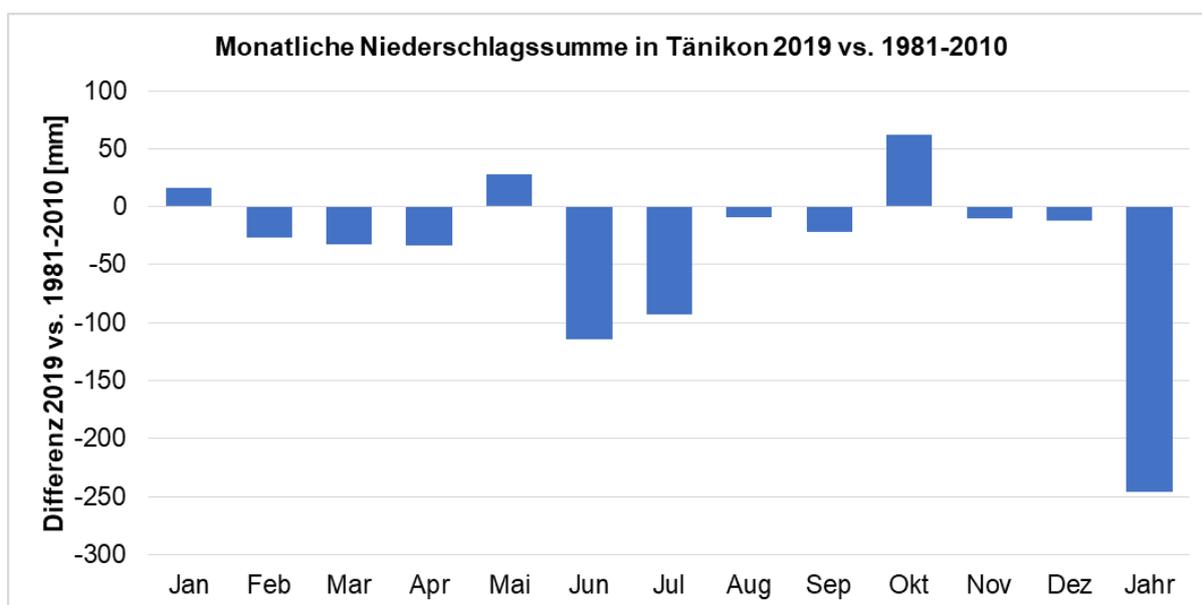
**Abbildung 3:** Unterschiede in den monatlichen Durchschnittstemperaturen (°C) in Tänikon 2019 im Vergleich zum langjährigen Standortdurchschnitt von 1981-2010.

Die Niederschläge in Tänikon lagen 2019 mit einer Jahresmenge von 938 mm unter dem langjährigen Mittel, verglichen mit einer durchschnittlichen Jahresmenge von 1184 mm in den Jahren 1981-2010, was eine Differenz von -246 mm bedeutet (Tabelle 3).

**Tabelle 3:** Monatlicher Niederschlag (mm) in Tänikon 2019 im Vergleich zum langjährigen Standortdurchschnitt von 1981-2010.

Jan	Feb	Mar	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr	Zeitraum
92	46	56	56	152	9	24	111	81	153	74	84	938	2019
76	73	88	90	124	124	117	120	102	91	84	96	1184	1981-2010
16	-27	-32	-34	28	-115	-93	-9	-21	62	-10	-12	-246	Differenz

Die Unterschiede in den durchschnittlichen Monatsniederschlägen im Vergleich der Werte von 2019 gegenüber 1981-2010 (Abbildung 4) zeigen die verringerte Niederschlagsmenge vor allem im Juni und Juli 2019, während im Mai und Oktober 2019 vermehrt Niederschläge fielen.



**Abbildung 4:** Unterschiede in den monatlichen Niederschlägen (mm) in Tänikon 2019 im Vergleich zum langjährigen Standortmittel 1981-2010.

In einer Gesamtbetrachtung war das Jahr 2019 gekennzeichnet durch einen warmen und trockenen Frühling von Februar bis April, im Gegensatz zu einem kalten und feuchten Mai, gefolgt von einer heißen und trockenen Sommerperiode im Juni und Juli und einem vergleichsweise milden Herbst und Winter von September bis Dezember. Daraus ergaben sich trockenere Anbaubedingungen für Zuckerrüben als üblich, ausserordentlich ungünstige Anbaubedingungen für Mais im Mai, Trockenheitstendenzen, aber gute Erntebedingungen im Hochsommer und eine vergleichsweise späte Winterweizenaussaat im Herbst auf der Swiss Future Farm.

## 2. Versuche

### 2.1 Ortsspezifische Stickstoffdüngung im Winterweizen unter Einbezug von Drohnen- und Bodendaten

#### Versuchsziel

Das Ziel dieses mehrjährigen Versuchs ist die gezielte Applikation und das automatisierte Monitoring des Stickstoffs in den Pflanzen mittels Drohnen-, Satelliten- und Bodendaten. Durch die präzise Düngungsmethodik soll möglichst viel Stickstoff durch die Pflanzen fixiert und möglichst wenig über Auswaschung und Denitrifizierung in die Umwelt verloren gehen.

#### Versuchsanordnung

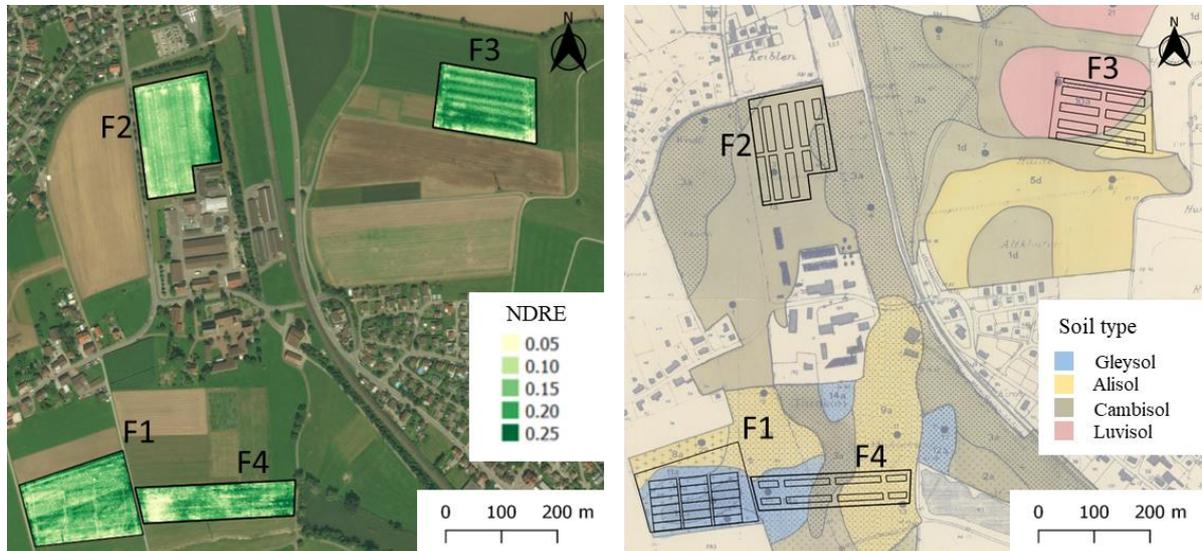
Der Versuch wird im Rahmen der Doktorarbeit von Francesco Argento (Agroscope Tänikon, ETH Zürich) während den Jahren 2018-2020 auf der Swiss Future Farm durchgeführt.

2019 standen für den Versuch die drei Flächen Grund (2 ha), Herrenpünt (1.7 ha) und Schürpünt (2.5 ha) zur Verfügung. Zwischen und innerhalb der Flächen besteht grosse Heterogenität, deshalb wurden die Versuchsplots innerhalb der Versuchsflächen anhand der Bodenunterschiede verteilt und Wiederholungen eingefügt (Abbildung 5: Der mit der Drohne erfasste NDRE-Index für die Versuchsflächen Rüedimoos (F1, Jahr 2018), Schürpünt (F2), Grund (F3) und Herrenpünt (F4) (alle 2019) (linkes Bild) und die Bodenkarte mit der Aufteilung der Verfahren über die Flächen (rechtes Bild). Zwischen den Flächen variiert der Tongehalt im Bereich von 25-30% und der organische Kohlenstoff liegt im Bereich von 1.5 und 3% (

Tabelle 4). Innerhalb der Flächen zeichnen sich vor allem F1 und F4 mit einer etwas erhöhten Tonvariabilität aus. Auf allen Flächen wurde Winterweizen der Sorte Arnold gesät. Die Aussaat auf Fläche F4 erfolgte einen Monat später als auf den Flächen F2 und F3.

Im Versuch werden vier unterschiedliche Düngungsverfahren verglichen (siehe Abbildung 5, rechts). Auf den Standardstreifen (ST) wurde betriebsüblich mit konstanter Düngermenge gedüngt. In den Streifen mit variabler Düngung (VR) wurde die Düngungsmenge basierend auf den N-Min-Messungen (1. Gabe) sowie dem Luftbild (2. und 3. Gabe) angepasst. Die Streifen NF (kein Dünger während der ganzen

Saison) und NR (erhöhte 1. und 2. Gabe bei Verzicht auf 3. Gabe) dienen zur Kontrolle. Die Versuchsplots weisen eine Dimension von 30 x 90 m auf, wobei für die Auswertung jeweils ein 15m Streifen zwischen zwei Fahrgassen berücksichtigt wurde.



**Abbildung 5:** Der mit der Drohne erfasste NDRE-Index für die Versuchsflächen Rüedimoos (F1, Jahr 2018), Schürpünt (F2), Grund (F3) und Herrenpünt (F4) (alle 2019) (linkes Bild) und die Bodenkarte mit der Aufteilung der Verfahren über die Flächen (rechtes Bild).

**Tabelle 4:** Feldeigenschaften der vier Versuchsflächen des Düngungsversuchs.

Feldeigenschaften	F1	F2	F3	F4
Fläche (ha)	2.2	2.5	1.9	1.6
Vorkultur	Silomais	Silomais	Silomais	Kunstwiese
Aussaat	19.10.2017	9.10.2018	12.10.2018	5.11.2018
pH	7.7 ± 0.1	6.9 ± 0.4	6.9 ± 0.4	7.5 ± 0.2
C <sub>org</sub> (%)	3.2 ± 0.9	2.4 ± 0.1	1.5 ± 0.3	2.8 ± 0.6
P (mg kg <sup>-1</sup> )	1.9 ± 0.6	1.3 ± 0.5	2.7 ± 1.1	1.3 ± 0.46
K (mg kg <sup>-1</sup> )	38.5 ± 14	17.9 ± 5.8	32.6 ± 9.5	18.7 ± 6.4
Mg (mg kg <sup>-1</sup> )	381.7 ± 77.1	377.0 ± 43.1	172.5 ± 71.7	282.3 ± 123.4
Ton (%)	24.5 ± 4.1	34.6 ± 7.3	25.9 ± 9.1	35.0 ± 9.5
Schluff (%)	37.5 ± 2.5	39.1 ± 1.5	38.4 ± 3.1	34.1 ± 2.4
Sand (%)	37.9 ± 5.1	26.3 ± 6.9	35.6 ± 8.9	30.9 ± 9.3
Bodentyp (WRB)	Gleysol	Cambisol	Luvisol, Alisol	Gleysol, Alisol

## Eingesetzte Technik

**Tabelle 5:** Verwendete Technik für den Düngungsversuch.

Massnahme	Maschine	Marke	Modell
<b>Grubbern</b>	Traktor	Fendt	516 mit RTK inkl. Frontgewicht
	Grubber	Horsch	Terrano 3 FX
<b>Saat</b>	Traktor	Fendt	516 mit RTK inkl. Frontpacker Rabe
	Sämaschine	Horsch	Express 3 KR
<b>Düngung</b>	Düngerstreuer	Sulky	Econov X40 (inkl. SC und VRC)
	Traktor	Massey Ferguson	5713S mit RTK und TC GEO
<b>Unkrautbekämpfung</b>	Traktor	Fendt	313 mit RTK
	Striegel	Treffler	TS 1520, 15m
<b>Ernte</b>	Mähdrescher	Fendt	5275 C PLI mit Ertragserfassung RDS Ceres 8000i
<b>Datentransfer</b>	FMIS	Farmfacts	NEXT Farming Office
<b>Luftbilder</b>	Drohne	DJI	Phantom 4 Pro mit Multispektralkamera Parrot Sequoia

## Kulturführung und Düngergaben

Die Bestände wurden 2019 ohne Herbizide, Fungizide und Wachstumsregler geführt. Die Unkrautbekämpfung wurde im Frühjahr mechanisch mit dem Striegel durchgeführt. Tabelle 3 zeigt die ausgebrachten Düngermengen in kg N/ha für die unterschiedlichen Verfahren. Als Dünger wurde MgS-Ammonsalpeter (24% N, 5% Mg, und 8.5% S) eingesetzt. In den Standardstreifen wurde eine Gesamtstickstoffmenge von 155 kg N/ha appliziert, im NR-Streifen wurden 160 kg N/ha gedüngt. Die ausgebrachten Düngermengen in den Streifen mit variabler Applikation bewegten sich 2019 im Bereich zwischen 95-149 kg N/ha.

**Tabelle 6:** Übersicht über die Düngermengen und -Verteilungen in kg N/ha für die verschiedenen Verfahren im Jahr 2018 und 2019.

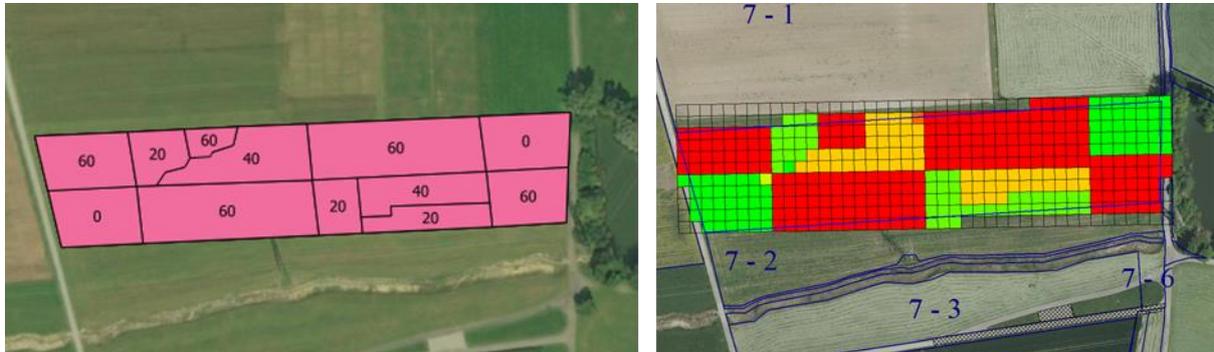
Feld	Verfahren	1. Gabe	2. Gabe	3. Gabe	Total
		BBCH 23	BBCH 32	BBCH 45	
F1 2018	ST	80 - N <sub>min</sub> = 36	60	20	116
	VR	80 - N <sub>min</sub> = 0 - 50	40-70	0-20	50-132
	NF	-	-	-	0
		BBCH 25	BBCH 31	BBCH 39	
F2-4	ST	70	60	25	155
2019	VR	80 - N <sub>min</sub> = 52 - 75	40-70	10-30	95-149
	NF	-	-	-	0
	NR	100	60	-	160

### Technische Umsetzung

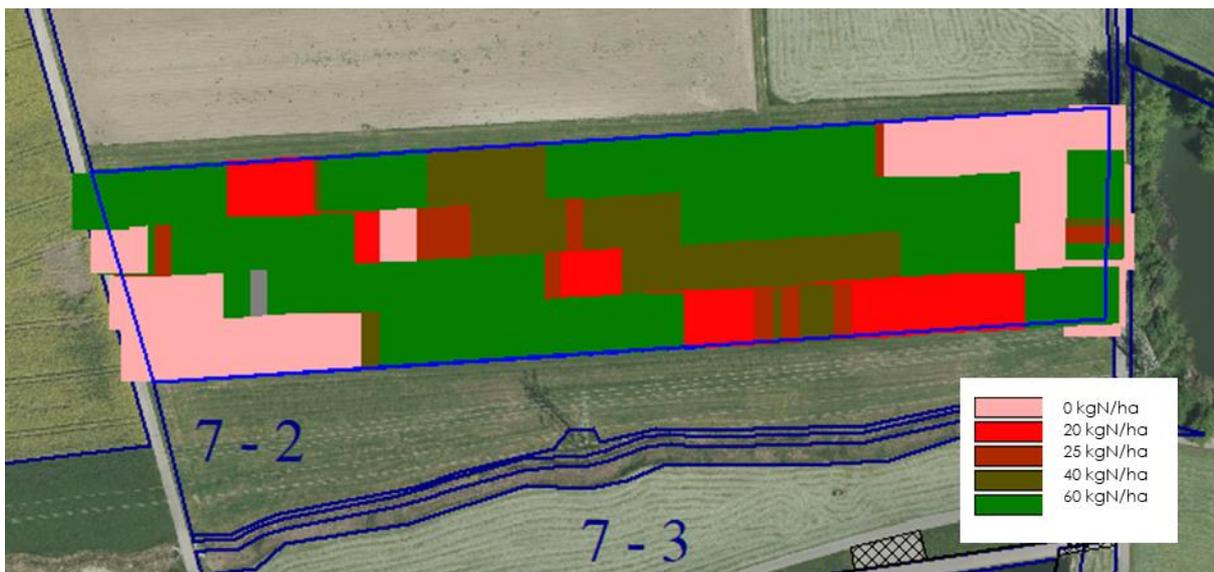
Die Felder wurden jeweils kurz vor den anstehenden N-Düngungen mit der Drohne (DJI Phantom 4 Pro mit on-board Multispektralsensor Parrot Sequoia) überflogen um die spektralen Informationen zum N-Gehalt im Weizen zu ermitteln. Aus den ermittelten Daten stellte der Doktorand Francesco Argento eine Applikationskarte im Shape-Format zusammen. Da der verwendete Traktor der Marke MF 5713S keine Verarbeitung von Daten im Shape-Format erlaubte, mussten die Daten mithilfe der Software NEXT Farming Office ins ISO-XML-Format umgewandelt werden. Dabei musste beachtet werden, dass im ISO-XML-Format das Raster immer automatisch nach Norden ausgerichtet wird. Die basierend auf dem Luftbild erstellte Applikationskarte (Abbildung 6, linkes Bild) musste deshalb händisch ins nach Norden ausgerichtete Raster (Abbildung 6, rechtes Bild) übernommen werden. Um ein bestmögliches Resultat zu erlangen, wurde eruiert, welche maximale Rasterauflösung vom Traktor verarbeitet werden kann. Die Daten wurden im Endeffekt mit einer Auflösung von 7.5 x 7.5 m via VarioDocPro-Serverschnittstelle von der Software an den Traktor übermittelt.

Abbildung 7 zeigt die Verteilungskarte mit den tatsächlich ausgebrachten Düngermengen für die Fläche Herrenpünt im Jahr 2019. Im Grundsatz konnte die vorgegebene Applikationskarte vom Düngerstreuer ausgeführt werden. Jedoch zeigt sich, dass es beim Wechsel zwischen zwei Zonen, insbesondere bei grossen Abstufungen (von 0 auf 60 kg N/ha oder auch von 20 auf 40 kg N/ha) eine gewisse Anpassungszeit für die Regelung benötigte. Auch die feine Zonenabstufung führte dazu, dass die Applikationskarte nicht immer präzise umgesetzt werden konnte. Bei der Auswertung des Versuches wurde diesem Sachverhalt begegnet, in dem immer in der Mitte eines

Versuchsplots Proben genommen wurden. Für die kommende Saison wird zudem ein grösserer Regelbereich definiert, in welchem ein grösseres Zeitfenster für das Erhöhen respektive Reduzieren der Dosiermenge zur Verfügung steht.



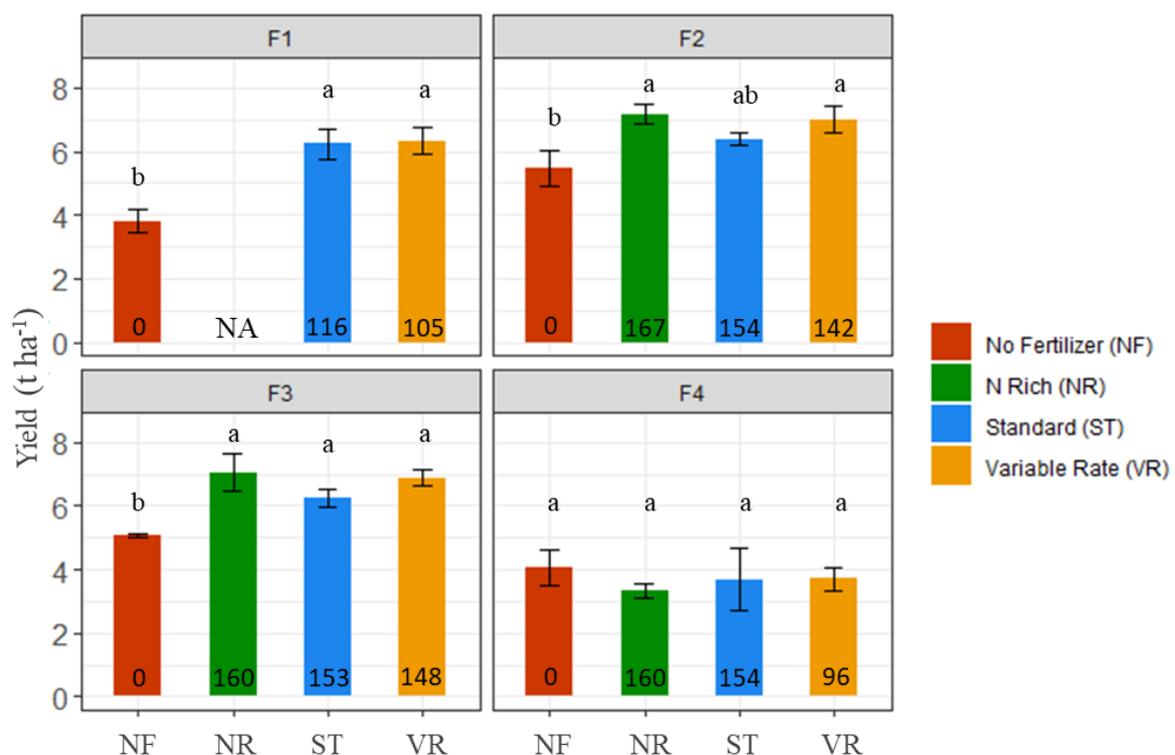
**Abbildung 6:** Das linke Bild zeigt die Aufteilung der Plots basierend auf dem Drohnenbild für die 2. N-Gabe am 24.04.2019. Das rechte Bild zeigt die Plots nach der Umwandlung ins ISO-XML-Format.



**Abbildung 7:** Verteilungskarte der effektiv applizierten Düngermengen im Feld.

## Resultate

Die bisherigen zwei Versuchsjahre haben gezeigt, dass durch die teilflächenspezifische Düngung mittels Drohnenbildern und Bodendaten die ausgebrachte Düngermenge im Schnitt um 10% reduziert werden konnte ohne dabei Einbussen beim Ertrag zu erleiden. Die Versuchsflächen F1, F2 und F3 liegen ertragsmässig mit 65-75 dt/ha im schweizweiten Durchschnitt. Die tiefen Erträge in F4 sind auf die späte Aussaat und einen erheblichen Weizenausfall aufgrund eines Anwendungsfehlers bei der mechanischen Unkrautbekämpfung zurückzuführen. Auf Fläche F2 konnte die Düngermenge im Vergleich zum Standardverfahren (ST) mit einer teilflächenspezifischen Düngung (VR) um 12 kg N/ha gesenkt und der Ertrag um ca. 5 dt/ha gesteigert werden.



**Abbildung 8:** Weizenertrag (t/ha) und ausgebrachte N-Mengen (kg/ha) für die Versuchsflächen F1, F2, F3, F4 in den Jahren 2018 und 2019.

## Wissenstransfer

Die Resultate des Versuchs zur teilflächenspezifischen Stickstoffdüngung wurden im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit der Swiss Future Farm bei Besucherführungen, Workshops, sowie an externen Veranstaltungen einem breiten Interessentenkreis aus der landwirtschaftlichen Praxis, Bildung und Beratung präsentiert.

### **Ausblick und nächste Schritte**

Die Versuche laufen auch in der kommenden Saison auf 3 Schlägen mit 11.5 ha. Ein Schwerpunkt wird erneut auf der erfolgreichen technischen Umsetzung liegen. Die Umwandlung der Drohnensbilder wird für die genaue Abstimmung auf die Arbeitsbreite des Düngerstreuers in einem grösseren Raster (15 x 15 m) erfolgen. Dazu werden im Rahmen der Luftbildaufnahmen auch gröbere Abstufungen gewählt.

### **Versuchsbeteiligte**

- Versuchsdesign: Francesco Argento, Frank Liebisch, Thomas Anken (Agroscope Tänikon, ETH Zürich)
- Drohnenflüge und Sampling: Francesco Argento und Eric Vogelsanger (ETH Zürich)
- Koordination und praktische Umsetzung: Operating Team Swiss Future Farm

### **Weiterführende Informationen**

Projektbeschreibung:

<http://swissfuturefarm.ch/index.php/projekte/teilflaechenspezifische-stickstoff-duengung-mit-digitalen-technologien>

Video „Hacken und Düngen mit digitalen Hilfsmitteln“:

<https://www.youtube.com/watch?v=hbkaTwy2wtA&t=6s>

Tagungsbeitrag:

Argento F., Anken T., Liebisch F., Walter A.:

Crop imaging and soil adjusted variable rate nitrogen application in winter wheat.

In: Precision Agriculture '19 - Proceedings of the 12th European Conference on

Precision Agriculture. 8-11 July, Hrsg. ECPA, Montpellier, France. 2019, 1-8.

[https://www.agroscope.admin.ch/agroscope/de/home/aktuell/dossiers/sortenlisten/\\_jcr\\_content/par/columncontrols/items/0/column/externalcontent\\_1476908975.external.exturl.html/aHR0cHM6Ly9pcmEuYWdyb3Njb3BILmNoL2RILUNIL3B1YmxpY2/F0aW9uLzQzMDUw.html](https://www.agroscope.admin.ch/agroscope/de/home/aktuell/dossiers/sortenlisten/_jcr_content/par/columncontrols/items/0/column/externalcontent_1476908975.external.exturl.html/aHR0cHM6Ly9pcmEuYWdyb3Njb3BILmNoL2RILUNIL3B1YmxpY2/F0aW9uLzQzMDUw.html)

## 2.2 Zuckerrüben-Saat mit Precision Planting

### 2.2.1 Zielsetzung des Zuckerrüben-Versuchs 2019

#### Fragestellung

In den Erntejahren 2018 und 2019 auf der Swiss Future Farm wurde wiederholt untersucht, wie sich unterschiedliche Schardruckeinstellungen, Ablagetiefen und Saatstärken bei der Aussaat mit der Einzelkornsämaschine auf den Feldaufgang, die Jugendentwicklung und den Ertrag bei Zuckerrüben auswirken können. Zusätzlich wurden seit diesem Jahr die Auswirkungen der Anwendung verschiedener Flüssigdünger analysiert.

#### Versuchsplan

Der Zuckerrüben-Versuch der Swiss Future Farm wurde im Jahr 2019 auf der Parzelle Ruedimoos (3.3 ha) in Tänikon mit der Sorte Strauss (Fa. Strube) durchgeführt.

Der Versuch wurde als randomisierter Blockversuch mit 3 Blöcken angelegt:

- 12 Versuchsstreifen pro Block
- 3 m Breite pro Versuchsstreifen
- Reihenabstand 50 cm
- Jeweils ein Streifen pro Block als Referenz
- Drei Streifen als Fahrgassen (von Auswertung ausgeschlossen)

Für die Auswertung wurde der Versuch in separate Studien zum Vergleich der Aussaatverfahren unterteilt:

- Schardruck: Auto Light (23 kg), Standard (45 kg), Heavy (68 kg); Fixed (45 kg)
- Ablagetiefe: 1.0, 2.5, 4.0 und 6.5 cm
- Saatstärke: 100'000 und 150'000 Körner pro Hektar
- Flüssigdüngung: Hasorgan 0-0-5 und Kristalon 12-12-36

#### Eingesetzte Technik

Für diese Versuchsanlagen der AGCO Crop Tour und des kantonalen Schwerpunkt-Versuchs Zuckerrüben wurde eine Precision Planting Prototypen-Sämaschine mit 3 Metern Arbeitsbreite, 6 Reihen und 50 cm Reihenabstand eingesetzt, die mit den Technologien vSet, vDrive, DeltaForce, SpeedTube, SmartFirmer und FurrowJet von Precision Planting ausgestattet ist (Abbildung 9).



**Abbildung 9:** Precision Planting Einzelkornsämaschine mit neu aufgebautem Flüssigdüngersystem zur Zuckerrübensaat 2019 auf der Swiss Future Farm.

Die vSet-Saatgutdosierer und vDrive-Elektroantriebe der Precision Planting Einzelkornsämaschine beabsichtigen eine höchstmögliche Vereinzlungsgenauigkeit bei der Einzelkornsäat. Die automatische Schardruck-Regelung mit DeltaForce sorgt auch bei heterogenen Bodenverhältnissen für eine gleichmässige Ablagetiefe. SmartFirmer-Bodensensoren messen die Bodenfeuchte, die Bodentemperatur und die organische Substanz in Echtzeit während der Aussaat. Das FurrowJet-Flüssigdüngersystem ermöglicht die exakte Platzierung des Düngers auf das Korn und in die Wände der Saatfurche. Mit Hilfe des 20/20 Gen3-Terminals werden die Einstellungen der Sämaschine in hoher Auflösung überwacht und dokumentiert.

Die Sämaschine wurde mit einem Fendt 516 mit dem automatischen Lenksystem VarioGuide mit RTK-Genauigkeit von  $\pm 2\text{cm}$  eingesetzt, wodurch Anschlussfahrten mit höchster Genauigkeit möglich waren. Sämaschine, Düngerstreuer und Pflanzenspritze für Massnahmen in den Zuckerrüben wurden mit automatischer Teilbreitenschaltung (Section Control) eingesetzt.

## 2.2.2 Ergebnisse des Zuckerrüben-Versuchs 2019

### 2.2.2.1 Schardruck-Studie

#### Zielsetzung:

Das Ziel dieser Studie war es, mit Hilfe des automatischen Schardruck-Kontrollsystems DeltaForce™ verschiedene Schardrücke bei der Aussaat anzuwenden und den resultierenden Ertrag bei Zuckerrüben zu bewerten.

#### Versuchsplanung:

Die Studie wurde auf der Swiss Future Farm mit einem randomisiertem Blockdesign durchgeführt und enthielt drei Wiederholungen pro Schardruck-Einstellung. Die folgenden Schardruck-Einstellungen (DF) wurden untersucht:

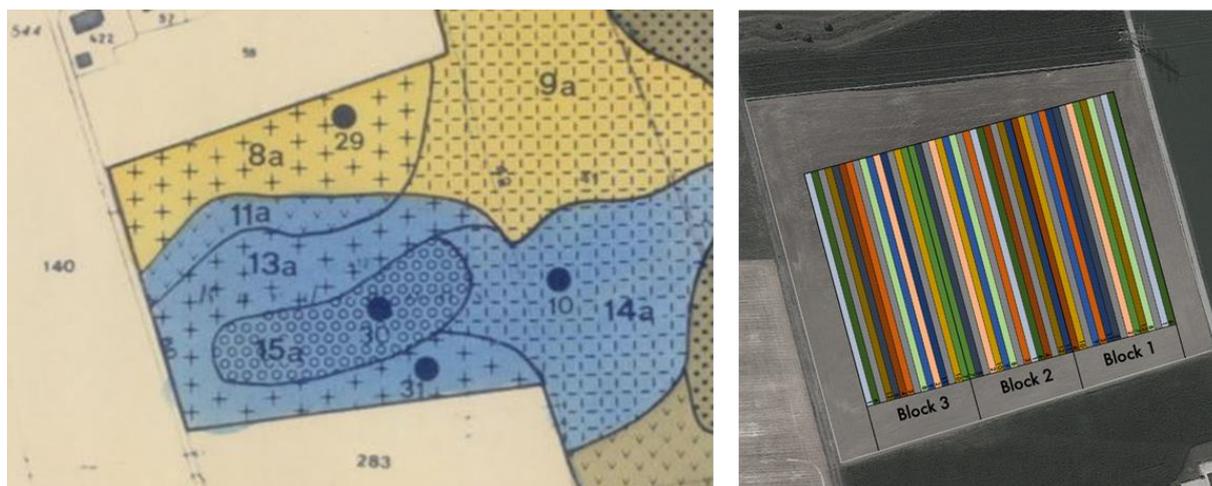
- Auto Light DF (23 kg)
- Auto Standard DF (45 kg)
- Auto Heavy DF (68 kg)
- Fixed Standard DF (45 kg)

Die Versuchsfläche befand sich auf der Parzelle Ruedimoos, die sich durch sehr heterogene Bodenbedingungen bezüglich Textur, Feuchtigkeit und organische Substanz auszeichnet. Die Eigenschaften der Bodenzonen sind in Tabelle 7 beschrieben.

**Tabelle 7:** Bodeneigenschaften der Versuchsparzelle für die Schardruck-Studie 2019 bei Zuckerrüben.

Bodenzone	Bodeneigenschaften
8a	Gleyige Braunerde, skeletthaltig, schwach sandiger Lehm und Schlufflehm, gute Wasserspeicherung.
9a	Stagnogleyige Kalkbraunerde, stark skeletthaltig, sandiger Lehm und toniger Schlufflehm, gute Wasserspeicherung.
11a	Teilweise entkarbonateter, verbraunter Gley, stark skeletthaltig, schwach sandiger Lehm mit Sandunterlage.
13a	Teilweise entkarbonateter fahler Gley, skelettarm, Tonboden und toniger Lehm, staunass.
14a	Teilweise entkarbonateter fahler Gley, skelettarm, toniger Lehm mit Torfunterlage, staunass.
15a	Anmooriger stark fahler Gley, skelettarm, Untergrund skelettreich, toniger Lehm und Schlufflehm.

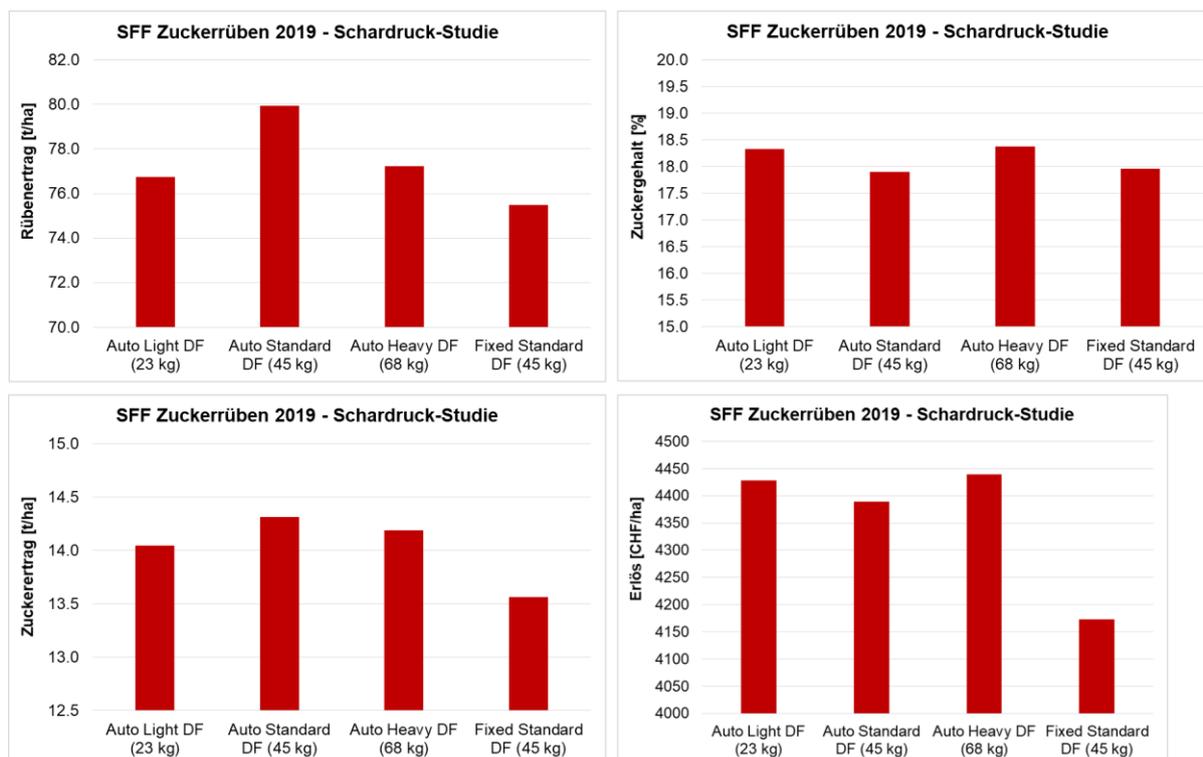
Jede Versuchsvariante wurde mit drei Wiederholungen auf der Parzelle gesät, um die Auswirkungen der Heterogenität des Bodens zu minimieren (Abbildung 10). Der Versuch wurde am 28. März 2019 angelegt. Alle Versuchsstreifen wurden in 4.0 cm Ablagetiefe und mit einer Saatstärke von 100'000 Körnern pro Hektar gesät, wobei der Schardruck gemäss Versuchsplan zwischen den oben beschriebenen Einstellungen verändert wurde.



**Abbildung 10:** Bodenzone(n) auf der Versuchsparzelle (links) und randomisiertes Blockdesign mit drei Wiederholungen (rechts).

### Resultate:

Der Versuch wurde am 1. Oktober 2019 (188 Tage nach Aussaat) gerodet. Der höchste Rübenenertrag wurde durch die Schardruck-Variante mit Auto Standard DF (45 kg) erzielt, während Auto Light DF (23 kg), Fixed Standard DF (45 kg) und Auto Heavy DF (68 kg) deutlich geringere Erträge erbrachten (Abbildung 11, oben links). Der niedrigste Rübenenertrag wurde mit der Schardruck-Variante Fixed Standard DF (45 kg) erreicht, die die übliche Einstellung konventioneller Einzelkornsämaschinen mit konstantem Schardruck darstellt. Der Ertragsunterschied zwischen dem höchsten (Auto Standard DF 45 kg) und dem niedrigsten Ertrag (Fixed Standard DF 45 kg) betrug 4.4 Tonnen pro Hektar. Diese Ergebnisse zeigen die Tendenz, dass die automatische DeltaForce-Schardruckregelung den Ertrag durch Anwendung der optimalen Schardruckhöhe verbessern kann, insbesondere auf Flächen mit heterogenen Bodenbedingungen wie sie auf der Parzelle Ruedimoos anzutreffen waren.



**Abbildung 11:** Erträge der SFF Schardruck-Studie 2019 auf der Parzelle Ruedimoos.

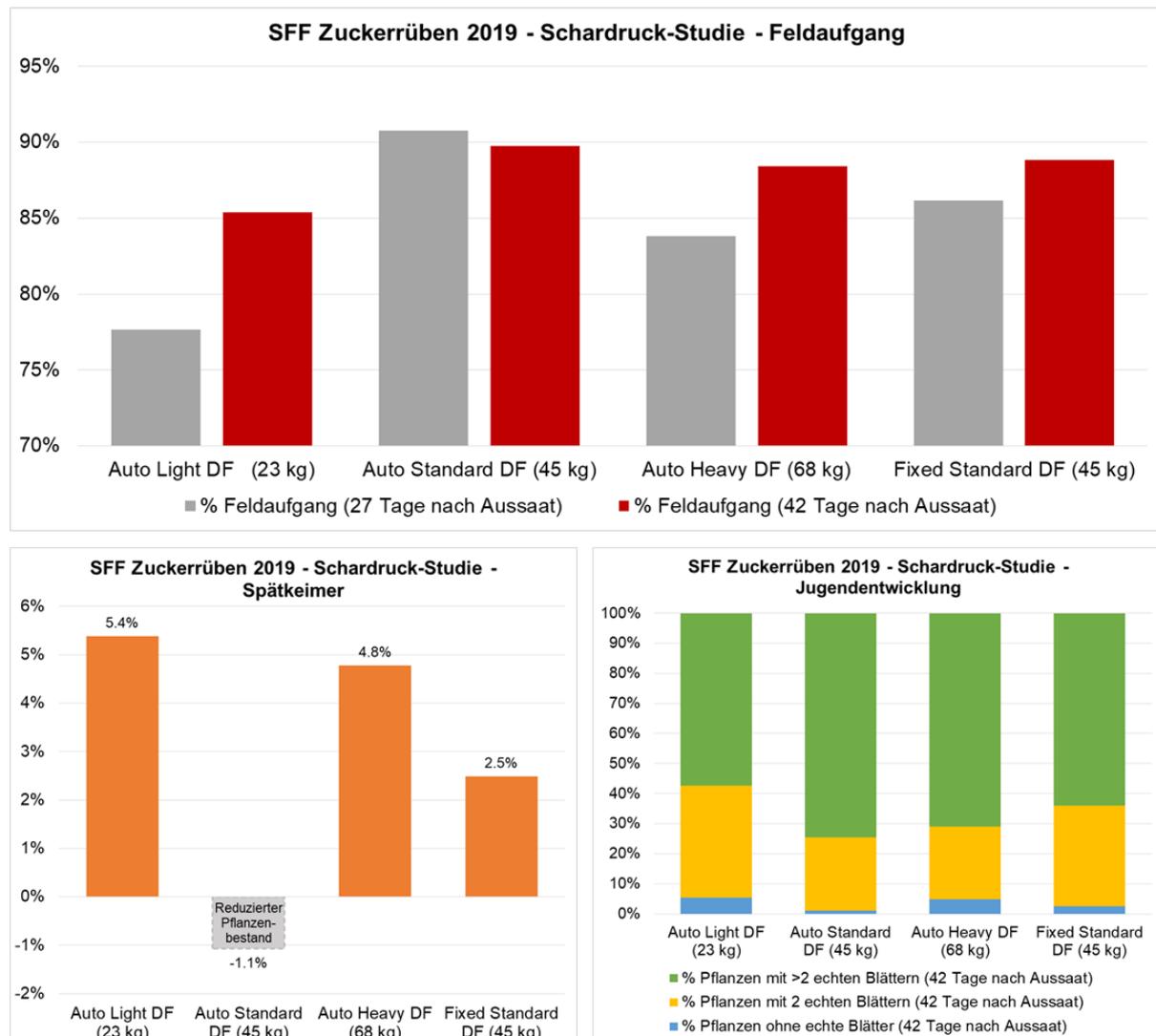
Die Unterschiede im Zuckergehalt (Abbildung 11, oben rechts) waren weniger offensichtlich und lagen zwischen 18.4% und 17.9% für die Schardruck-Varianten Auto Heavy DF (68 kg) bzw. Auto Standard DF (45 kg).

Der Zuckerertrag (Abbildung 11, unten links) war am höchsten (14.3 t/ha) bei der Variante mit Auto Standard DF (45 kg), während die Varianten mit Auto Standard DF (23 kg) und Auto Heavy DF (68 kg) mit 14.0 t/ha bzw. 14.2 t/ha einen etwas geringeren Zuckerertrag aufwiesen. Die mit Fixed Standard DF (45 kg) gesäten Zuckerrüben erzielten den niedrigsten Zuckerertrag (13.6 t/ha).

Den höchsten Erlös erzielten die Versuchsstreifen, die mit automatischer Schardruck-Steuerung gesät wurden (im Durchschnitt 4419 CHF) im Vergleich zu den Versuchsstreifen, die mit konstantem Schardruck (4173 CHF) gesät wurden, was in unserer Studie einen zusätzlichen Erlös von 246 CHF pro Hektar bei Aussaat mit Precision Planting DeltaForce darstellt.

### Weitere Beobachtungen:

Der Feldaufgang wurde während des Versuchs zweimal bonitiert: 27 Tage nach der Aussaat und 42 Tage nach der Aussaat in der Wachstumsperiode bis zum 4- oder 6-Blatt-Stadium. Die zweite Bonitur umfasste auch eine Untersuchung von Spätkeimern und der Jugendentwicklung. Insgesamt hatte die Versuchsvariante Auto Standard DF (45 kg) mit 89.8% den höchsten Feldaufgang, während die anderen Varianten einen geringfügig geringeren Feldaufgang zeigten (Abbildung 12).



**Abbildung 12:** Bonitur-Ergebnisse der SFF Schardruck-Studie 2019 bei Zuckerrüben.

Die höchste Anzahl von Spätkeimern zeigte sich bei den Versuchsvarianten mit Auto Light DF (23 kg) und Auto Heavy DF (68 kg). Bei leichtem Schardruck kann dies auf eine verminderte Kapillarwirkung im Oberboden zurückzuführen sein, die zu einer geringeren Feuchtigkeitsverfügbarkeit für das Saatgut führt, während bei schwerem

Schardruck eine Verdichtung der Saatsfurche, die die Entwicklung der Pfahlwurzel behindert, den späten Feldaufgang verursacht haben kann. Bei der Auto Standard DF (45 kg) Versuchsvariante wurde zwischen den beiden Bonituren des Feldaufgangs eine Verringerung des Pflanzenbestandes um 1.1% festgestellt, die im Diagramm als negativer Wert dargestellt ist.

Während der Jugendentwicklung sind Zuckerrüben empfindlicher gegenüber wachstumshemmenden Einflüssen (z.B. Verschlammung, Verkrustung, Trockenheit, Frost, Schädlingsbefall) als in späteren Entwicklungsstadien. In Verbindung mit landwirtschaftlichen Maschinen ist die Jugendphase von besonderer Bedeutung, um zu beurteilen, ob die angewandte Bodenbearbeitung und die Sämaschinenereinstellungen für die Entwicklung der Kulturpflanze vorteilhaft sind. Bei der Beurteilung der Jugendentwicklung 42 Tage nach der Aussaat zeigte die Schardruck-Variante Auto Standard DF (45 kg) den höchsten Prozentsatz von Pflanzen mit >2 echten Blättern (Abbildung 12). Später konnten diese Rüben die besten Erträge erzielen. Der niedrigste Prozentsatz von Pflanzen mit >2 echten Blättern wurde bei der Variante mit Auto Light DF (23 kg) gefunden, was auf eine verzögerte Jugendentwicklung hinweist. Vergleicht man diese Daten mit dem Rübenertrag und dem Zuckergehalt, so zeigt sich ein Zusammenhang zwischen der Jugendentwicklung und der Ertragsleistung.



**Abbildung 13:** Precision Planting Einzelkornsämaschine mit DeltaForce-Schardruck-Regelung und Fendt 516 mit RTK VarioGuide, die für die Aussaat auf der Versuchspartelle verwendet wurden.

### 2.2.2.2 Ablagetiefe-Studie

#### **Zielsetzung:**

Das Ziel dieser Studie war es, den Ertrag von Zuckerrüben zu bewerten, die mit verschiedenen Ablagetiefen mit einer Precision Planting Einzelkornsämaschine mit DeltaForce™-Schardrucksteuerung gesät wurden.

#### **Versuchsdesign:**

Die Studie wurde auf der Swiss Future Farm mit einem randomisierten Blockdesign durchgeführt und enthielt drei Wiederholungen pro Ablagetiefe. Die folgenden Ablagetiefen wurden untersucht:

- 1.0 cm (flach)
- 2.5 cm (praxisüblich)
- 4.0 cm (leicht tiefer)
- 6.5 cm (tief)

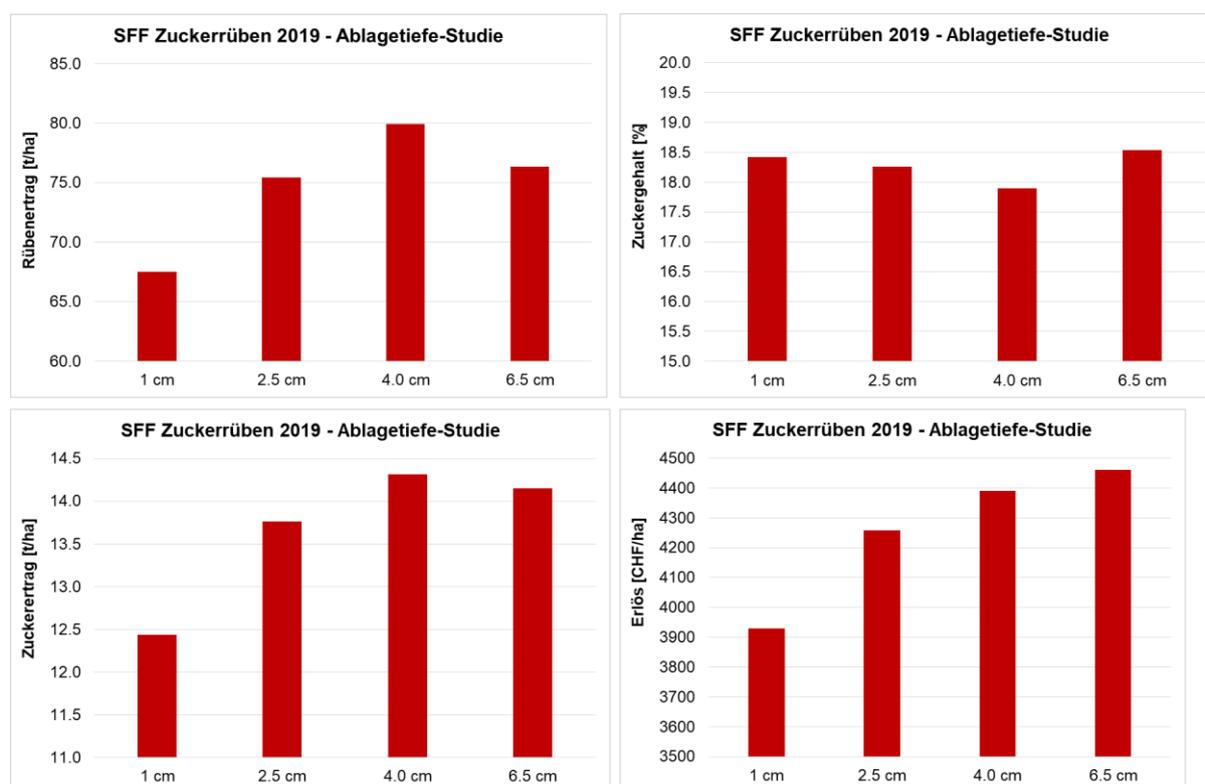
Die Versuchsfläche befand sich auf der Parzelle Ruedimoos mit sehr heterogenen Bodenbedingungen. Jede Versuchsvariante wurde dreimal über das Feld wiederholt, um die Auswirkungen der Heterogenität des Bodens zu minimieren. Um eine gleichmässige Ablagetiefe zu gewährleisten, wurden alle Behandlungen mit der automatischen DeltaForce-Schardruckregelung auf einen Zielwert von 45 kg und mit einer Saatstärke von 100'000 Körnern pro Hektar gesät. Das Aussaatdatum war der 28. März 2019.



**Abbildung 14:** Einstellung der Ablagetiefe an der Sämaschine (links) und manuelle Kontrolle der Saatgutablage (rechts).

## Resultate:

Der Versuch wurde am 1. Oktober 2019 (188 Tage nach Aussaat) gerodet. Die Ablage in einer Tiefe von 4.0 cm ergab mit 79.9 t/ha den höchsten Ertrag (Abbildung 15, oben links). Die Ablage bei 6.5 cm führte zu einem geringeren Ertrag von 76.4 t/ha, ähnlich der Ablage bei der in der Schweiz üblichen Ablagetiefe von 2.5 cm (75.4 t/ha). Der niedrigste Ertrag (67.5 t/ha) wurde mit der Versuchsvariante bei 1.0 cm erzielt, was deutlich zeigt, dass diese Ablagetiefe zu gering war, um eine effektive Pflanzenentwicklung zu ermöglichen.



**Abbildung 15:** Erträge der SFF Ablagetiefe-Studie 2019.

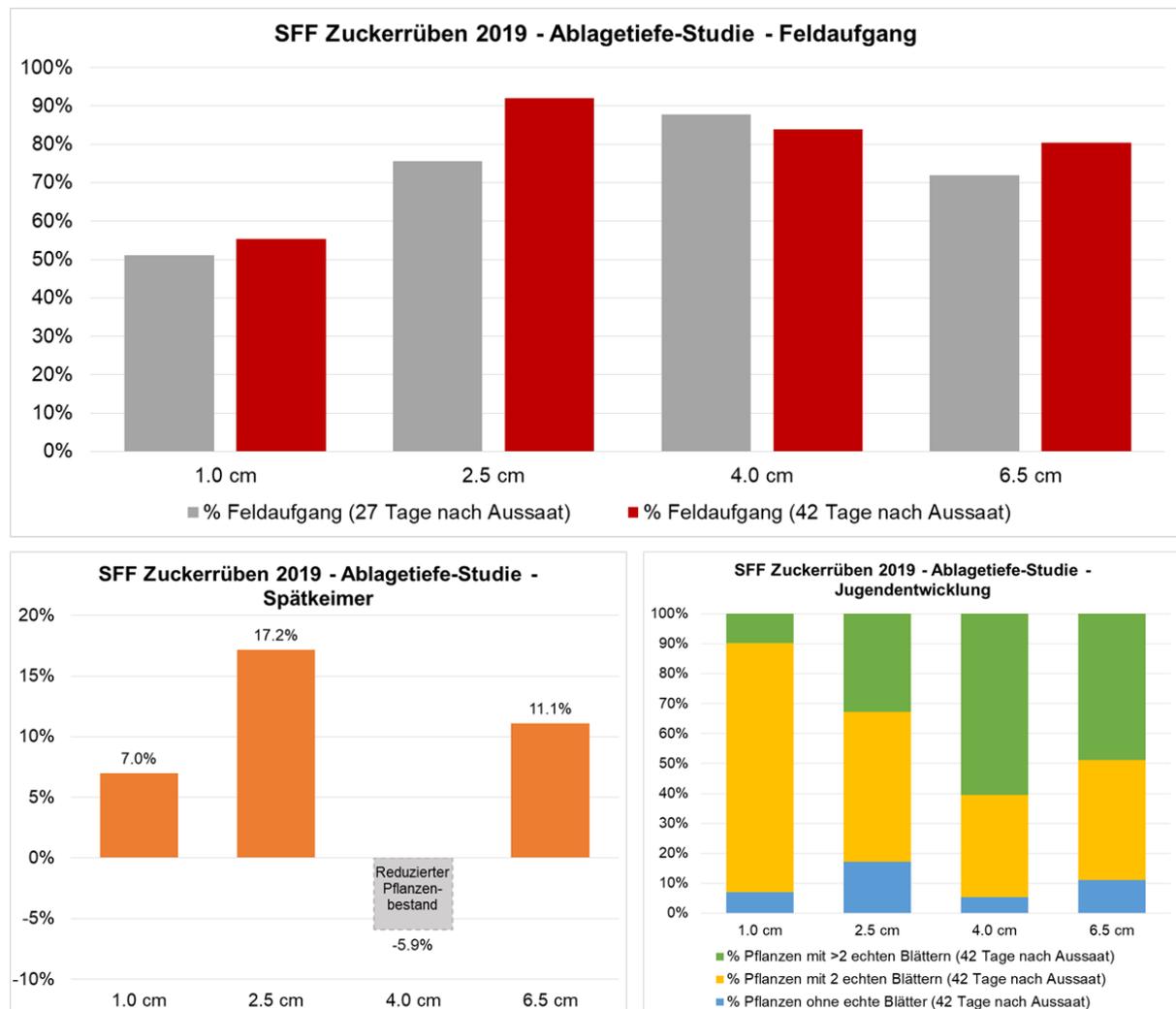
Die Unterschiede im Zuckergehalt waren weniger offensichtlich und lagen zwischen 17.9% und 18.5% für Ablagetiefen von 4.0 cm bzw. 6.5 cm (Abbildung 15).

Der Zuckerertrag spiegelte den Trend wider, der bei den Rübenerträgen zu beobachten war. Wie beim Rübenertrag wurde der höchste Zuckerertrag (14.3 t/ha) bei einer Ablagetiefe von 4.0 cm festgestellt, während sich der niedrigste Zuckerertrag (12.4 t/ha) bei einer Ablagetiefe von 1.0 cm zeigte (Abbildung 15).

Aufgrund des höchsten Zuckergehalts war der Erlös in Versuchsstreifen, die in 6.5 cm Ablagetiefe gesät wurden, am höchsten. Der zusätzliche Erlös der Versuchsstreifen mit 4.0 cm Ablagetiefe und dem höchsten Zuckerertrag im Vergleich zu den Versuchsstreifen mit 1.0 cm Ablagetiefe und dem niedrigsten Zuckerertrag betrug 459 CHF pro Hektar.

**Weitere Beobachtungen:**

Der Feldaufgang wurde während des Versuchs zweimal bonitiert, 27 und 42 Tage nach der Aussaat, in der Wachstumsperiode bis zum 4- oder 6-Blatt-Stadium. Die zweite Bonitur umfasste auch die Untersuchung von Spätkeimern und der Jugendentwicklung (Abbildung 16).



**Abbildung 16:** Bonitur-Ergebnisse der SFF Ablagetiefe-Studie bei Zuckerrüben 2019.

Die Erhebungen zum Feldaufgang zeigen, dass eine kritische Schwelle von 70'000 Pflanzen pro Hektar (70%) bei einer Ablagetiefe von 1.0 cm nicht erreicht wurde. Zwischen groben Krümeln der obersten Bodenschicht liegen die Körner teilweise frei und haben nicht genügend Feuchtigkeit, um zu keimen, was das verminderte Auflaufen der in 1.0 cm Tiefe abgelegten Zuckerrüben erklärt. Selbst wenn die Keimung durch Niederschläge angeregt wird, können die Keimlinge austrocknen, wenn kein ausreichender Bodenkontakt erreicht wird. Im Allgemeinen gilt: Je leichter und trockener der Boden ist, desto tiefer sollte das Saatgut abgelegt werden. Im relativ trockenen Frühjahr 2019 zeigen unsere Ergebnisse, dass die Ablagetiefen von 2.5 cm und 4.0 cm den höchsten Feldaufgang hatten.

Der Anteil der Spätkeimer war bei einer Ablagetiefe von 2.5 cm relativ hoch (Abbildung 16), und entspricht dem geringeren Rüben- und Zuckerertrag, der durch diese Versuchsvariante erzielt wurde. In den Versuchstreifen mit einer Ablagetiefe von 4.0 cm fanden wir zwischen den beiden Erhebungen zum Feldaufgang eine Verringerung des Pflanzenbestandes um 5.9% vor, die im Diagramm als negativer Wert dargestellt ist.

Während der Jugendentwicklung reagieren Zuckerrüben empfindlicher auf wachstumshemmende Faktoren (z.B. Verschlämmung, Verkrustung, Trockenheit, Frost, Schädlingsbefall) als in späteren Entwicklungsstadien. Daher ist die juvenile Phase von besonderer Bedeutung für die Beurteilung von Maschineneinstellungen, die bei der Bodenbearbeitung und Aussaat angewendet wurden. Eine zu tiefe Ablage des Saatguts vergrössert die Strecke zur Oberfläche und kostet die Pflanze hierbei eine beträchtliche Menge an Energie, was sich auch in den Ergebnissen der Beurteilung der Jugendentwicklung zeigt (Abbildung 16). Bis sich die Blätter entwickeln und eine ausreichende Photosynthese stattfindet, bleibt die Zuckerrübe sehr schwach und anfällig, was später zu einer verminderten Rüben- und Zuckerertrag führen kann.

### **Fazit**

In den Jahren 2018 und 2019 hat sich gezeigt, dass eine tiefere Rübensaat von 4.0 cm im Vergleich zu den in der Schweiz üblichen 2.5 cm keine schlechteren Ergebnisse mit Blick auf Rüben- und Zuckerertrag liefert. Daher werden die 4.0 cm im kommenden Erntejahr beibehalten und die tiefere Ablagetiefe wird genutzt um die Rüben im Voraufbau zu striegeln.

### 2.2.2.3 Saatstärke-Studie

#### Zielsetzung:

Das Ziel dieser Studie war es, den Ertrag bei Zuckerrüben zu bewerten, die mit zwei verschiedenen Saatstärken gesät wurden.

#### Versuchsdesign:

Die Studie wurde auf der Swiss Future Farm mit einem randomisierten Blockdesign durchgeführt und enthielt drei Wiederholungen pro Versuchsvariante. Folgende Saatstärken wurden untersucht:

- 100'000 Körner pro Hektar (100 KS/ha, Standard-Saatstärke in Europa)
- 150'000 Körner pro Hektar (150 KS/ha, erhöhte Saatstärke)

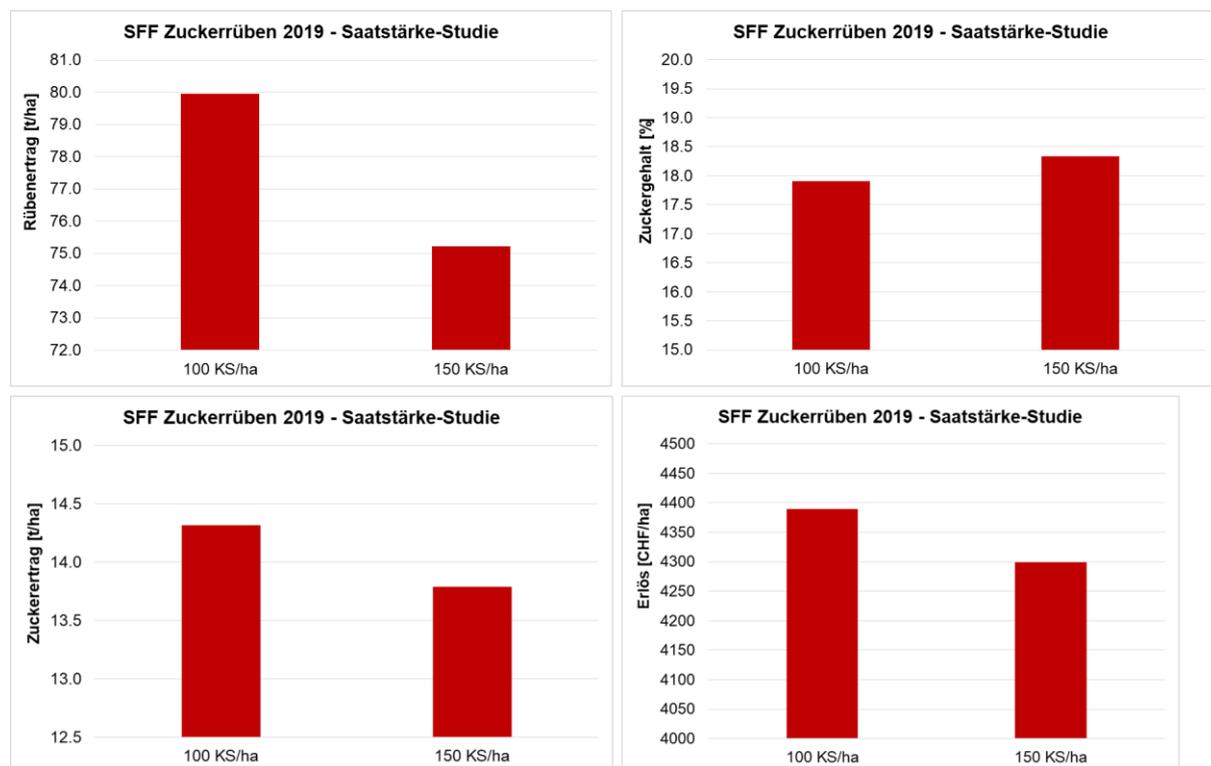
Der Versuch wurde auf der Parzelle Ruedimoos mit sehr heterogenen Bodenbedingungen in Bezug auf Textur, Feuchtigkeit und organische Substanz durchgeführt. Jede Versuchsvariante wurde dreimal auf der Parzelle wiederholt, um die Auswirkungen der Heterogenität des Bodens zu minimieren. Das Aussaatdatum war der 28. März 2019. Beide Saatstärken wurden mit einer Ablagetiefe von 4.0 cm gesät und die automatische DeltaForce-Schardruckregelung auf einen Zielwert von 45 kg eingestellt.



**Abbildung 17:** Zuckerrüben-Saatgut (links) und 20/20 Gen3-Terminal zur Einstellung der ausgebrachten Saatgutmenge (rechts).

## Resultate:

Der Versuch wurde am 1. Oktober 2019 (188 Tage nach Aussaat) gerodet. Bei der Versuchsvariante mit Standard-Saatstärke von 100 KS/ha (79.9 t/ha) wurde ein höherer Rübenenertrag erzielt, verglichen mit 75.2 t/ha bei der Versuchsvariante mit erhöhter Saatstärke von 150 KS/ha (Abbildung 18, oben links). Der Ertragsunterschied von 4.7 Tonnen pro Hektar zeigt, dass mit der Standard-Saatstärke von 100 KS/ha der optimale Pflanzenbestand für Zuckerrüben in dieser Region erreicht wird. Aus diesem Grund und in Anbetracht der höheren Saatgut-Kosten kann eine Erhöhung der Saatstärke auf 150 KS/ha nicht empfohlen werden.



**Abbildung 18:** Erträge der SFF Saatstärke-Studie 2019.

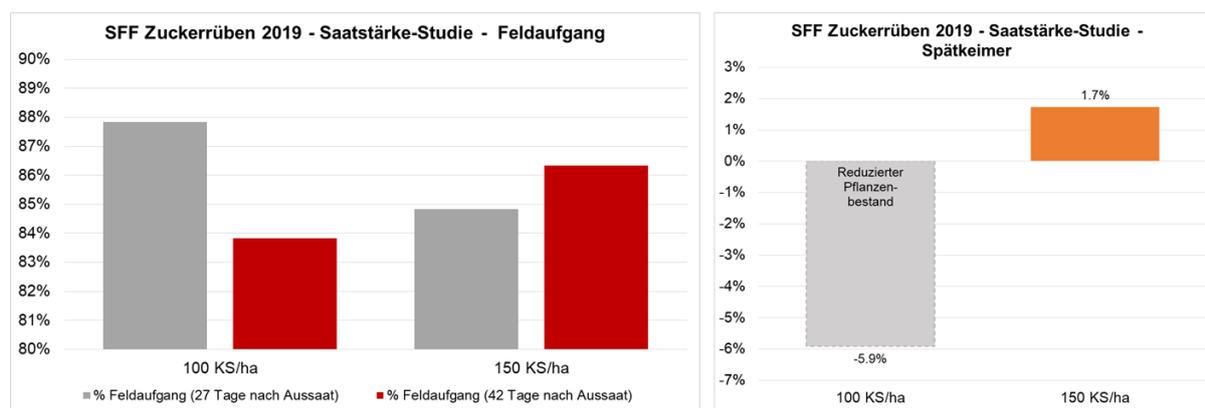
Der Unterschied im Zuckergehalt zwischen den verschiedenen Saatstärken war weniger deutlich und lag zwischen 17.9% und 18.3% für 100 KS/ha bzw. 150 KS/ha (Abbildung 18).

Der Unterschied im Zuckerertrag betrug 0.5 Tonnen pro Hektar zwischen den Versuchsvarianten mit 100 KS/ha (14.3 t/ha) und 150 KS/ha (13.8 t/ha), wie in Abbildung 18 gezeigt.

Der Erlösverlust bei einer erhöhten Saatstärke von 150 KS/ha betrug 90 CHF für geringere Erträge und zusätzliche Saatgutkosten von 152 CHF, was zu einem Gesamtnachteil von 242 CHF pro Hektar führte.

### Weitere Beobachtungen:

Der Feldaufgang wurde während des Versuchs zweimal bonitiert, 27 und 42 Tage nach der Aussaat in der Wachstumsperiode bis zum 4- oder 6-Blatt-Stadium (Abbildung 19).



**Abbildung 19:** Bonitur-Ergebnisse der SFF Saatstärke-Studie 2019.

Bei einer Saatstärke von 100 KS/ha wurde eine Verringerung des Pflanzenbestandes um 5,9% zwischen den beiden Boniturzeitpunkten des Feldaufgangs festgestellt, wie im Diagramm als negativer Wert dargestellt ist (Abbildung 19). Der reduzierte Pflanzenbestand auf den Versuchsstreifen mit einer Saatstärke von 100 KS/ha hatte jedoch keinen negativen Einfluss auf den Rüben- oder Zuckerertrag.

#### 2.2.2.4 Flüssigdünger-Studie

##### **Zielsetzung:**

Das Ziel dieser Studie war es, den Ertrag und die Jugendentwicklung von Zuckerrüben zu vergleichen, die mit zwei verschiedenen Flüssigdüngern als Startgabe bzw. ohne Flüssigdünger gesät wurden.

##### **Versuchsdesign:**

Diese Studie wurde auf der Parzelle Ruedimoos der Swiss Future Farm durchgeführt. Das randomisierten Blockdesign des Versuchs enthielt drei Wiederholungen pro Versuchsvariante. Die folgenden Massnahmen wurden verglichen:

- Hasorgan 0-0-5 Flüssigdünger (20 l/ha, ausgebracht als Lösung 15%, total 1.16 kg K/ha)
- Kristalon 12-12-36 Flüssigdünger (ausgebracht als Lösung 5%, total 6 kg N/ha, 6 kg P/ha, 18 kg K/ha )
- Kein Flüssigdünger (Kontrolle)

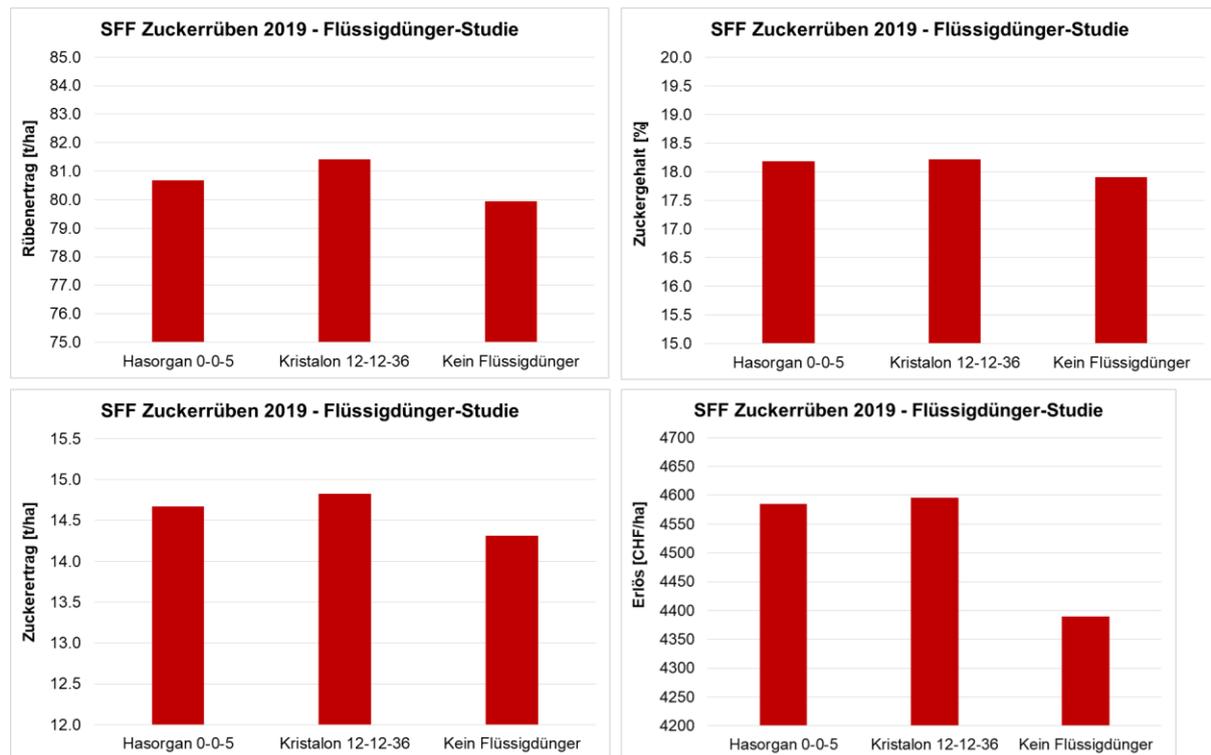
Der Versuch wurde auf einer Fläche mit sehr heterogenen Bodenbedingungen in Bezug auf Textur, Feuchtigkeit und organische Substanz angelegt. Jede Versuchsvariante wurde mit drei Wiederholungen auf der Parzelle gesät, um die Auswirkungen der Heterogenität des Bodens zu minimieren. Das Aussaatdatum war der 28. März 2019. Alle Versuchsvarianten wurden mit einer Ablagetiefe von 4.0 cm und einer Saatstärke von 100'000 Körnern pro Hektar gesät, wobei die automatische DeltaForce-Schardruckregelung auf einen Zielwert von 45 kg eingestellt wurde. Die Flüssigdünger wurden mit dem FurrowJet-Flüssigdüngersystem von Precision Planting während der Aussaat appliziert.



**Abbildung 20:** FurrowJet-Flüssigdüngersystem, das für die Aussaat auf der Versuchsparzelle verwendet wurde.

## Resultate:

Der Versuch wurde am 1. Oktober 2019 (188 Tage nach Aussaat) gerodet. Auf den mit Kristalon 12-12-36 gedüngten Versuchstreifen wurden höhere Rübenerträge (81.4 t/ha) erzielt, als von den mit Hasorgan 0-0-5 gedüngten Versuchstreifen (80.7 t/ha) und bei der Kontrollvariante ohne Flüssigdüngung (79.9 t/ha) (Abbildung 21, oben links). Die maximale Steigerung des Rübenertrags aufgrund der Anwendung von Flüssigdünger betrug 2%.



**Abbildung 21:** Erträge der SFF Flüssigdünger-Studie 2019.

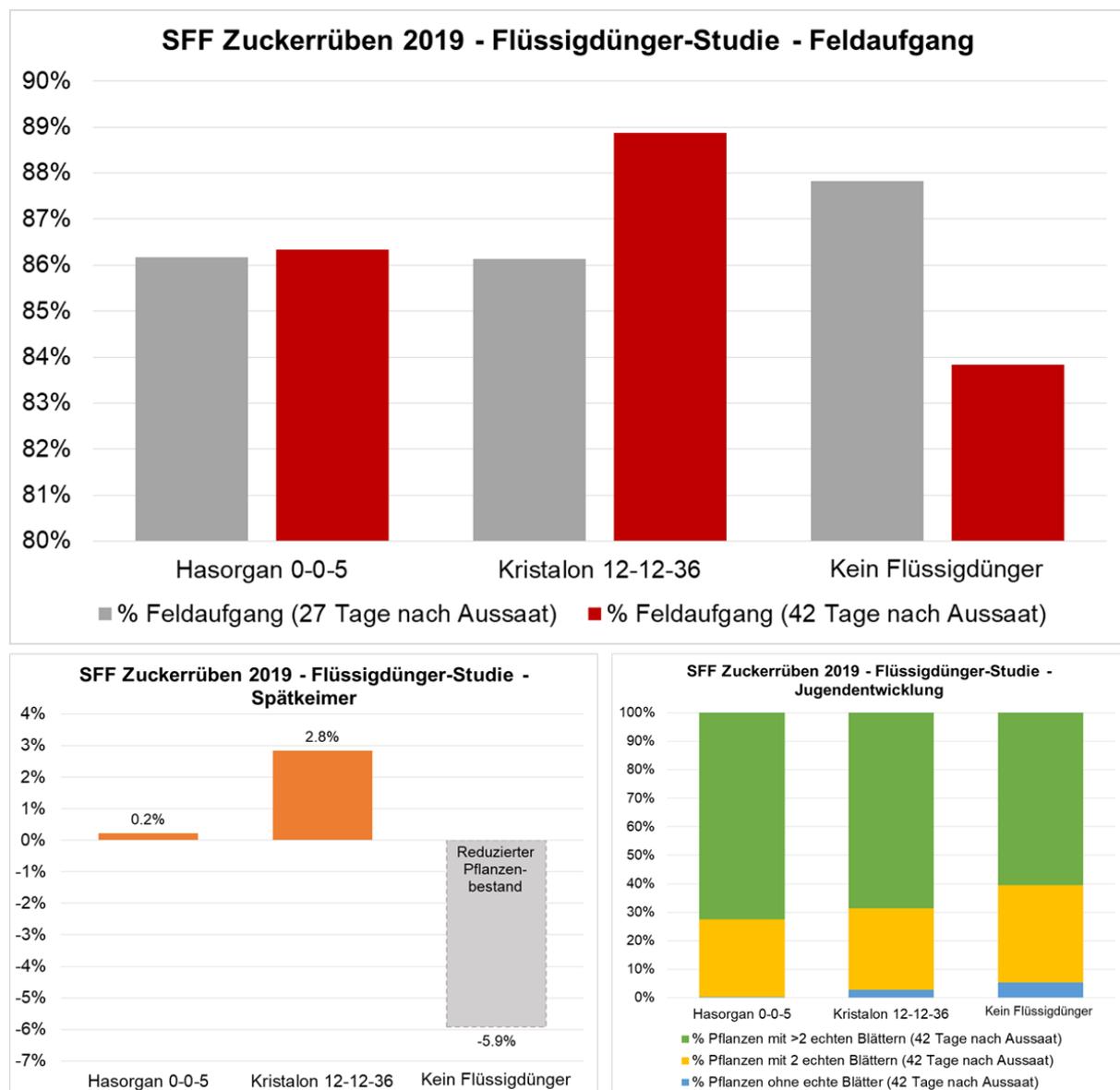
Der Zuckergehalt war bei den Versuchstreifen mit Flüssigdünger zur Startgabe etwas höher und erreichte sowohl für Hasorgan 0-0-5 als auch für Kristalon 12-12-36 einen Wert von 18.2%, während der Zuckergehalt in Versuchstreifen ohne Flüssigdünger durchschnittlich 17.9% betrug (Abbildung 21).

Der Anstieg des Zuckerertrags durch die Anwendung von Kristalon 12-12-36 und Hasorgan 0-0-5 betrug 0.5 t/ha (+3%) und 0.4 t/ha (+3%) im Vergleich zur Kontrollvariante ohne Flüssigdünger (Abbildung 21).

Die Erlössteigerung durch die Anwendung von Flüssigdünger betrug im Durchschnitt 201.5 CHF (196 CHF pro Hektar für Hasorgan 0-0-5 und 207 CHF pro Hektar für Kristalon 12-12-36) im Vergleich zur Kontrolle ohne Anwendung von flüssigem Startdünger.

**Weitere Beobachtungen:**

Der Feldaufgang wurde während des Versuchs zweimal bonitiert, 27 und 42 Tage nach der Aussaat in der Wachstumsperiode bis zum 4- oder 6-Blatt-Stadium. Die zweite Bonitur umfasste auch die Untersuchung von Spätkeimern und der Jugendentwicklung (Abbildung 22).



**Abbildung 22:** Bonitur-Ergebnisse der SFF Flüssigdünger-Studie 2019.

Ein Rückgang des Pflanzenbestandes wurde in den Versuchstreifen ohne Flüssigdünger festgestellt, jedoch lagen die Unterschiede zwischen allen Versuchsvarianten innerhalb von 5%.

Ein höherer Anteil von Spätkeimern wurde in den mit Kristalon 12-12-36 gesäten Versuchstreifen (2.8%) im Vergleich zu Hasorgan 0-0-5 (0.2%) gefunden. In den Versuchspartzen, die ohne Flüssigdünger zur Startgabe gesät wurden, beobachteten wir einen Bestandsrückgang um 5.9% zwischen den beiden Boniturzeitpunkten, der im Diagramm als negativer Wert dargestellt ist (Abbildung 22).

Während der Jugendentwicklung reagieren Zuckerrüben sensibler auf wachstumsfördernde wie auch auf wachstumshemmende Einflüsse als in späteren Entwicklungsstadien. Daher ist diese Phase von besonderer Bedeutung für die Beurteilung von flüssigen Startdüngern, die während der Aussaat ausgebracht wurden. Die Ergebnisse zeigen, dass die vorteilhafteste Jugendentwicklung in den Versuchstreifen mit Hasorgan 0-0-5 festgestellt wurde, was durch den höchsten Anteil von Pflanzen mit >2 echten Blättern angezeigt wird (Abbildung 22). Der höchste Anteil von Pflanzen ohne echte Blätter zum Zeitpunkt der Bonitur (42 Tage nach Aussaat) wurde in den Versuchstreifen ohne Flüssigdünger ermittelt und deutet auf eine verzögerte Jugendentwicklung hin, die eine Anfälligkeit für Schädlinge schafft und zu Ertragsverlusten führen kann.

### **2.2.3 Schlussfolgerungen aus dem Zuckerrüben-Versuch 2019**

Die Ergebnisse des SFF- Zuckerrübenversuchs 2019 zeigen:

- Die automatische Schardruckregulierung zeigt auf der untersuchten Fläche mit schweren, heterogenen Bodenbedingungen einen ertragsmässigen Vorteil.
- Die Wirkung von Flüssigdünger als Startgabe auf Jugendentwicklung und Ertrag muss noch weiterführend untersucht werden, erste Ergebnisse deuten auf eine geringfügige Ertragssteigerung hin (+3%).
- Eine leicht tiefere Ablagetiefe (bis 4.0 cm vs. 2.5 cm) kann im Zusammenhang mit mechanischer Unkrautregulierung (Blindstriegeln im Voraufbau) Vorteile bieten, die Auswirkungen auf den Ertrag bei tieferer Ablage müssen jedoch noch weiterführend untersucht werden.
- Eine Erhöhte Saatstärke bei Zuckerrüben (150 KS/ha vs. 100 KS/ha) zeigte unter den lokalen Anbaubedingungen keine positiven Auswirkungen auf den Ertrag.

## Wissenstransfer

Die Zuckerrüben-Versuche und die eingesetzte Precision Planting Technologie wurden während der gesamten Saison im Rahmen des Besucherprogramms und bei den Swiss Future Farmtagen im September 2019 zahlreichen interessierten Besuchern vorgestellt (Abbildung 23).



**Abbildung 23:** Impressionen vom Zuckerrüben-Demonstrationsfeld im Sommer 2019 auf der Swiss Future Farm.

Die Publikationen zum Zuckerrüben-Versuch 2019 der Swiss Future Farm können unter den folgenden Links eingesehen werden:

- Thurgauer Bauer, 17.05.2019:  
[http://www.vtgl.ch/documents/thurgauerbauer/tb\\_20\\_17\\_05\\_2019\\_low.pdf](http://www.vtgl.ch/documents/thurgauerbauer/tb_20_17_05_2019_low.pdf)
- Thurgauer Bauer, 23.08.2019:  
[http://www.vtgl.ch/documents/thurgauerbauer/tb\\_34\\_23\\_08\\_2019low.pdf](http://www.vtgl.ch/documents/thurgauerbauer/tb_34_23_08_2019low.pdf)
- Bild der Wissenschaft 10/2019 – Smartes ackern:  
<http://www.swissfuturefarm.ch/index.php/news-1750/aktuelles/aktuelles-detailseite/smartes-ackern>
- Video "Swiss Future Farm – Zuckerrübenversuch mit Precision Planting":  
[https://www.youtube.com/watch?v=v\\_0YgjjXh9s&list=PLFyzrvar2Q5iw2DREtRi129a-mYj9HWgl&index=2&t=56s](https://www.youtube.com/watch?v=v_0YgjjXh9s&list=PLFyzrvar2Q5iw2DREtRi129a-mYj9HWgl&index=2&t=56s)
- Film "Swiss Future Farm: Farmtage und Versuche":  
<https://www.youtube.com/watch?v=StU1MSGiJzo&list=PLFyzrvar2Q5iw2DREtRi129a-mYj9HWgl&index=4&t=0s>

### **Ausblick und nächste Schritte**

Im Erntejahr 2020 wird die Swiss Future Farm die Auswirkungen unterschiedlicher Schardruck-Einstellungen, Ablagetiefen und Flüssigdüngergaben bei Zuckerrüben fortführend untersuchen. Die Versuche werden auf weiteren Versuchsflächen wiederholt, um die diesjährigen Erkenntnisse mit den Ergebnissen der Vorjahre abzugleichen und gesicherte Empfehlungen für den Zuckerrübenanbau ableiten zu können.

### **Versuchsbeteiligte**

Der Zuckerrüben-Versuch mit Precision Planting wurde in einer Zusammenarbeit von AGCO, GVS Agrar und dem BBZ Arenenberg von Nils Zehner, Marco Landis, Florian Abt und Hanspeter Hug durchgeführt. Benoit Blateyron und Isaac Hill von Precision Planting danken wir für die fachkundige Montage des FurrowJet-Flüssigdüngersystems als neue Komponente unserer Einzelkornsämaschine. Ebenso gilt ein besonderer Dank Ariane Reist und Michael Huber, die uns während ihres Praktikums auf der Swiss Future Farm bei der Anlage, Bonitur und Auswertung der Zuckerrüben-Versuche tatkräftig und engagiert unterstützt haben.

## 2.3 Versuch zur Stoppelbearbeitung nach Raps

### Zielsetzung

Treu nach dem Motto „Nach der Ernte ist vor der Ernte“, erfolgen erste wichtige Schritte zur nächsten Saatbettgestaltung bereits beim Mähdrusch und beim ersten Stoppelbearbeitungsgang. Folgendes gilt es zu beachten:

- Das Stroh- und Rückstandsmanagement, mit dem Ziel kurz gehäckselte Rückstände möglichst gleichmässig zu verteilen und eine schnelle Zersetzung zu fördern.
- Die Auflaufförderung von Ausfallgetreide, Unkräutern und Ungräsern.
- Der Unterbruch der Bodenkapillarität, um die Restfeuchtigkeit im Boden zu bewahren.

Beim Raps stellt die Erfüllung dieser Ziele eine Herausforderung dar. Zum einen durch lange Stoppeln, die eine perfekte Überlebensgrundlage für Pilzkrankheiten und Schädlinge bieten und wegen einem hohen C/N-Verhältnis nur langsam und mit erhöhter Stickstoffbindung zersetzt werden. Auch besteht eine Herausforderung durch eine erhöhte Ausfallmenge, die circa 5% des Ertrages darstellt. Das bedeutet, dass im Schnitt 150 bis 200 kg/ha Ausfallraps einen starken Unkrautdruck in der Fruchtfolge erzeugen können. Bei der Stoppelbearbeitung bedarf es also an genügend Bearbeitungsintensität, um die langen Stoppeln und Pflanzenrückstände zu zerkleinern, dies jedoch mit flacher Bearbeitungstiefe, um möglichst viel Ausfallraps zum Keimen zu bringen.

### Versuchsanordnung und eingesetzte Technik

Im Anschluss zur Rapsernte 2019 wurde ein Bodenbearbeitungsversuch aufgestellt, um die Auswirkung der Bearbeitungstiefe und Werkzeugkombinationen auf den Rapsauflauf zu beobachten. Zum Vergleich wurde ein Horsch Terrano 3 FX Grubber und eine Horsch Joker 3 CT Kurzscheibenegge zusammen mit einer Cultro 3 TC Messerwalze im Frontanbau eingesetzt. Der Versuch wurde am 09.08.2019 angelegt, eine Woche nach der Ernte, in einem kurzen Einsatzfenster im niederschlagsintensiven Sommer 2019. Die Bedingungen waren wegen der hohen Feuchtigkeit grenzwertig, aber haben uns ermöglicht eine weitere wetterbedingte Verzögerung zu vermeiden. Unter normalen Wetterbedingungen wäre die Stoppelbearbeitung in den ersten 24 Stunden nach dem Drusch erfolgt. Abbildung 24 zeigt den Versuchsplan mit den verschiedenen Bearbeitungsvarianten.

Parzelle 0	Parzelle 1	Parzelle 2	Parzelle 3	Parzelle 4	Parzelle 5	Parzelle 6	Parzelle 7
Referenzfläche: Keine Bearbeitung nach der Ernte	Messerwalze solo	Kurzscheibenegge 4cm + Messerwalze	Kurzscheibenegge 4cm solo	Kurzscheibenegge 10cm solo	Grubber 10cm + Messerwalze	Grubber 10cm solo	Grubber 25cm solo
							15m breit ↔
 Bearbeitungsintensität							

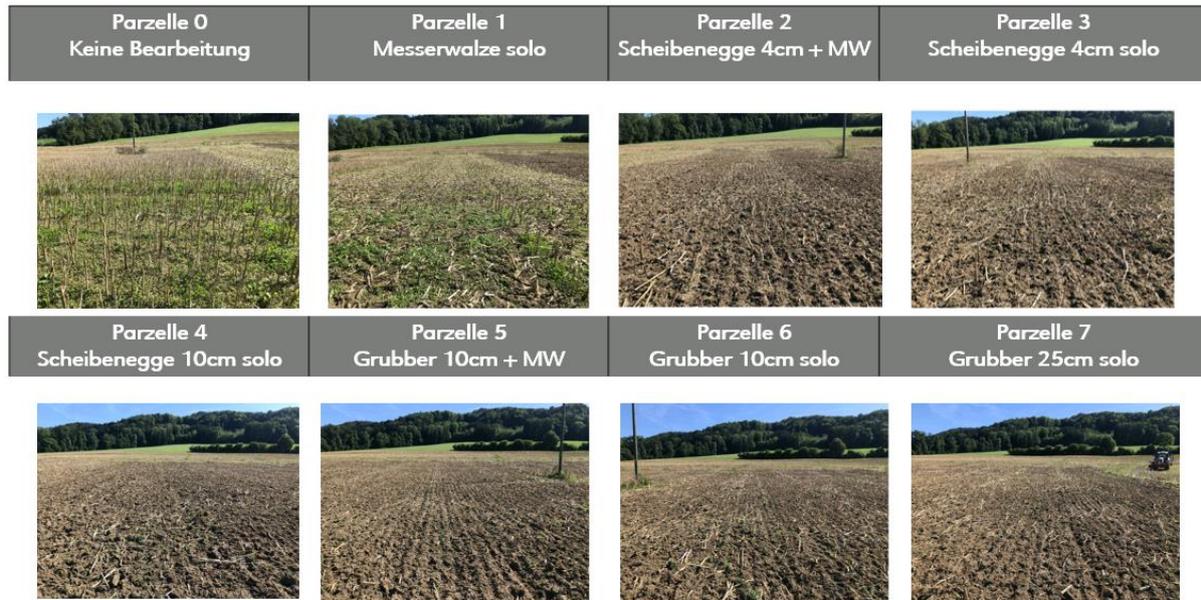
**Abbildung 24:** Versuchsplan für Stoppelbearbeitung nach Raps auf der SFF 2019.



**Abbildung 25:** Kombinationen aus Messerwalze und Grubber (links) und Messerwalze und Kurzscheibenegge (rechts), die für die Versuchsparzelle verwendet wurden.

### Resultate

Abbildung 26 zeigt das Bearbeitungsbild auf den verschiedenen Versuchsparzellen. Bereits beim Anlegen der Versuchstreifen konnten wir beobachten, dass der Grubber, dadurch dass Zinken keine Schneidwirkung haben, zwar einen starken Mischeffekt und hervorragende Feinerdeproduktion, jedoch keine Zerkleinerung der Stoppeln bewirken konnte, dies unabhängig von der Arbeitstiefe (Parzellen 6 & 7). Eine Kombination mit der Messerwalze kann die nötige Schneidwirkung bringen und rundet das Arbeitsergebnis positiv ab (Parzelle 5).



**Abbildung 26:** Bearbeitungsbild auf den Versuchspartellen nach dem Anlegen des Versuchs am 09.08.2019.

Bei der Kurzscheibenegge hingegen war die Schneidwirkung der Scheiben deutlich zu erkennen. Ein Unterschied bestand jedoch zwischen den Arbeitstiefen von 10 cm und 4 cm. Bei 10cm (Parzelle 4) konnten die Stoppeln zerschnitten und eingearbeitet werden. Bei 4cm (Parzelle 3) wiederum, als Konsequenz eines kleineren Bearbeitungshorizontes, konnten wir zwar eine gute Krümelung feststellen, aber mit einer geringeren Zerbröckelung der Ernterückstände. Ähnlich wie beim Grubber bringt die Kombination mit der Messerwalze (Parzelle 2) eine perfekte Ergänzung zum Arbeitsbild: Eine flache intensive Bodenbearbeitung wird mit einer ganzflächigen Schneidwirkung gekoppelt. Bei den Partellen 2 & 3 sollte ursprünglich eine Tiefe von 2 cm gefahren werden. Diese Tiefe erlaubte es aber nicht die vom Partellendrescher hinterlassenen Spuren einzuebnen. Daher wurde die Entscheidung getroffen, die Arbeitstiefe auf 4 cm zu erhöhen.

Die Schneidwirkung der Messerwalze war auf Parzelle 1 sehr gut ersichtlich. Im Vergleich zur 0-Parzelle, bringt sie den Vorteil, dass die Stoppeln mit deutlicher Wirkung heruntergehäckselt wurden. Somit findet keine Verdunstung mehr über die Stängel statt und es besteht kein Lebensraum mehr für Pilzkrankheiten und Schädlinge. Ein wichtiger Aspekt dabei ist die Aufrechterhaltung einer hohen Arbeitsgeschwindigkeit, um die Bearbeitungsintensität sicherzustellen. Gut zu erkennen ist jedoch, dass die Messerwalze keine Bodenbearbeitungswirkung hat.

Am 20. September 2019 wurde der Ausfallrapsauflauf zwischen den Bearbeitungsvarianten verglichen. Mittels eines Quadrats wurde die Anzahl an Pflanzen pro Quadratmeter ermittelt. In der 25 cm tief gegrubberten Parzelle 7 konnten 25 Pflanzen/m<sup>2</sup> beobachtet werden. Bei den 10 cm tief bearbeiteten Parzellen 5 & 6 konnten 62 bis 78 Pflanzen/m<sup>2</sup> gezählt werden, in den 4 cm tief bearbeiteten Parzellen 2 & 3, 98 bis 115 Pflanzen/m<sup>2</sup> und in der Parzelle 1 und in der Referenzparzelle 0 über 120 Pflanzen/m<sup>2</sup>. Wie erwartet, sind die am flachsten bearbeiteten Streifen, die mit dem stärksten Auflauf. Bei einer tiefen Bodenbearbeitung, hier 25 cm, ist der Auflauf viermal geringer im Vergleich zu der Variante mit 4 cm Bearbeitungstiefe. Durch die hohe Niederschlagsmenge im August 2019 schneiden die Varianten ohne Bodenbearbeitung (Parzellen 0 & 1) vom Auflauf her am besten ab. In einem trockenen Sommer wäre zu erwarten, dass der Kapillaritätsunterbruch und die Nutzung der Restfeuchtigkeit im Boden eine grössere Rolle spielen, zu Gunsten der flachen Bodenbearbeitung. Ein Überblick über diese Ergebnisse ist in Tabelle 8 enthalten.

**Tabelle 8:** Auflauf von Ausfall-Raps auf der Versuchsfläche für Stoppelbearbeitung der SFF 2019.

Parzelle	Bearbeitung	Pflanzen/m <sup>2</sup>
0	Keine Bodenbearbeitung (Kontrolle)	>120
1	Messerwalze solo	>120
2	Scheibenegge 4 cm + Messerwalze	115
3	Scheibenegge 4 cm solo	98
4	Scheibenegge 10 cm solo	72
5	Grubber 10 cm + Messerwalze	62
6	Grubber 10 cm solo	78
7	Grubber 25 cm solo	25

**Fazit:** Diese Stoppelbearbeitungsplattform hat uns ermöglicht folgende Effekte darzustellen:

- **Weniger ist mehr!** Bei der Rapsstoppelbearbeitung müssen flache Arbeitstiefen bevorzugt werden. Zwar konnten wir bei den 10 und 25 cm tiefen Varianten ein gutes Arbeitsbild erzeugen, aber die tiefere Einarbeitung des Ausfallrapses wirkt sich mit einer stark verringerten Auflaufdynamik im Vergleich zu den flach bearbeiteten Streifen aus.
- **Ein sauberer Schnitt!** Eine Schneidwirkung ist notwendig zur effektiven Zerkleinerung und Zerbröckelung der Pflanzenrückstände. Die Messerwalze ist dabei eine optimale Lösung, ob im Solo-Einsatz oder in Kombination mit einer Kurzscheibenegge oder einem Grubber, vorausgesetzt dass die Einsatzgeschwindigkeit gewährleistet ist.

### **Wissenstransfer**

Die Resultate des Versuchs wurden im Rahmen der Swiss Future Farmtage im September 2019 der Öffentlichkeit präsentiert.

### **Versuchsbeteiligte**

Der Versuch wurde im Rahmen der Swiss Future Farmtage vom Operating Team der Swiss Future Farm unter Leitung von Nico Helmstetter angelegt.

# 3. Digitales Betriebsdaten-Management

## 3.1 Einleitung und Ziele

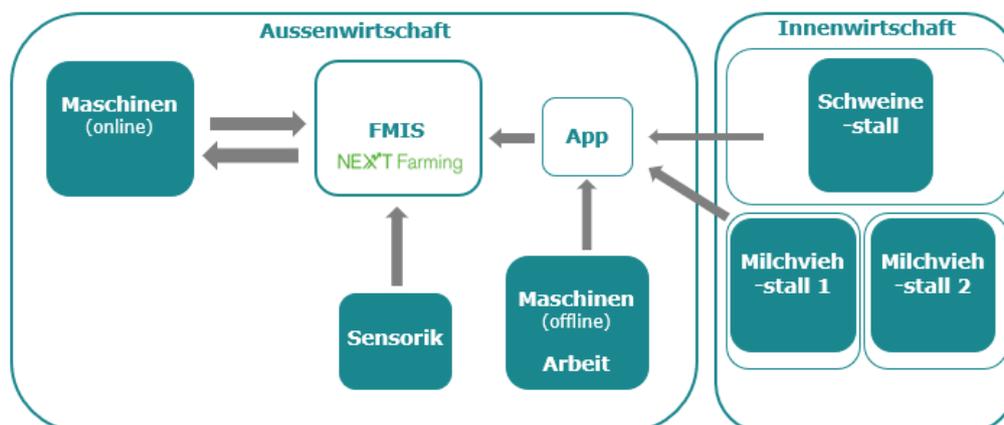
Das Datenmanagement auf der Swiss Future Farm erfolgt seit dem Jahr 2018 zentral mit der Software NEXT Farming Office von der Firma FarmFacts GmbH. Das Programm ist lokal installiert und verfügt über eine Schnittstelle zu den Traktoren auf der SFF, die an den TaskDocPro-Server angebunden sind. Die Mitarbeitenden auf der SFF dokumentieren zudem ihre Arbeiten via App auf dem Smartphone. Auf der SFF erfolgt eine möglichst komplette Erfassung aller Betriebsdaten mit folgendem Zielen:

- Ökonomisch:
  - Sichtbarmachen der Kostentreiber für die Betriebszweige
  - Ermittlung von ökonomischen Kennzahlen in den Betriebszweigen und gesamtbetrieblich
- Arbeitswirtschaftlich und agronomisch:
  - Vereinfachte Organisation der (Geo-)Daten
  - Erfüllung der ÖLN- und Labelaufzeichnungspflichten
  - Bündelung agronomischer Daten

Nachfolgend werden die im Jahr 2019 getätigten Massnahmen zur Erreichung der unter 3.1 gesetzten Ziele aufgeführt.

## 3.2 Ökonomisch – Deckungsbeitragsrechnung auf Stufe Kultur

Damit die ökonomisch relevanten Daten auf der SFF möglichst vollständig erfasst werden können, wurde das FMIS NEXT Farming als zentrale Dokumentationslösung ausgewählt. Via Smartphone-App fliessen Buchungen aus der Aussen- und Innenwirtschaft direkt in die Software. Weiter können dort auch Aufträge von den Maschinen empfangen oder an die Maschinen versendet werden (siehe Versuch zur teilflächenspezifischen Stickstoffdüngung in Kapitel 2.1). **Abbildung 27:** Innerbetriebliche Datenflüsse auf der SFF zeigt die innerbetrieblichen Datenflüsse auf der SFF schematisch.



**Abbildung 27:** Innerbetriebliche Datenflüsse auf der SFF.

Auf Basis der im FMIS erfassten Betriebsdaten wurden 2019 die Deckungsbeiträge für die Kulturen Zuckerrüben, Mais, Weizen, Kunstwiese sowie für den Milchviehbereich auf der SFF berechnet. Aufgrund des hohen Detaillierungsgrad bei der Massnahmenerfassung auf der SFF inklusive der hinterlegten Kosten für Betriebsmittel, Maschinen und Arbeit ist es möglich, eine Berechnung der Deckungsbeiträge bis Stufe DB2 vorzunehmen (siehe Tabelle 9).

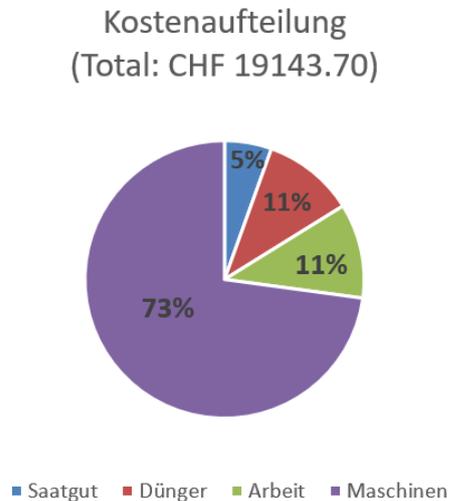
**Tabelle 9:** Erfassung der relevanten Parameter zur Rechnung der Prozesskosten und Deckungsbeiträge in der Aussenwirtschaft.

Posten	Parameter	Deckungsbeitrag
Leistungen total	Kulturerträge x Preise, Beiträge	
Direktkosten	Diesel, Saatgut, Dünger, PSM, Verpackung, Reinigung, Trocknung, Versicherung, weitere Direktkosten	Vergleichbarer Deckungsbeitrag (VDB) nach Berechnung Betriebszweigergebnisse
Maschinenkosten	Variable Kosten	DB1
Arbeitskosten	Arbeitsstunden x Stundenlohn, fixe Maschinenkosten	DB2

Derzeit ist es in der Schweiz üblich, die Deckungsbeiträge bis auf Stufe des von Agroscope jährlich publizierten vergleichbaren Deckungsbeitrag (VDB) zu rechnen (vgl. Schmid et al. 2017). Dieser umfasst jedoch lediglich die totalen Leistungen abzüglich der Direktkosten. Der erhöhte Detaillierungsgrad bis DB2 ermöglicht nun auch einen Vergleich der Produktionssysteme, da Maschinenkosten explizit berücksichtigt werden können (siehe Abbildung 28).

**Tabelle 10:** Deckungsbeitrag bis Stufe DB2 für die Kultur Winterweizen auf der SFF im Jahr 2019 (für die Berechnung wurden lediglich die Flächen Grund NFert, Herrenpünt NFert und Schürpünt berücksichtigt, da auf der Restfläche Grund Fusarien- und Sortenversuche durchgeführt wurden).

		SFF 2019	Referenz VDB 2017 <sup>1</sup>
Anbaufläche	ha	6.1999	3.88
Ertrag	dt/ha	51.10 (Minderertrag auf einer Parzelle)	53.1
Leistungen (exkl. DZ)	Fr./ha	2756.70	2673.00
Direktkosten	Fr./ha	1161.95	862.00
<b>Vergleichb. DB (VDB)</b>	<b>Fr./ha</b>	<b>1594.75</b>	<b>1811.00</b>
Maschinenkosten variabel	Fr./ha	746.40	-
<b>DB 1</b>	<b>Fr./ha</b>	<b>848.35</b>	-
Arbeitskosten + Maschinenkosten fix	Fr./ha	1843.30	-
<b>DB 2</b>	<b>Fr./ha</b>	<b>-994.95</b>	-
<b>Beiträge:</b>	<b>Fr./ha</b>		
Herbizidreduktion		250.00	
Versorgungssicherheit		900.00	
Offenes Ackerland		400.00	
<b>Total</b>		<b>1550.00</b>	
<b>DB 2 zzgl. Beiträge</b>	<b>Fr./ha</b>	<b>555.05</b>	



**Abbildung 28:** Aufteilung der Prozesskosten für die Winterweizen-Produktion

### 3.3 Arbeitswirtschaftlich und agronomisch - Datenorganisation

#### 3.3.1 Vereinfachte Organisation der (Geo-)Daten

Im arbeitswirtschaftlichen Bereich liegt das Ziel darin, möglichst effizient zu dokumentieren und Daten für Precision Farming-Anwendungen simpel zwischen FMIS und Traktor auszutauschen. Für die Dokumentation wird die NEXT Farming Mobile Job App verwendet, die direkt mit dem FMIS verbunden und bei jedem Mitarbeitenden auf dem Smartphone installiert ist. Die Traktoren, die für Precision Farming-Anwendungen genutzt werden (Fendt 516, Valtra N174, Valtra T174, MF5713S) verfügen über eine Serveranbindung zum FMIS. Dadurch können Daten wie Feldgrenzen, Spurlinien und Applikationskarten drahtlos zwischen Maschine und Software ausgetauscht werden. Das FMIS dient dabei als Masterdatensatz, in welchem stets die aktuellen Feldgrenzen und Spurlinien verfügbar sind und bei Bedarf an zusätzliche Traktoren übermittelt werden können (Abbildung 29).



**Abbildung 29:** Zentrale Verwaltung der Feldgrenzen und Spurlinien im FMIS

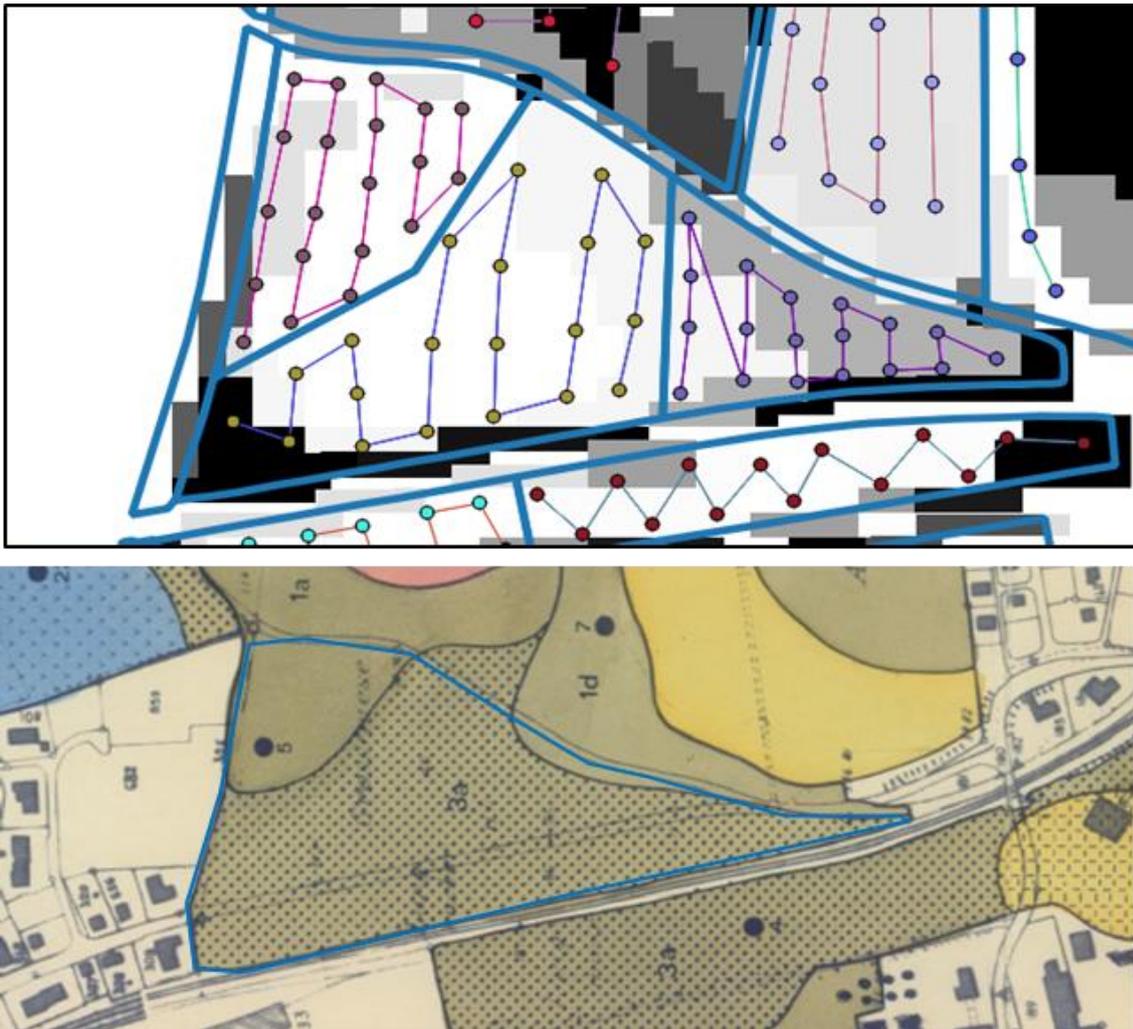
### 3.3.2 Erfüllung der ÖLN- und Labelaufzeichnungspflichten

Mit der digitalen Aufzeichnung soll der Dokumentationsaufwand verringert werden, in dem Eintragungen auch bereits via App auf dem Feld gemacht werden können. Nach Start der digitalen Aufzeichnungen Ende 2017 wurde im 2019 auf der SFF die erste ÖLN-Kontrolle durchgeführt. Die digitalen Erfassungen entsprachen dem verlangten Detaillierungsgrad und konnten dem Kontrolleur in ausgedruckter Form zur Durchsicht vorgelegt werden. Für PraktikerInnen, die in die digitale Aufzeichnung einsteigen möchten, gilt es zu beachten, dass sie stets auf ihre digital gespeicherten Daten zugreifen können sollten. Deshalb muss zwingend ein regelmässiges Datenbackup durchgeführt und eine Kopie der Daten als PDF auf dem Computer oder in ausgedruckter Form vorliegen, damit diese bei einem allfälligen technischen Problem am Kontrolltag dem Kontrolleur vorgelegt werden könnten.

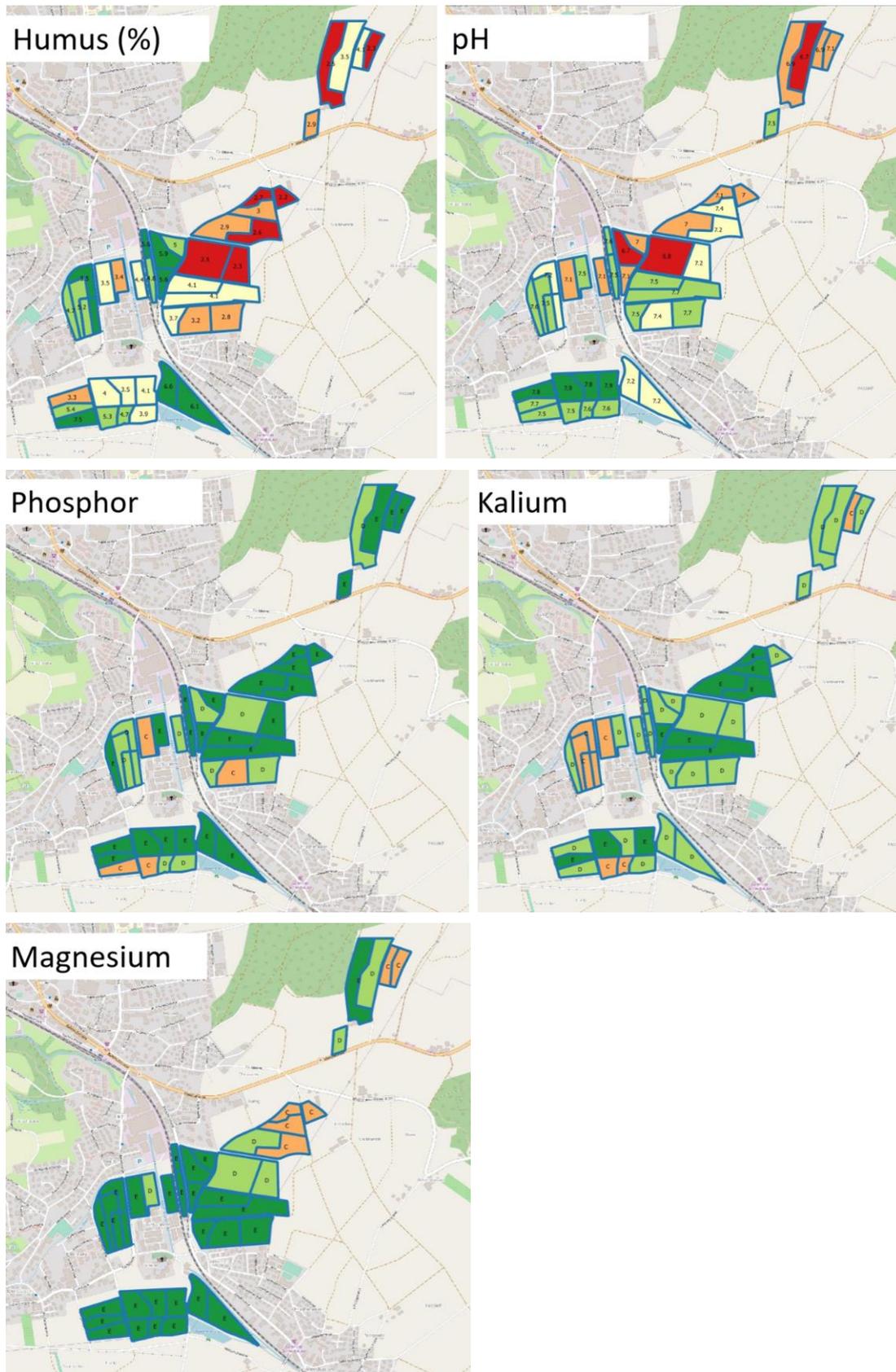
### 3.3.3 Bündelung der agronomischen Daten

Im Winter 2018/2019 wurde in Zusammenarbeit mit der Firma bodenproben.ch und dem Bodenlabor Arenenberg eine teilflächenspezifische Bodenbeprobung auf der SFF durchgeführt. Dazu wurden die Flächen aufgrund der historischen Bodenkarten (Agroscope Reckenholz 1977) und satellitenbasierten Bodenzonierungen (Datensatz von AgriCircle AG und Vista GmbH) in homogene Teilflächen unterteilt. In diese Teilflächen wurden dann die Ganglinien für die Bodenbeprobung gelegt. Die Daten wurden anschliessend digital als Shape-Files an bodenproben.ch übermittelt. Auf dem Beprobungsgerät wurden die Einstichpunkte eingelesen und automatisiert

angesteuert. Pro Teilfläche wurden 20 Proben gezogen und zu einer Mischprobe für die Analyse im Bodenlabor Arenenberg zusammengefügt. Abbildung 30 zeigt die Unterteilung der Fläche Grosswiese in Tänikon basierend auf der historischen Bodenkarte, der Bodenzone via Satellit und den Einschätzungen der langjährigen Betriebsmitarbeitenden. Die Ergebnisse der Beprobung sind in Abbildung 31 zusammengefasst.



**Abbildung 30:** Unterteilung der Fläche Grosswiese in drei Teilflächen inkl. Ganglinien für die Beprobung (Bild oben) und historische Bodenkarte von 1977 (Bild unten).



**Abbildung 31:** Ergebnisse der Bodenproben für die beprobten Teilflächen für Humus, pH, Phosphor, Kalium und Magnesium.

Die organische Bodensubstanz besteht aus pflanzlichem und tierischem Detritus in verschiedenen Stadien der Zersetzung und bietet zahlreiche Vorteile für die physikalischen und chemischen Eigenschaften des Bodens, so dass die Menge der organischen Bodensubstanz und die Bodenfruchtbarkeit signifikant korreliert sind. Die in Tabelle 11 beschriebenen Bereiche gelten für die Interpretation des Gehalts an organischer Substanz, der in den Bodenproben gefunden wurde.

**Tabelle 11:** Interpretation des Gehalts an organischer Substanz

Gehalt	< 2.0 %	2.0 - 3.0 %	3.0 - 4.0 %	> 4.0 %
Bewertung	Niedrig	Mittelmässig	Hoch	Sehr hoch

Die Ergebnisse zeigen, dass ein geringerer Gehalt an organischer Substanz auf leichten Böden mit einem höheren Gehalt an Sand in seiner Textur und auf Feldern mit langfristiger Ackernutzung gefunden wurde, auf denen eine intensive Bodenbearbeitung angewendet wurde, die einen schnelleren Abbau ermöglicht und dadurch den Gehalt an organischer Substanz im Boden verringert. Im Gegensatz dazu wurde ein hoher und sehr hoher Gehalt an organischer Substanz auf schweren Böden mit hohem Tongehalt und langfristiger Nutzung als Dauergrünland und Weideland festgestellt.

Der Boden-pH beschreibt den Säuregrad oder die Alkalinität in Böden und ist ein wichtiger Parameter für die Verfügbarkeit von Pflanzennährstoffen, indem er die chemischen Formen und Reaktionen verschiedener Nährstoffe beeinflusst. Der optimale pH-Bereich für die meisten Kulturen liegt zwischen 5,5 und 7,5. Eine Interpretation der Ergebnisse auf der Grundlage der in Tabelle 12 beschriebenen Bereiche zeigt, dass die meisten Flächen als alkalisch charakterisiert werden können, was auf den hohen Anteil an kalkarischer Braunerde als dominierende Bodenart zurückzuführen ist. Neutrale und leicht saure Böden wurden auf Flächen mit höherem Sandanteil in der Bodentextur und langfristiger intensiver Bodenbearbeitungspraxis gefunden.

**Tabelle 12:** Interpretation des Boden-pH-Wertes

Wert	<6.8	6.8 - 7.2	>7.2
Bewertung	Sauer	Neutral	Alkalisch

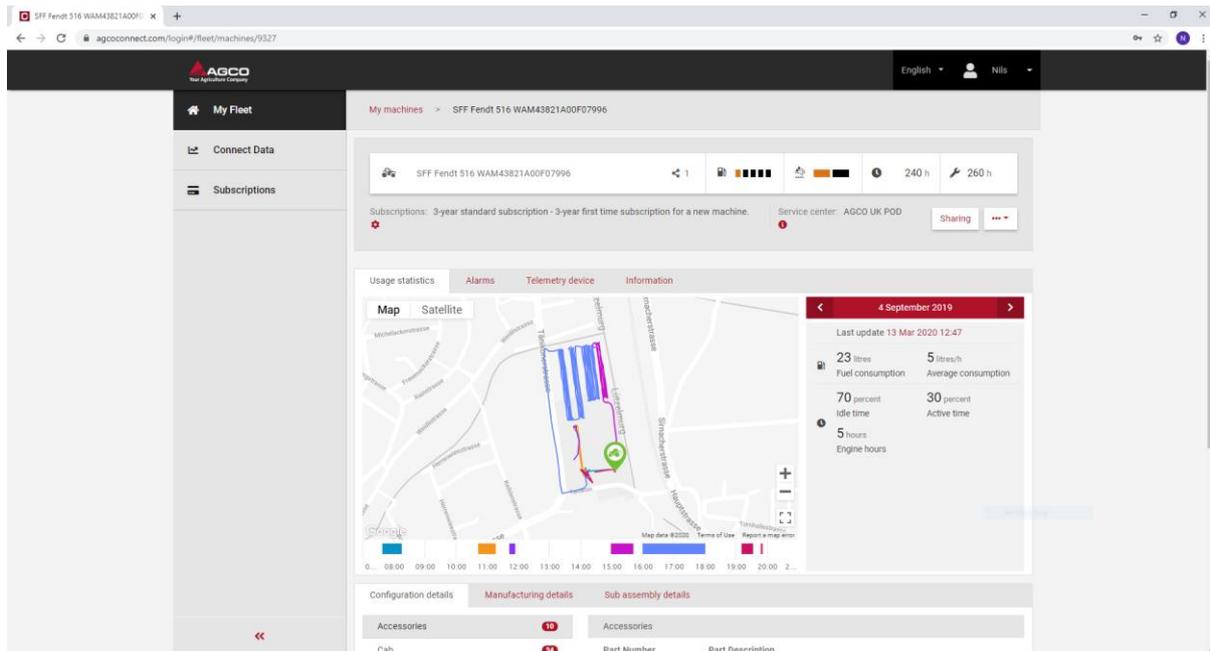
Betrachtet man den Gehalt an den pflanzenverfügbaren Nährstoffen Phosphor, Kalium und Magnesium, so zeigt eine Interpretation auf der Grundlage des Klassifikationsschemas in Tabelle 13, dass die meisten Böden mit diesen Nährstoffen angereichert sind, aufgrund der langfristigen Ausbringung von Rinder- und Schweinegülle aus der Tierhaltung des Betriebs und von Standorten mit Düngungsversuchen in der Vergangenheit. Nur ein kleiner Teil der landwirtschaftlichen Nutzfläche weist niedrigere, ausreichende Nährstoffgehalte auf, vor allem auf Schlägen mit intensiver Ackernutzung und regelmässigem Nährstoffentzug durch das Erntegut.

**Tabelle 13:** Gehaltsklassen für die pflanzenverfügbaren Nährstoffe Phosphor, Kalium und Magnesium

Klassifikation	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>
Gehalt	arm	mässig	genügend	Vorrat	angereichert

### 3.4 Telemetrie-Systeme

Die SFF-Maschinenflotte ist mit Telemetrieinheiten ausgestattet und mit AGCO Connect verbunden. Dies ermöglicht eine permanente Fernlokalisierung, Leistungsüberwachung und Anzeige des Wartungsstatus für alle angeschlossenen Maschinen (Abbildung 32).



**Abbildung 32:** AGCO Connect-Benutzeroberfläche mit Maschinenlokalisierung und Leistungsüberwachung.

#### Wissenstransfer

Die Grundlagen des Datenmanagements und praktische Anwendungsbeispiele wurden ganzjährig im Rahmen des regulären Besucherprogramms und anlässlich der Swiss Future Farmtage im September 2019 der Öffentlichkeit präsentiert.

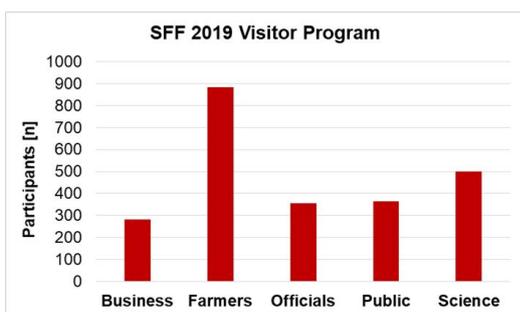
#### Beteiligte

Für das Datenmanagement auf der SFF ist das Operating Team zuständig. Die teilflächenspezifische Bodenbeprobung wurde in Zusammenarbeit mit der Firma bodenproben.ch und dem Bodenzentrum des BBZ Arenenberg durchgeführt.

# 4. Öffentlichkeitsarbeit

## 4.1 Besucherprogramm

Auch im Betriebsjahr 2019 wurde der Öffentlichkeitsarbeit auf der Swiss Future Farm eine grosse Bedeutung zugeschrieben und das Operating Team bot zahlreichen Gruppen aus der praktischen Landwirtschaft, Politik, Wirtschaft, Bildung, Beratung und der Presse Einblick in die Smart Farming Aktivitäten auf der SFF. So konnten 2019 im Rahmen von rund 100 Veranstaltungen insgesamt 3180 Gäste auf der Swiss Future Farm begrüsst werden, von denen 2384 Teilnehmer des öffentlichen Besucherprogramms waren. Eine erfreuliche Resonanz ist hierbei, dass praktische Landwirte mit rund 900 Personen den grössten Anteil unter den Besuchern darstellten. Zudem wurde die Swiss Future Farm von insgesamt 796 Teilnehmer von Aus- und Weiterbildungsprogrammen besucht, wo hierbei Lernende des BBZ Arenenberg mit rund 300 Personen die grösste Teilnehmergruppe darstellten. Das Interesse der Besucher und Schulungsteilnehmer unterstreicht wiederholt die Erfordernis und den Stellenwert von Schulungsmöglichkeiten im Bereich moderner Landwirtschaftstechnologien. Als weiterer Bestandteil des Wissenstransfers der Swiss Future Farm konnten insgesamt rund 100 Publikationen als Beiträge in der landwirtschaftlichen und allgemeinen Presse der Öffentlichkeit zur Verfügung gestellt werden.



**Abbildung 33:** Impressionen aus dem Besucherprogramm der Swiss Future Farm.

## 4.2 Ausstellung Erneuerbare Energien und Elektromobilität

Am 21. März 2019 wurde die Ausstellung zu erneuerbaren Energien und Elektromobilität in der Landwirtschaft in der Innovationsschür auf der Swiss Future Farm eingeweiht. Der Regierungsrat des Kantons Thurgau nutzte die Gelegenheit im Rahmen der IBK-Tagung, das im Frühjahr 19 vom Kantonsrat verabschiedete Energieförderungsprogramm und die Förderung zur Elektromobilität vorzustellen. Über das Jahr gesellten sich immer neue Innovationen und interessierte Kreise zur Ausstellung dazu. Nebst der Elektromobilität stellte der Traktorenhersteller Valtra den biomethangasbetriebenen Traktor der Forschungsanstalt Weihenstephan in Freising bei München für die Ausstellung zur Verfügung. In diesem Zusammenhang war auch Markus Zeifang vom Forschungskompetenzzentrum SCCER BIOSWEET, das 13 Schweizer Hochschulinstitute verbindet und vom Bund getragen wird, als Aussteller vor Ort. Zeifang präsentierte zusammen mit der Firma Apex eine Biomethan-Tankstelle für den Bauernhof. Das SCCER BIOSWEET sieht auf dem vielseitigen Betrieb Tänikon grosse Chancen, um mit Biogas sowohl Strom und Heizwärme aber auch Biomethan Treibstoff zu erzeugen.



**Abbildung 34:** Mit der Energieausstellung konnte ein breites Publikum angesprochen werden.

Die Organisationen MBRsolar AG und die Energiefachorganisation des Landverbands St. Gallen nutzten die Ausstellung um ihre Aktivitäten im Bereich der erneuerbaren Energie zu präsentieren. Dazu gehört aus erster Hand zu den Potentialen der Energieeinsparung, Biogasproduktion, sowie der Wind- und Solarenergie zu informieren. Auch das BBZ Arenenberg wird per 2020 seine Energieberatung neu formieren und vermehrt ausbauen. Die Aadorfer Heizungsfirma Heim stellt die heimische Produktion von Strom und Wärme-Energie mit einem Blockheizkraftwerk vor. Als Energielieferant für das Blockheizkraftwerk dienen regionale Holzschnitzel.

### **Massive Energieeinsparungen möglich**

Einen grossen Stellenwert bei der Tänikoner Energieausstellung wird der Einsparung von Energie eingeräumt: So wurde anhand von Ausstellungsexponaten vorgerechnet, wie beispielweise mit neuen Ferkelnest-Boxen der Strombedarf gegenüber der herkömmlichen Wärmelampe um die Hälfte reduziert werden kann. Ein klares Zeichen dafür, dass sich ein Energiecheck auf dem Haus oder Betrieb lohnt. Ergänzend dazu passen auch die Kombisysteme von vertikalen Klein und Schwachwind-Anlagen sowie Solaranlagen mit Speichermöglichkeiten, wie sie von der Firma Newgreentec ausgestellt wurden. Diese Anlagen sichern vor allem bei abgelegenen Gebäuden eine autarke Stromproduktion. Von den Aktivitäten der Organisation Schaffhauser Landenergie berichtete Hanspeter Neukomm vor seiner selbstgebauten Kleinbiogasanlage. Neukomm baute schon vor 40 Jahren auf seinem Hof eine Biogasanlage und gilt als Pionier.

### **Landtechnik setzt auf verschiedene Energiequellen**

Auf einem Landwirtschaftsbetrieb stehen zahlreiche Maschinen, die es anzutreiben gilt. Auch hier zeigte die Ausstellung verschiedene Lösungsansätze. Kleine Geräte wie ein Hoflader oder eine Obstbauhebebühne funktionieren perfekt mit E-Mobilität. Bei einem Traktor, der einen Pflug durch den Acker zieht, sieht es schon anders aus. Hier sind alternative Energiequellen wie zum Beispiel Methangas gefragt. Der Mist einer Milchkuh liefert pro Jahr 919 Kubikmeter Methan, damit kann beispielsweise ein 80 PS starker Traktor etwa 130 Stunden pro Jahr angetrieben werden. Auf der Swiss Future Farm steht bereits ein elektrisch angetriebener Hoflader und ein kleines elektrisches Transportfahrzeug im Einsatz.



**Abbildung 35:** Christian Eggenberger (rechts) begrüsst die Baufachleute der Agridea-Baufachtagung in der Innovationsschüür in Tänikon.

### 4.3 Swiss Future Farmtage 2019

An den 1. Swiss Future Farmtagen vom 20. bis 21. September 2019 auf der Swiss Future Farm in Tänikon drehte sich alles rund um die nachhaltige Landwirtschaft. An verschiedenen Praxisstationen und in der Innovationsschüür wurde zu den Themen mechanische Unkrautbekämpfung mit Striegel und kameragesteuerter Hacke, Stoppelbearbeitung bei Raps, Controlled Traffic Farming, zur teilflächenspezifischen Stickstoffdüngung und zur erneuerbaren Energieproduktion und Elektromobilität informiert.

Für die Farmtage wurde nach der Getreideernte eine Demofläche mit Zuckerrüben angelegt und verschiedene mechanische Unkrautbekämpfungsstrategien direkt im Feld vorgeführt. Unter dem Motto «Nach der Ernte ist vor der Ernte» stand bei einer weiteren Praxisstation ein abgeerntetes Rapsfeld, auf dem verschiedene Strategien und Verfahren zur Stoppelbearbeitung demonstriert wurden.

Eine wichtige Ressource im Ackerbau ist der Boden. Um diesen schonend zu bearbeiten macht es Sinn, vor allem bei Grossmaschinen, immer dieselben Fahrspuren zu benutzen. An den Farmtagen wurde deshalb unter Leitung von Agroscope an einer Praxisstation das Konzept von Controlled Traffic Farming vorgestellt. Die SFF legt ab Saison 2020 ein CTF-Testfeld an.

## Innovation und Austausch

Trotz des schönen Erntewetters waren auch die Ausstellungen in der Smart Farming Technikhalle sowie der Innovationsschür erfreulich gut besucht. In die erste lockte der Landwirtschaftssimulator, für welchen seit Herbst 2019 eine Swiss Future Farm-Oberfläche frei zum Download zur Verfügung steht. Des Weiteren waren mit den Firmen bodenproben.ch, Remote Vision, Barto, ADA-EDA, Farmfacts und Pessl Instruments interessante Anbieter aus dem Drohnen-, Software- und Sensorikbereich vor Ort. In der Innovationsschür standen zahlreiche Exponate zum Thema Elektromobilität und erneuerbare Energien in der Landwirtschaft. Ebenfalls fand in diesen Räumlichkeiten die Internationale Strohballenarena statt. Dabei wurden zu den Themen Landwirtschaft, Roboter und Konsumenten mit Produzenten, Konsumenten und Vermarktern aufschlussreiche Diskussionen geführt und wirkungsvolle Schlussfolgerungen gezogen.

Das vergangene Jahr hat gezeigt, dass sich die Swiss Future Farm auch als Veranstaltungsort etabliert hat. Die SFF Farmtage haben wiederum bewiesen, dass sich die Bevölkerung für das Thema digitale Landwirtschaft interessiert und es eine gute Austauschplattform braucht.



**Abbildung 36:** Impressionen von den Swiss Future Farm Days 2019.

## 4.4 Externe Vorträge durch Vertreter der Swiss Future Farm

Auch 2019 war die Swiss Future Farm eine begehrte Referentin zu Themen rund um Smart Farming Technologien und Nachhaltigkeit in der Landwirtschaft. Bei Events im In- und Ausland konnten Inputs aus dem Tagesgeschäft und weiterführende Erfahrungen ausgetauscht werden. Nachfolgend ist eine Zusammenstellung der externen Auftritte zusammengefasst:

### **12.02.2019 - Internationaler Mais- und Informationsring (IMIR Tagung) in Aesch (CH)**

An der international besuchten Mitgliederversammlung referierte Florian Abt zum Thema digitale Technologien, u. a. im Maisanbau.

### **12.03.2019 – Agridea-Tagung der Betriebsgemeinschaften in Tänikon (CH)**

Die Tagung der Betriebsgemeinschaften fand 2019 auf der Swiss Future Farm in Tänikon statt. Nebst einer Betriebsbesichtigung stellte Florian Abt die Chancen der Digitalisierung für Betriebsgemeinschaften vor. Josias Meili vom Strickhof referierte seinerseits über die Gefahren. Im Anschluss wurden in einem gemeinsamen Workshop ein Konzeptentwurf für die Nutzung digitaler Technologien erstellt.

### **29.03.2019 - Österreichischer Innovationstag der Landwirtschaft in Althofen (AT)**

Am 29.03.2019 lud das Land Kärnten, zusammen mit dem LFI Österreich, der landwirtschaftlichen Fachschule Althofen und der Landwirtschaftskammer Kärnten zum Innovationstag Landwirtschaft 4.0 nach Althofen. Vor einer grossen Zahl von Praktikern, Verbandspersonen und Politikern stellte Florian Abt in einem Inputreferat die Swiss Future Farm und die Chancen von Smart Farming Technologien vor.



**Abbildung 37:** Florian Abt während des Inputreferats in Althofen (AT)

### **21.05.2019 - Nefertiti – European DemoFarm Network in Brüssel (BE)**

Am 21. Mai 2019 war Nils Zehner mit einem Inputreferat bei der Jahreskonferenz des europäischen Netzwerks für Demonstrationsbetriebe in Brüssel zu Gast und stellte die Arbeiten und Herausforderungen auf der Swiss Future Farm vor. Bei der anschliessenden Paneldiskussion vertrat Nils Zehner die Sicht der kleinstrukturierten Schweizer Landwirtschaft und eines auf Demonstrationsbetrieben engagierten Landmaschinenherstellers.



**Abbildung 38:** Nils Zehner (2. v.l.) während der Paneldiskussion in Brüssel.

### **27.07.2019 - FarmingSimulator Farmcon 19 in Harsewinkel (DE)**

Vom 27. bis 28.07.2019 fand in Harsewinkel bei der Firma Claas die Präsentation des neuen Landwirtschafts Simulator LS19 statt. Im Rahmen der Veranstaltung wurde der Gewinner des Modding Contests gekürt, welcher eine Kartenoberfläche für die Swiss Future Farm programmiert hat. Nils Zehner hat die Preisverleihung moderiert und die Swiss Future Farm in einer Präsentation vor vollen Rängen vorgestellt.



**Abbildung 39:** Nils Zehner bei der Siegerehrung des Mod-Contests an der Farmcon 19.

### **08.10.2019 - Agrarökonomietagung Agroscope in Tänikon (CH)**

Die 42. Agrarökonomietagung bei Agroscope in Tänikon drehte sich um das Thema „Wirtschaften im Spannungsfeld zwischen Markt und Politik“. Florian Abt legte in einem Referat die Möglichkeiten des digitalen Datenmanagements zur wirtschaftlichen Betriebsführung dar.

### **22.10.2019 - Jahresversammlung Charta-Gemeinschaft Digitalisierung der Land- und Ernährungswirtschaft in Zollikofen (CH)**

Ende Oktober traf sich die Charta-Gemeinschaft Digitalisierung der Land- und Ernährungswirtschaft zur Jahresversammlung in Zollikofen. Vor den Vertretern der Branche inklusive Politik und unter Anwesenheit von Bundesrat Guy Parmelin zeigte Florian Abt den Stand und derzeitige Hemmnisse in der landwirtschaftlichen Datenvernetzung auf.



**Abbildung 40:** Florian Abt (2. v.l.) bei der von Adrian Krebs (Chefredaktor der Bauernzeitung) moderierten Podiumsdiskussion mit Vertretern des BLW, der Identitas und Datenschutzbeauftragten des Kt. Bern zur Vernetzung von landwirtschaftlichen Daten.

## **4.5 Engagement im Projekt PFLOPF**

Zwischen 2019 – 2026 läuft in den Kantonen Aargau, Thurgau und Zürich das Projekt „Optimierung und Reduktion des Pflanzenschutzmitteleinsatzes mit Precision-Farming-Technologien“ – kurzgenannt PFLOPF: Pflanzenschutzoptimierung mit Precision Farming. Im Projekt sollen mit technologiebasierten Massnahmen PSM-Einsparungen von mindestens 25 Prozent erreicht werden. Die Swiss Future Farm liefert im Projekt Fachsupport zur Beschaffung und zum Einsatz der Technologien. Christian

Eggenberger, Mitglied des Operating Teams der Swiss Future Farm ist strategischer Projektleiter im PFLOPF.

#### **4.6 Engagement im Projekt Fachmedium digitale Technologien in der Landwirtschaft (DiTeLa)**

Die Swiss Future Farm ist Teil der Projektgruppe zur Erarbeitung eines Fachmediums für digitale Technologien in der Landwirtschaft in der Schweiz. Das Fachmedium wird gemeinsam mit ExpertInnen erarbeitet und von der edition-Imz herausgegeben sowie vertrieben. Das Fachmedium soll im Bereich der Ausbildung auf Tertiärstufe, in der Beratung, der Betriebsleiterschule und zum Selbststudium eingesetzt werden.

#### **4.7 Farming Simulator Integration**

Der Landwirtschaftssimulator ist ein international anerkanntes Computerspiel zur Simulation von Maschinenbetrieb und Betriebsführung (<https://www.farming-simulator.com>). Für die aktuelle Version Farming Simulator 19 und anlässlich des diesjährigen Farming Simulator Mod-Wettbewerbs wurde der Swiss Future Farm Special Award als Kategorie implementiert, der auf der FarmCon19 Gaming Convention verliehen wurde. Das Referenzmaterial für die Erstellung der Swiss Future Farm Karte (Bilder, Drohnenvideos, Feldgrenzen, topographisches Landschaftsmodell) wurde auf der Basis der Smart Farming Aktivitäten des SFF Operating Teams zur Verfügung gestellt. Als Ergebnis steht die Swiss Future Farm als Farming Simulator Spielumgebung zum Download zur Verfügung: [https://www.farming-simulator.com/mod.php?mod\\_id=135531](https://www.farming-simulator.com/mod.php?mod_id=135531).



**Abbildung 41:** Impressionen der Swiss Future Farm Map für Farming Simulator 19.

# 5. Schulungen und Weiterbildung

## 5.1 GVS Agrar Academy

Die GVS Agrar AG gründete am 27. Juni 2019 die Agrar Academy als eine Weiterbildungsplattform für die Mitarbeiter, Vertriebspartner und Kunden der GVS Agrar Gruppe. Die technischen Fortschritte in der Landtechnik benötigen auf allen Stufen eine konsequente und praxisorientierte Weiterbildungsmöglichkeit. Hier auf der Swiss Future Farm bietet sich eine einzigartige Möglichkeit, die Landwirtschaft 4.0 in Theorie und Praxis zu erlernen und erleben. Das theoretische Wissen kann aufgrund der modernsten Infrastruktur direkt auch in der Praxis angewendet werden. Die Kunden der GVS Agrar AG erwarten von den Verkaufsberatern vertiefte Kenntnisse in den Bereichen Smart Farming. Es sind bereits verschiedene Schulungen für alle von GVS Agrar vertriebenen Marken für die Saison 2020 geplant. Die Schulungen sind modular aufgebaut und enthalten theoretische Elemente sowie auch die praktische Anwendung, damit Verkaufsberater und Kundendiensttechniker die Erwartungen der Kunden erfüllen können.



**Abbildung 42:** Gründung der GVS Agrar Academy auf der Swiss Future Farm am 27.06.2019.

Darüber hinaus nutzt die GVS Agrar AG den Standort der Swiss Future Farm für Händlertagungen und Maschinenpräsentationen. Im Jahr 2019 waren alle AGCO-Marken mit verschiedensten Events auf der SFF vertreten. Das Fendt-Vertriebsteam führte eine Händerschulung für das Schweizerische Händlernetzwerk durch. Die Valtra Demotour, welche an den verschiedensten Stellen in der Schweiz zu Gast war, hat ebenfalls auf der Swiss Future Farm einen Zwischenstopp eingelegt und die

Produktepalette von Valtra gezeigt. Im August dominierten die Massey Ferguson Heuerntemaschinen im Rahmen einer Weiterbildung des Schweizerischen Massey Ferguson Händlernetzwerks das Betriebsareal (Abbildung 43).



**Abbildung 43:** Impressionen von Events der GVS Agrar auf der Swiss Future Farm 2019.

## 5.2 Unterricht BBZ Arenenberg

Auch im Jahr 2019 wurde auf der SFF ein Teil des Wahlfachs Landtechnik und Energie in der Grundbildung sowie des Moduls Landtechnik der Betriebsleiterschule durchgeführt. Die Lernenden und angehenden Betriebsleiter besuchten die SFF im Januar und März für einen jeweils halbtägigen Unterricht zum Thema Smart Farming. Dabei wurde auf die Themen Grundlagen der Satellitennavigation, die Anwendung

von Lenksystemen, die Nutzung von ISOBUS, der Einbezug von Sensorik im Herdenmanagement sowie die Nutzung von Agrarsoftware eingegangen.



**Abbildung 44:** Lernende des BBZ Arenenberg an Praxisstationen auf der SFF.

## 6. Ausblick

Für die Saison 2020 liegt ein Hauptschwerpunkt der Versuche auf mechanischen Unkrautbekämpfungsstrategien. Darüber hinaus wird der Einfluss verschiedener Einstellungen von Schardruck, Ablagetiefe und Flüssigdünger als Startergabe auf die Jugendentwicklung und Ertrag bei Zuckerrüben untersucht. In einem Winterweizenversuch wird die Auswirkung einer teilflächenspezifischen Stickstoffdüngung auf der Grundlage von Luftbildern auf den Ertrag mit Hilfe eines wissenschaftlichen Studiendesigns untersucht.

Für Informationen über bevorstehende Veranstaltungen besuchen Sie bitte unsere Website [www.swissfuturefarm.ch](http://www.swissfuturefarm.ch).

# Verdankungen

Das Operating Team der Swiss Future Farm bedankt sich für die tatkräftige Unterstützung im Erntejahr 2019. Ein besonderer Dank gilt:

- SFF Senior Sponsors
- SFF Steering Team
- GVS Service Teams Schaffhausen und Balterswil
- GVS Marketing Team
- BBZ Team Ackerbau-Beratung
- BBZ Team Regionale Entwicklung
- BBZ Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des Versuchsbetriebs Tänikon
- AGCO Fuse EME Team
- AGCO Agronomy and Farm Solutions Team
- Precision Planting, Tremont, IL, USA
- Agroscope Team Tänikon
- Ariane Reist (Hochschulpraktikantin von Sep. – Dez. 19)
- Michael Huber (Hochschulpraktikant von April – Juli 19)

und allen Besuchern und Freunden der Swiss Future Farm!

# Links

Homepages:

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

<https://www.agcocorp.com>

<https://arenenberg.tg.ch>

<http://www.gvs-agrar.ch>

<https://www.fusesmartfarming.com/de>

<http://www.agrar-landtechnik.ch>

<https://www.precisionplanting.com>

<https://eu.precisionplanting.com>

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

<https://www.meteoschweiz.admin.ch/home/messwerte.html?param=messnetz-automatisch&station=TAE>

Social Media:

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

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

[https://www.youtube.com/channel/UCzsEm9mMLs0X\\_IT3ModCJXQ](https://www.youtube.com/channel/UCzsEm9mMLs0X_IT3ModCJXQ)

Swiss Future Farm Video-Chronologie 2019:

<https://www.youtube.com/watch?v=eSimgzyRTpw>

<https://www.youtube.com/watch?v=ulDthqDAuys&t=17s>

[https://www.youtube.com/watch?v=\\_4Ts89CJtI4&t=130s](https://www.youtube.com/watch?v=_4Ts89CJtI4&t=130s)

[https://www.youtube.com/watch?v=wgb\\_KJALYA8&t=29s](https://www.youtube.com/watch?v=wgb_KJALYA8&t=29s)

<https://www.youtube.com/watch?v=YOYg1YJSfIM>

<https://www.youtube.com/watch?v=YO0VnLdC6vw>

FarmingSimulator Swiss Future Farm map:

[https://www.farming-simulator.com/mod.php?mod\\_id=135531](https://www.farming-simulator.com/mod.php?mod_id=135531)

# Impressum

## Autoren:

Dr. Nils Zehner, Florian Abt, Marco Meier, Nicolas Helmstetter

Swiss Future Farm

Tänikon 1

CH-8356 Ettenhausen

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

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

## Operating Team:

Dr. Nils Zehner (AGCO), Florian Abt (BBZ Arenenberg), Christian Eggenberger (BBZ Arenenberg), Marco Landis (GVS Agrar, bis 10/2019), Marco Meier (GVS Agrar, seit 11/2019), Raphael Bernet (BBZ Arenenberg)

## Steering Team:

Dr. Bernhard Schmitz (AGCO), Martin Huber (BBZ Arenenberg), Markus Angst (GVS Agrar), Nicolas Helmstetter (GVS Agrar), Bernhard Müller (BBZ Arenenberg)

## Executive Board:

Steve Clarke (AGCO), Ueli Bleiker (Kanton Thurgau), Ugo Tosoni (GVS Gruppe)