

Ressourcenschonende Massnahmen im Ackerbau zur Förderung der Biodiversität

Ein Ressourcenschutzprojekt nach Art. 77a und 77b LwG

Judith Zellweger
Bernhard Streit
David Kilchenmann
Corinne Zurbrügg
Sina Blösch
Eva Knop



Kurzversion
Schlussbericht 2023

Impressum

Ressourcenschonende Massnahmen im Ackerbau zur Förderung der Biodiversität

Kurzversion Schlussbericht 2023

Autoren

Judith Zellweger-Fischer, David Kilchenmann, Corinne Zurbrügg, Eva Knop, Sina Blösch (ehem. Siedler), Bernhard Streit

Mitarbeit

Martin Spiess, Hubert Schürmann

Fotos (Titelseite)

Markus Jenny

Kontakt

Judith Zellweger-Fischer, Schweizerische Vogelwarte, Seerose 1, 6204 Sempach

Tel.: 041 462 97 43 (direkt), judith.zellweger@vogelwarte.ch

Dr. Bernhard Streit, Hochschule für Agrar-, Forst- und Lebensmittelwissenschaften HAFL, 3052 Zollikofen

Tel.: 031 910 22 33 (direkt), bernhard.streit@bfh.ch

© 2023, Schweizerische Vogelwarte Sempach und HAFL Zollikofen

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	3
1. Methoden und Zielsetzungen	4
1.1 Agronomische Untersuchungen	4
1.2 Ökologische Untersuchungen	5
1.3 Akzeptanzanalyse	6
2. Übersicht zum Stand der Umsetzung der Massnahmen über die gesamte Projektlaufzeit	7
2.1 Tabellarische Übersicht zum Stand der Umsetzung	7
3. Umgesetzte Massnahmen im Bereich der Beratung	8
4. Umgesetzte Massnahmen im Bereich Information und Kommunikation	8
5. Resultate des Wirkungsmonitorings und der wissenschaftlichen Begleitung	9
5.1 Agronomische Wirkungskontrolle	9
5.2 Ökologische Wirkungskontrolle	13
<i>Feldlerche</i>	13
<i>Feldhase</i>	15
<i>Funktionelle Biodiversität (Arthropoden)</i>	16
5.3 Akzeptanzanalyse	19
6. Beurteilung Umsetzungsstand	21
6.1 Weitsaat im Winterweizen	21
6.2 Mais mit Untersaat	22
7. Fazit über das gesamte Projekt	23
8. Projektleitung	25
9. Literaturverzeichnis	26
Anhang: Datenübersicht	29

Zusammenfassung

Im intensiv genutzten Ackerland liegt die heutige landwirtschaftliche Nutzung vielerorts über der ökologischen Tragfähigkeit der Ökosysteme. Der Schutz der natürlichen Ressourcen ist jedoch von zentraler Bedeutung. Die Forschung steht gemeinsam mit der landwirtschaftlichen Praxis vor der grossen Herausforderung, innovative Produktionssysteme zu entwickeln, welche genügend hohe Erträge sichern, keine Schädigung der natürlichen Ressourcen zur Folge haben, die Ökosystemdienstleistungen verbessern und es typischen Arten des Kulturlands ermöglichen, sich auch auf Produktionsflächen wieder erfolgreich fortzupflanzen (Phalan et al. 2011). Ziel dieses Projekts war es deshalb, in den Hauptanbaukulturen Weizen und Mais erfolgsversprechende, ressourcenschonende und gleichzeitig biodiversitätsfördernde Produktionsmassnahmen grossflächig umzusetzen und ihre agronomischen und ökologischen Wirkungen zu untersuchen. Die Massnahmen sollen unter Nutzung der neuesten Maschinenteknologie zu einer ökologischen Optimierung des Ackerbaus beitragen.

Die Massnahme «Weitsaat im Winterweizen» hatte zum Ziel, die Vegetationsstruktur zu öffnen und dadurch die funktionelle Biodiversität und Bodenbrüter zu fördern. Gleichzeitig sollte die Projekt-Weitsaat Ertrag und Qualität des Weizens nicht mindern. Während des Projektes wurde auf gesamthaft 15 Betrieben 326 ha Weitsaat angebaut. Mit der Massnahme «Mais mit Untersaat» wurde beabsichtigt, zwischen den Maisreihen Vegetation zu schaffen, um Erosion zu mindern und gleichzeitig die Fortpflanzungsbedingungen von Feldlerchen und Arthropoden zu verbessern. Die Massnahme wurde von total 13 Betrieben auf 56 ha umgesetzt.

Die ökologische Wirkungskontrolle der «Weitsaat im Winterweizen» zeigte positive Effekte auf die funktionelle Biodiversität. Die Aktivitätsdichte der Arthropoden, die Spinnendiversität und die Abundanz grosser Laufkäfer war in den weiten Reihen höher als in den Kontrollbereichen (Abb. 13). Fressleistungsexperimente ergaben eine höhere Fressleistung durch räuberische und samenfressende Laufkäfer in den Weitsaatbereichen (Abb.14). Feldlerchen legten ihre Nester bevorzugt in den weiten Reihen an – und zwar insbesondere in den breiteren weitgesäten Bereichen von mind. 37 cm Reihenabstand. Nebst diesen ökologischen Parametern wurden auch die agronomischen und betriebswirtschaftlichen Auswirkungen (Erträge, Verunkrautung, Arbeitsaufwand, etc.) der Massnahmen evaluiert. Im Weizen bewegen sich die Erträge der Weitsaat im Rahmen üblicher, jährlicher Schwankungen. Mykotoxinwerte wichen nicht von konventionell bewirtschafteten Kontrollfeldern ab (Abb.5). Somit ergeben sich aus diesem Weitsaatmuster Vorteile für die funktionelle Biodiversität und die Feldlerche, bei minimalen Ertrags-einbussen. Das Risiko einer starken Spätverunkrautung ist allerdings hoch. Dies verursacht Folgekosten für zusätzliche Unkrautbekämpfungsmassnahmen nach der Standdauer der Kultur. Für eine umfassende Förderung der Biodiversität und insbesondere der UZL-Arten empfehlen wir aber eine deutliche Extensivierung der Weitsaat. Die Weiterführung dieser Massnahme auf nationaler Ebene ist gegeben durch die Einführung des BFF-Typs «Getreide in weiter Reihe».

Für die Massnahme «Mais mit Untersaat» wurden Anbauvarianten und Empfehlungen in einem Praxis-transfer festgehalten. Erste Sichtungen der Daten deuten auch für diese Massnahme auf eine erhöhte funktionelle Biodiversität hin. Die Umsetzung dieser Massnahme erwies sich als sehr anspruchsvoll und wurde zu einer streifigen Untersaat angepasst aufgrund starker Verunkrautung oder zu dominant wachsender Untersaat. Der Ertragsverlust bei dieser Massnahme betrug durchschnittlich rund 10 Prozent (Abb. 7). «Mais mit Untersaat» bedingt eine vertiefte anbautechnische Beratung, viel Erfahrung sowie eine genaue Beobachtung der Kulturentwicklung. Bei früher Etablierung der Untersaat sind nach aktuellem Kenntnisstand deutliche Ertragseinbussen nicht zu vermeiden.

1. Methoden und Zielsetzungen

Die Methoden zur agronomischen und ökologischen Wirkungskontrolle sind im Zwischenbericht 2020 ausführlich beschrieben. Eine Übersicht zu den erhobenen Daten ist im Anhang (Tab. A1) aufgeführt.

1.1 Agronomische Untersuchungen

Weitsaat im Winterweizen: In den ersten zwei Projektjahren wurden verschiedene Weitsaatmuster auf den Fokusbetrieben Bellechasse und Witzwil erprobt. Da die beiden Betriebe unterschiedliche Sämaschinen verwendeten, ergaben sich leicht unterschiedliche Reihenabstände. Für beide Fokusbetriebe konnte aber ein gut umsetzbares, vergleichbares Saatmuster entwickelt werden: Pro 4 m Arbeitsbreite wird ein Muster mit einer Landebahn (mind. 37 cm breit) und mindestens zwei in der Nähe – idealerweise 50 cm von der Landebahn entfernt – platzierten Nistbahnen (mind. 30 cm breit) gesät (Abb. 1). Je nach Sämaschinentyp waren die Landebahnen 37–50 cm und die Nistbahnen 30–37 cm breit. Dieses Prinzip wurde auch auf den Satellitenbetrieben umgesetzt. Auf den Fokusbetrieben wurde die Saatgutmenge nicht reduziert. Herbizid- und Düngereinsatz erfolgten betriebsüblich und gemäss den geltenden ÖLN-Richtlinien. Auf der Mehrheit der Satellitenbetriebe wurde der Weizen nach Extensio-Anforderungen angebaut (Unkrautbekämpfung mit einmalig Herbizid oder bei Biobetrieben mit Striegel). Erhoben wurden Ertragsparameter, Verunkrautung und – sofern wetterbedingt ein Risiko für Infektionen bestand – Produktequalität (Mykotoxine).

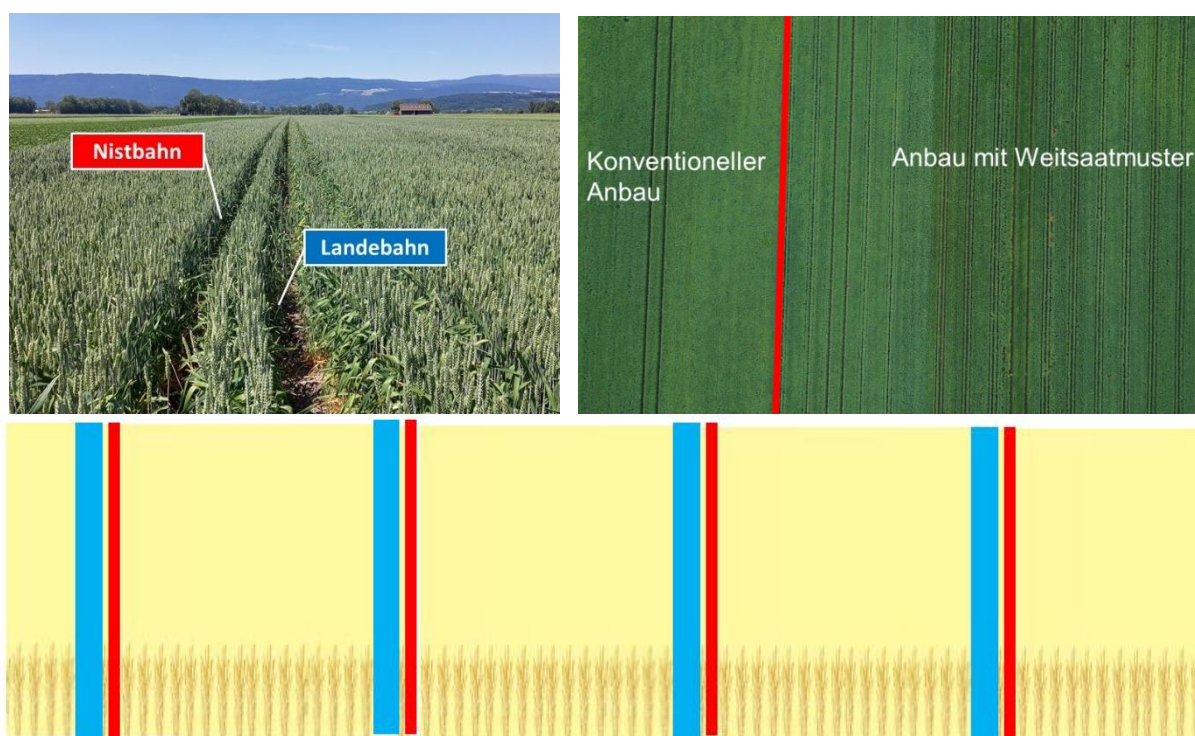


Abb. 1. Oben links: Winterweizen mit weit gesätem Bereich in Witzwil. Rechts: Luftbild mit Weitsaat in der oberen rechten Bildhälfte. Sichtbar sind die etwas breiteren Landebahnen mit jeweils einer Nistbahn links und einer rechts der Landebahnen. Unten: schematische Darstellung der Massnahme auf den Satellitenbetrieben (Mindestanforderung mit einer Nist- und einer Landebahn pro Arbeitsbreite. Fotos: Judith Zellweger und Sina Blösch.

Mais mit Untersaat: Bezüglich Mais mit Untersaat (ursprünglich «Begrünung im Mais» genannt) war schon zu Beginn des Projekts klar, dass eine solche Massnahme erst noch erprobt werden muss. Ab Mitte des Projekts (2020) wurde eine streifige Untersaat festgelegt, um das Risiko von Ertragsverlusten zu vermindern. Dabei wurde die Untersaat nicht mehr ganzflächig angelegt, sondern nur auf mindestens

einem Drittel der Parzelle (Beispiel in Abb.2). Die Untersaat wurde gleichzeitig mit der Aussaat oder spätestens bis zum 3-Blatt-Stadium des Mais streifenweise, in der Regel so breit wie die betriebsübliche Fahrgassenbreite, ausgebracht. Bei intensiver Bodenbearbeitung (Pflug und zapfwellenbetriebene Geräte) durften kein Glyphosat oder ähnliche Herbizide angewendet werden. Für die Etablierung dieser Massnahme wurden die Betriebe durch die HAFL eng begleitet. Erhoben wurden im Mais Ertragsparameter sowie die Verunkrautung.

Auf den Fokusbetrieben wurden die grossen Weizen- und Maisfelder (ca. 10 ha) je hälftig mit und ohne Massnahmen (Weitsaatmuster, Untersaat) angesät. Auf den deutlich kleiner parzellierten Satellitenbetrieben wurde zu jedem Massnahmenfeld ein vergleichbares Kontrollfeld in unmittelbarer Nähe gesucht.

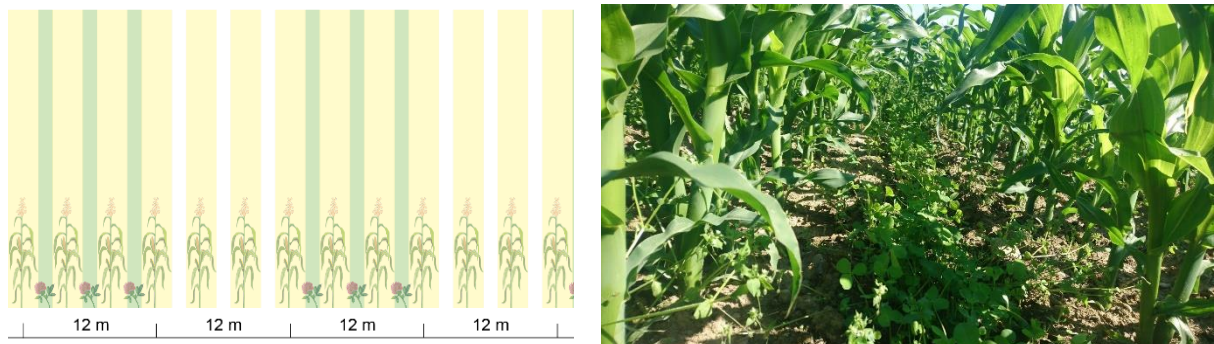


Abb. 2. Schematische Darstellung der Massnahme Mais mit Untersaat (links). Bereiche mit Untersaat (grüne Bahnen) wechseln sich ab mit Bereichen ohne (weisse Bahnen). Rechtes Bild: Im 3-Blatt-Stadium angelegte Untersaat bestehend aus Bastardklee, Gelbklee, Inkarnatklee und Weissklee. Zur Saat der Untersaat wurde gleichzeitig eine Bandspritzung mit Herbizid und eine mechanische Unkrautbekämpfung mittels Scharhackgerät durchgeführt. Foto: David Kilchenmann.

1.2 Ökologische Untersuchungen

Für das **Wirkungsmonitoring** wurden **Feldlerchenkartierungen** sowie **Feldhasenzählungen** auf der gesamten Fläche der Fokusbetriebe Bellechasse und Witzwil von 2017 bis und mit 2023 von der Schweizerischen Vogelwarte koordiniert und durchgeführt. Pro Brutsaison wurden auf den Fokusbetrieben im Zeitraum von Ende April bis Anfang Juni auf drei morgendlichen Rundgängen Feldlerchensänger notiert. Zusätzlich wurden jährlich auch die Feldhasenbestände im Rahmen von jeweils zwei Scheinwerferzählungen zwischen Mitte Februar und Mitte März erfasst. Die Zählungen konnten 2021 und 2022 coronabedingt nicht stattfinden.

Eine umfassende **ökologische Wirkungskontrolle** fand im Rahmen der Dissertation von Sina Blösch 2019 und 2020 statt. Die Datenmenge zum Bruterfolg der Feldlerche blieb trotz beträchtlichem Aufwand unter den Erwartungen, sodass 2021 und 2022 zusätzliche Feldaufnahmen durchgeführt wurden.

Feldlerche: Folgende Daten wurden erhoben:

- Wöchentliche Revierkartierungen auf Massnahmen- und Kontrollfeldern
- Bei Nestfund wurde die Lage, die Entwicklung der Nestlinge, Fütterungsintervalle und allfällige Prädationsereignisse notiert.
- Nahrungsverfügbarkeit auf Versuchsflächen (in Massnahme- und Kontrollbereichen)
- Aufstellen von Nestkameras (2020), Link zu einem Beispiel:
<https://drive.google.com/file/d/1yetBA-TN7e9-HtgaLTP8fVa-HMYoYKn8/view>.

Die Nestersuche mit traditionellen Methoden ist zeitintensiv, weshalb diesbezüglich neue technische Möglichkeiten untersucht wurden. Mittels Drohnenüberflügen und Wärmebildanalyse wurde getestet, ob

Feldlerchennester schneller und/oder störungsärmer gefunden werden können. Dies wurde zuerst im Rahmen einer Masterarbeit 2020 (Savanovic 2021) erprobt, danach in den Feldsaisons 2021 und 2022 umgesetzt.

Funktionelle Biodiversität/Arthropoden: Bei den Untersuchungen zur funktionellen Biodiversität (2019 und 2020) wurden regelmässig Abundanz und Diversität der Arthropoden mithilfe von Bodenfallen bzw. Kescher (sweep net) sowie deren Fressleistung erhoben (s. unten). Zudem wurde die Aktivität der Bodenlebewesen (Abbaugeschwindigkeit «decomposition rate»), Schädlingsdichte und Pflanzenschäden erhoben. Alle Untersuchungen fanden auf Fokus- und Satellitenbetrieben statt. Erste Vorversuche 2019 ermöglichten den Aufbau von gezielten Experimenten im Jahr 2020.

Mithilfe von Fressleistungsexperimenten wurde die natürliche Kontrolle von Unkräutern bzw. von Schädlingen in Weizenfeldern nachgewiesen. Dazu wurden standardisierte Kärtchen mit Unkrautsamen (*Avena fatua* L., *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik., *Lamium purpureum* L., *Matricaria inodora* L., *Poa annua* L., *Stellaria media* (L.) Vill.) sowie mit Larven der Schmeissfliegengattung *Calliphora* (Abb. 3) in Kontroll- und Massnahmenbereichen ausgebracht und im Anschluss die Prädationsrate bestimmt. Im Weizen wurde zusätzlich auch die Zahl der Getreidehähnchen sowie durch sie verursachte Pflanzenschäden auf allen Feldern erhoben.



Abb. 3. Samenkärtchen (links, wurden mit Erde bedeckt) und *Calliphora* Larven (rechts) für die Fressleistungsexperimente. Fotos: Sina Blösch.

1.3 Akzeptanzanalyse

Ziel der Akzeptanzanalyse war es, die Motivation und Widerstände der Bewirtschaftenden und des Projektteams gegenüber den Massnahmen «Weitsaat im Weizen» und «Mais mit Untersaat» besser zu verstehen.

2018 wurde die erste online Befragungsrunde der Projektträgerschaft (neun Personen) einerseits und der Bewirtschaftenden der bereits rekrutierten Satellitenbetriebe andererseits durchgeführt. In der Befragung der Satellitenbetriebe sind ebenfalls die beiden Fokusbetriebe enthalten. Später zum Projekt gestossene Betriebe wurden 2019 aufgefordert, den online Fragebogen auszufüllen. Um zu verstehen, welche Faktoren Betriebe dazu bewegten, nicht am Projekt teilzunehmen, wurde 50 zufällig ausgewählten Betrieben ein kurzer Online-Fragebogen mit vier Fragen geschickt.

Die zweite Online-Befragung des Projektteams erfolgte 2021, diejenige der Bewirtschaftenden Ende 2022.

2. Übersicht zum Stand der Umsetzung der Massnahmen über die gesamte Projektlaufzeit

2.1 Tabellarische Übersicht zum Stand der Umsetzung

Das ursprüngliche Teilnahmeziel von insgesamt 20–25 Satellitenbetrieben konnte nicht erreicht werden. Zusatzbetriebe (ohne Entschädigung für Mehraufwand und Ertragsausfall) konnten ebenfalls keine rekrutiert werden.

Als problematisch erwies sich die Konkurrenz durch die kantonale Fördermassnahme «Getreide in weiter Reihe» (Regionsspezifischer BFF-Typ 16), welche im Projektperimeter häufig umgesetzt wurde. Die Entschädigung dieser Massnahme war mit CHF 1'000/ha deutlich höher als die Projektentschädigung (CHF 150/ha für Mehraufwand und bis CHF 350/ha für Ertragsentschädigung).

Die Bereitschaft, eine frühe Untersaat im Mais anzulegen, war trotz der Entschädigungen sehr tief. Auch nach Medienveranstaltungen, Aufrufen in der Fachpresse und Telefonakquise konnten nicht mehr Betriebe gewonnen werden. Ein explizites Flächenziel wurde keines definiert. Die Gesamtfläche der im Projekt umgesetzten Massnahmen sind in den Tabellen 1 und 2 ersichtlich. Gesamthaft wurden die beiden Massnahmen im Zeitraum von 2017 bis 2022 auf 326 ha umgesetzt. Die Gesamtkosten der Massnahmen betrugen CHF 122'514.

Tab. 1: Übersicht zum Stand der Umsetzung der Massnahme «Weitsaat im Winterweizen» von 2017 bis und mit 2022 auf den Fokusbetrieben (Bellechasse und Witzwil) sowie von 2019 bis und mit 2022 auf den Satellitenbetrieben. Ein explizites Flächenziel wurde keines definiert (n. def.).

Betriebstyp	Jahr	Anzahl Teilnehmende	Fläche (ha)	Kosten (CHF)
Fokusbetriebe	2017	2	31	12'130
Fokusbetriebe	2018	2	35,2	9'039
Fokusbetriebe	2019	2	55,1	12'968
Fokusbetriebe	2020	2	30,3	6'729
Fokusbetriebe	2021	2	26	8'576
Fokusbetriebe	2022	2	41	11'005
Fokusbetriebe	2017–2022	2	218,6	60'447
Teilnahmeziel	2017–2023	2	n. def.	
Satellitenbetriebe	2019	7	13,9	5'082
Satellitenbetriebe	2020	11	20,4	6'698
Satellitenbetriebe	2021	12	42,1	9'682
Satellitenbetriebe	2022	9	31,07	9'144
Satellitenbetriebe	2019–2022	13	107,47	30'606
Teilnahmeziel	2019–2022	20–25	n. def.	

Tab. 2. Übersicht zum Stand der Umsetzung der Massnahme «Mais mit Untersaat» von 2019 bis und mit 2022 auf den Fokus- und Satellitenbetrieben. Ein explizites Flächenziel wurde keines definiert (n.def.).

Betriebstyp	Jahr	Anzahl Teilnehmende	Fläche (ha)	Kosten (CHF)
Fokusbetriebe	2019	1	4,3	2'580
Fokusbetriebe	2020	2	10,5	6'825
Fokusbetriebe	2021	2	12,7	6'750
Fokusbetriebe	2022	2	7,7	4'175
Fokusbetriebe	2019-2022	2	35,2	20'330
Teilnahmeziel	2019-2022	2		
Satellitenbetriebe	2019	3	5,1	2'250
Satellitenbetriebe	2020	8	5,26	3'780
Satellitenbetriebe	2021	5	6,7	3'636
Satellitenbetriebe	2022	3	3,6	1'465
Satellitenbetriebe	2019-2022	11	20,66	11'131
Teilnahmeziel	2019-2022	20-25	n. def.	

3. Umgesetzte Massnahmen im Bereich der Beratung

Feldbegehungen auf den Satelliten- und Fokusbetrieben zu verschiedenen Zeitpunkten haben gezeigt, dass die vereinbarten Massnahmen auf den abgesprochenen Parzellen umgesetzt wurden. Die Projektmitarbeitenden der HAFL standen den Betriebsleitern beratend zur Seite, diese wiederum informierten die Trägerschaft über die einzelnen Arbeitsschritte der praktischen Umsetzung der Massnahmen. Die Umsetzungskontrolle wurde an der HAFL im Rahmen der Datenerhebungen auf den Feldern für die Wirkungskontrolle durchgeführt.

4. Umgesetzte Massnahmen im Bereich Information und Kommunikation

Am 7. Juni 2018 fand eine Flurbegehung in Bellechasse zwecks Rekrutierung von Satelliten- und Zusatzbetrieben statt. Dabei wurden die Ergebnisse des Direktsaat-Maschinenvergleichs vom Oktober 2017 sowie der Versuche des Begleitprojekts (Baumgartner 2020) präsentiert.

Im Jahr 2018 wurden für das Ressourcenprojekt je eine Feldtafel für die Weitsaat im Winterweizen und den Mais mit Untersaat erstellt und an häufig frequentierten Feldrändern angebracht.

Im Herbst 2018 wurde das Projekt im Schweizer Fernsehen SRF im Rahmen der Sendung Einstein «Sind unsere Insekten noch zu retten?» (<https://www.youtube.com/watch?v=RzBJ-vqy6CI>) porträtiert.

Am 21. Mai 2019 informierten wir auf dem Betrieb der Familie Freiburghaus in Domdidier die regionale und landwirtschaftliche Presse über das Ressourcenprojekt. Aufgrund der nachfolgenden Berichterstattung meldeten zahlreiche Betriebe aus der gesamten Schweiz Interesse an der Umsetzung der

Massnahmen an. Aus der Region des Seelands konnten wir dank diesem Anlass einige Satellitenbetriebe für die Projektteilnahme gewinnen. Um weitere Satellitenbetriebe zu rekrutieren, wurde in der landwirtschaftlichen Fachpresse ein Inserat aufgeschaltet. Parallel dazu wurde ein Fachartikel über das Projekt in verschiedenen Tageszeitungen veröffentlicht.

An der IALB-Tagung in Salzburg vom 2. bis 6. Juni 2019 konnten wir an der Posterpräsentation unser Ressourcenprojekt im Themenbereich Spannungsfeld Ökonomie-Ökologie vorstellen (Anhang). Das Projekt stiess auf reges Interesse und wir erhielten den Preis für das beste Poster der Tagung.

Am 11. März 2019 fand an der HAFL in Zollikofen der erste Erfahrungsaustausch (ERFA) für die teilnehmenden Betriebe statt. Diskutiert wurden Herausforderungen, Bedenken und offene Fragen bei der Umsetzung der beiden Massnahmen «Weitsaat im Winterweizen» und «Mais mit Untersaat». Der Anlass wurde seitens Betriebsleitenden sehr begrüsst und auch vom Projektteam als wertvoll beurteilt.

Am 10. Dezember 2020 fand ein weiterer Erfahrungsaustausch (ERFA) für die teilnehmenden Betriebe statt. Der Anlass musste aufgrund von Corona online per Zoom durchgeführt werden.

Im Rahmen des 8. Weltkongresses für Konservierende Landwirtschaft (8th World Congress on Conservation Agriculture, 8WCCA) fand vom 10. bis 25. Juni 2021 ein Feldtag in Witzwil statt. Hierbei konnten die Massnahmen den Teilnehmenden direkt bei den Feldern gezeigt und erläutert werden.

Im Frühjahr 2022 wurde für Mais mit Untersaat ein Tutorial/«Merkblatt Mais» erarbeitet inklusive Wissenstransfer und Medienmitteilung. Dies generierte mehrere Beiträge in der landwirtschaftlichen Presse (z.B. BauernZeitung 15. Mai 2022 und 12. Mai 2023) sowie einen TV-Beitrag Ende Juli 2022 (Tele Bielligne).

Die erste Publikation aus der Dissertation von Sina Blösch ist erschienen (Blösch et al. 2023). Darin werden die Effekte der Weitsaat auf die funktionelle Biodiversität im Winterweizen erläutert. Die Resultate zeigen, dass die funktionelle Biodiversität gefördert und die Fressleistungsraten von unkraut- und schädlingsvertilgenden Laufkäfern mit der Projekt-Weitsaat erhöht werden können (siehe Kapitel 3.2), ohne nennenswerte Ertragseinbussen beim Weizen. Ein zweites Manuskript wurde eingereicht. Es ist eine systematische Review, welche Effekte verschiedener «in-crop» Massnahmen auf eine Reihe von bodenbrütenden Kulturlandvogelarten analysiert (Blösch et al. Submitted. A systematic review on the effectiveness of crop architecture-related in-field measures for promoting ground-breeding farmland birds).

5. Resultate des Wirkungsmonitorings und der wissenschaftlichen Begleitung

5.1 Agronomische Wirkungskontrolle

Weitsaat im Winterweizen: Die Produktequalität (Mykotoxine) des Weitsaat-Winterweizens war in den zwei Untersuchungsjahren 2018 und 2019 mit wetterbedingt erhöhtem Infektionsrisiko (Temperaturen >15 °C und regelmässige Niederschläge) mit jener der Kontrollflächen vergleichbar. Die Verunkrautung des Weitsaat-Weizens wies im Vergleich zum Weizen ohne Lücken nach dem ertragsrelevanten Zeitraum (BBCH 30–40) nur leicht höhere Werte auf. Teilweise wurde die Schadschwelle überschritten. In erster Linie war dies der Fall, wenn die Altverunkrautung vor Ansaat des Weizens ungenügend reguliert worden war. Die grösste Herausforderung stellte die Spätverunkrautung in den weiten Reihen dar. Hier wurden bei den meisten Erhebungen deutlich höhere Werte gemessen, da sich das Unkraut in den erweiterten Reihenabständen aufgrund verminderter Lichtkonkurrenz durch den Weizen besser entwickeln konnte (Abb. 4). Spätere Saattermine führten tendenziell zu einer geringeren Verunkrautung.

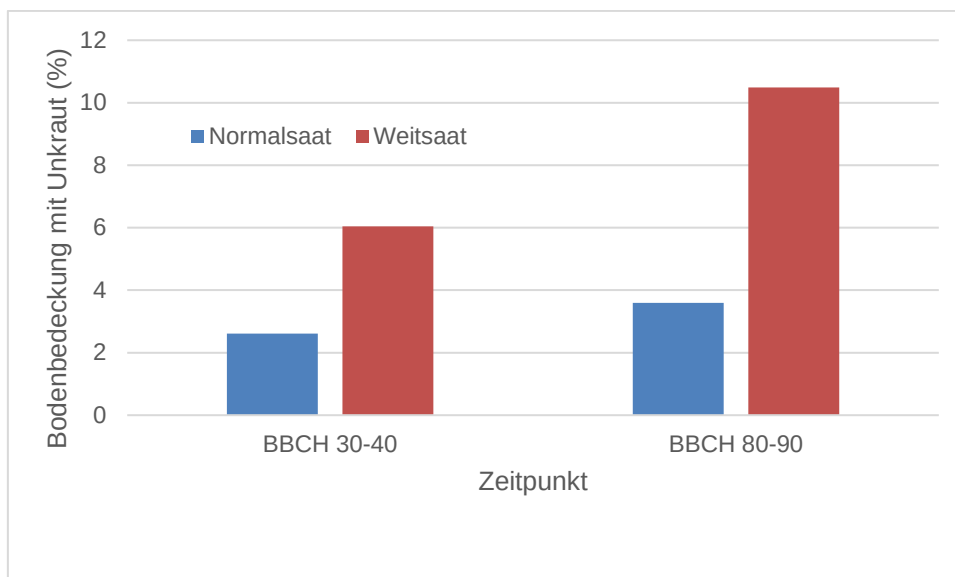


Abb. 4. Durchschnittliche Bodenbedeckung mit Unkraut in den Lande- und Nistbahnen (Weitsaat) und in normal gesäten Bereichen ohne Lücken (Normalsaat) der Jahre 2020 bis und mit 2022 auf 39 Feldern der Projektbetriebe zum Zeitpunkt des Schossens (BBCH 30–40) und der Samenreife (BBCH 80–90).

Sowohl auf den Fokusbetrieben als auch auf den Satellitenbetrieben gab es bisher wenig Ertragsminderung (Abb. 5). Unterschiede im Ertrag lagen im Rahmen normaler jährlicher Schwankungen. Trockene Frühjahrswitterung begünstigte die Bestände des Weitsaatweizens, da sich die Einzelpflanzen eher besser entwickelten und infolgedessen womöglich eine geringere Anfälligkeit gegenüber Trockenstress aufwiesen. Bei gleichmässigem Niederschlag während der Vegetationsperiode waren die Erträge bei Weitsaat tendenziell leicht tiefer. Über den gesamten Versuchszeitraum betrachtet ergab sich eine durchschnittliche Ertragsreduktion von Weitsaat gegenüber Normalsaat von 1,3 Prozent.

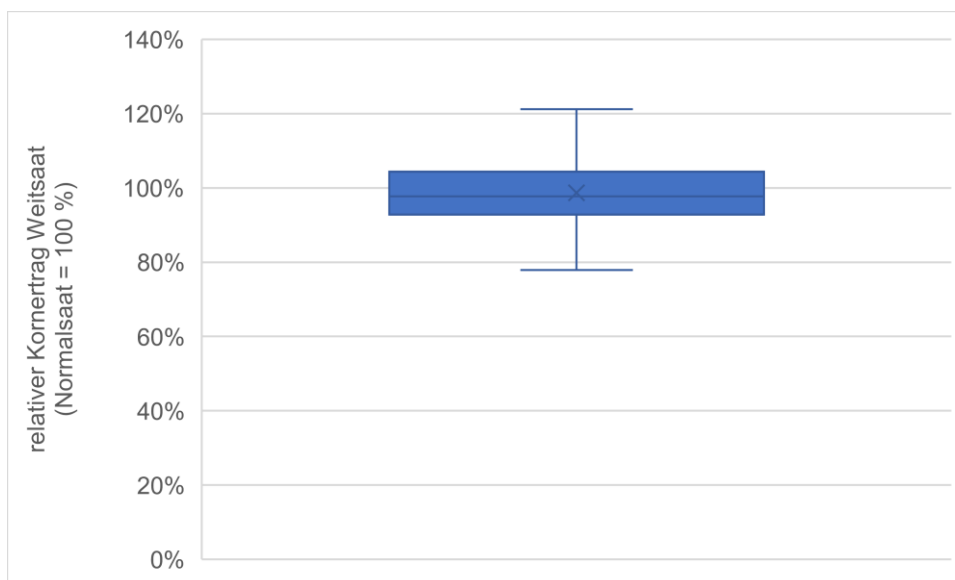


Abb. 5. Relative Kornträge der Weitsaat im Vergleich zu Normalsaat (entspricht 100 %; n = 159 Standorte). Dargestellt sind der Mittelwert (x) und der Median (Linie) sowie die 75 % Quartile.

Mais mit Untersaat: Die bisherigen Erkenntnisse zeigen, dass aufgrund des Unkrautdrucks und der Witterungsbedingungen die Kulturmassnahmen für jedes Feld einzeln festgelegt und durchgeführt werden müssen. Ursprünglich war eine flächige Untersaat vorgesehen. 2019 kam es jedoch auf den beiden Fokusbetrieben Witzwil und Bellechasse bei je einer Parzelle zu einem Totalausfall; die Untersaat lief nicht wie erhofft auf, und der Unkrautdruck konkurrierte den Mais äusserst stark. Aufgrund dieser Begebenheit waren Änderungen bei dieser Massnahme unumgänglich, da sonst das Ziel, eine Massnahme vorzuschlagen, welche zu keinen nennenswerten Ertragsverlusten führt, nicht erreichbar war (Änderungsantrag vom Mai 2020). Ab 2020 wurde dann jeweils ein Drittel der Feldgrösse mit einer Untersaat (UFA MaisLegu) zwischen den Maisreihen angelegt. Die Fokusbetriebe drillten die Untersaat unmittelbar vor der Aussaat des Maises mittels Getreidesämaschine oder Hackstriegel. In Bellechasse wurde nach der Aussaat des Maises eine kleeschonende Herbizid-Voraufaufbehandlung durchgeführt. Dadurch konnte sich die Untersaat sehr zufriedenstellend und mit einem tiefen Besatz an Unkräutern entwickeln. In Witzwil wurde kein Herbizid angewendet. Bei diversen Teilflächen nahm das Unkraut stark überhand.

Bei den meisten Satellitenbetrieben wurde zur Entschärfung der Unkrautkonkurrenz eine einmalige Bandbehandlung in der Maisreihe durch ein Nachaufaufherbizid vorgenommen. Dies erfolgte in der Regel in Kombination mit dem Hackdurchgang und der Aussaat der Untersaat zwischen den Maisreihen. Es gab auch Betriebe, welche auf eine Bandbehandlung verzichteten und stattdessen eine ganzflächige mechanische Unkrautbekämpfung durchführten (zeitgleich mit der Anlage der Untersaat). Nach aktuellem Erkenntnisstand scheint eine Untersaat zwischen den Maisreihen in Kombination mit mechanischer Unkrautbekämpfung und Bandspritzung in den Maisreihen am zielführendsten. Mit diesem Vorgehen lässt sich eine zu starke Konkurrenz sowie Spätverunkrautung im Mais eindämmen und eine wirkungsvolle Untersaat etablieren.

Die Herausforderung im Mais besteht darin, eine Untersaat zu etablieren, welche das Ertragspotenzial des Maises nicht beeinträchtigt, jedoch das Unkraut ausreichend zu unterdrücken vermag und gleichzeitig seine ökologischen Funktionen wahrnehmen kann. Ausserdem ist das Gelingen der Untersaat stark abhängig vom jeweiligen parzellenspezifischen Unkrautsamenpotential im Boden. Eine zusätzliche Herausforderung liegt darin, dass die Unkrautbekämpfung/Aussaat der Untersaat bereits zwei Wochen nach der Aussaat des Maises erfolgen sollte. Hier bedarf es grosser Flexibilität. Wenn der Mais früh gesät wird und/oder sich nicht zügig genug entwickelt, muss mit der Unkrautbekämpfung länger zugewartet werden, um keine übermässige Spätverunkrautung zu provozieren. Alternative Ansätze zur Etablierung von Untersaaten in Mais (Saat geeigneter Untersaatmischungen vor/zur Maissaat, Direktsaaten mittels Getreidesämaschine in Mulchdecke etc.) wurden parallel zum Projekt im Rahmen von HAFL-internen Versuchen getestet und optimiert. Zur Umsetzung in der Praxis sind diese allerdings noch zu wenig ausgereift. Unabhängig vom Zeitpunkt und der Aussaattechnik der Untersaat ist die Artenzusammensetzung ein weiterer Punkt zur Systemoptimierung. Aus Gründen der Vergleichbarkeit sowie betriebsspezifisch unterschiedlichen Fruchtfolgen wurde eine fruchtfolgeneutrale Kleemischung ausgewählt (UFA MaisLegu mit Weissklee, Gelbklee und Erdklee). Diese ist mittelmässig konkurrenzstark gegenüber Unkraut, aber auch gegenüber dem Mais. Erhebungen zur Entwicklung des Unkrauts und der Untersaat (Abb. 6) bestätigten diese Eigenschaften.

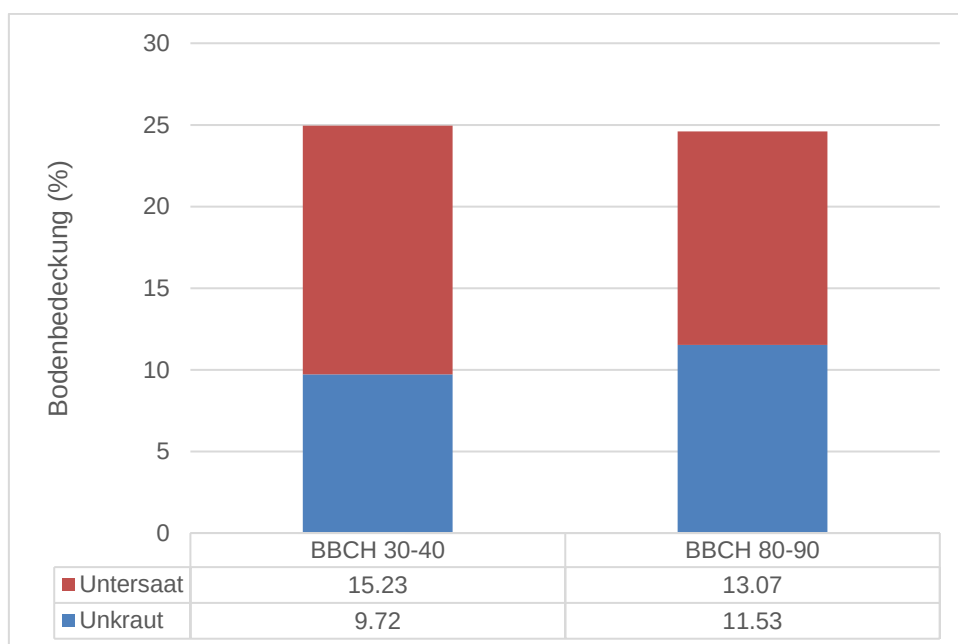


Abb. 6. Durchschnittliche Bodenbedeckung (%) der Untersaat und Anteil Unkräuter an der Untersaat (n = 23).

Vermag die Untersaat die Unkräuter in der Jugendentwicklung des Maises nicht vollständig zu unterdrücken, ist mit einer starken Spätverunkrautung zu rechnen. Die Ganzpflanzen- sowie Kolbenerträge der Massnahmenflächen waren im Vergleich zu den Kontrollflächen deutlich reduziert. Dies ist auf die erhöhte Konkurrenz durch die Untersaat und des Unkrautes zurückzuführen (Abb. 7).



Abb. 7. Relative Erträge im Mais mit Untersaat im Vergleich zu Mais ohne Untersaat (entspricht 100 %; n = 43).

Die Mehrkosten für die Begrünung des Maises bei Pflug- oder Mulchsaat bewegen sich je nach Verfahren im Bereich von CHF 95 bis CHF 209 pro ha. Ausserdem verursacht die Untersaat und die damit einhergehende Verunkrautung einen gewissen Mehraufwand nach der Ernte in Form einer zusätzlichen Unkrautkur. Unter der Annahme, dass mit einer durchschnittlichen Ertragsreduktion von 10 Prozent aufgrund einer früh etablierten Untersaat gerechnet werden muss, betragen die Mehrkosten für diese

Massnahme im Vergleich zum Standardverfahren ohne Untersaat zwischen CHF 522 und CHF 636 pro ha. Kostenoptimierungen sind möglich bei günstigen Untersaatmischungen und bei der Kombination von Arbeitsgängen. Auch der überbetriebliche Einsatz von Maschinen für eine Untersaat oder für eine Kombination aus Untersaat und Unkrautbekämpfung könnte interessant sein.

Tab. 3. Mehrkosten der Verfahren für die Begrünung im Mais sowie der Unkrautbekämpfung (Quellen: Agroscope und Erfahrungswerte aus dem Projekt).

Verfahren	Einsparung (CHF/ha)	Zusatzaufwand (CHF/ha)	Mehrkosten Begrünung (CHF/ha)
Hackstriegel + Untersaat; Bandspritzung Herbizid	Flächenspritzung Herbizid (221)	Einsaat mit Striegel (209); Bandspritzung (152)	140
Hackstriegel; Scharhackgerät + Untersaat	Flächenspritzung Herbizid (221)	Striegel (58); Einsaat mit Scharhackgerät (259)	96
Flächenspritzung Herbizid früher Nachauf- lauf; Hackstriegel + Untersaat	keine	Einsaat mit Striegel (209)	209

Tab. 4. Mehrkosten (Arbeit, Traktor, Maschinen, Hilfsmittel) der Massnahme «Mais mit Untersaat» unter Einbezug des Ertragsverlusts sowie zusätzlicher Arbeit nach der Ernte (Quellen: Agroscope und Erfahrungswerte aus dem Projekt).

Art	Bemerkung	CHF/ha
Begrünung	je nach Verfahren	95–209
Unkrautkur	nach der Ernte	127
Ertragsverlust	10 % von CHF 3'000	300
Total		522–636

5.2 Ökologische Wirkungskontrolle

Feldlerche

Die Feldlerchenkartierungen dokumentieren die Dichte und Verteilung der singenden und revieranzeigenden Feldlerchenmännchen auf der gesamten Fläche der beiden Fokusbetriebe (total rund 1'000 Hektaren). Auf eine eigentliche Revierausscheidung wurde verzichtet, einerseits weil ein Zuordnen einzelner Beobachtungsorte teilweise schwierig war (aufgrund grosser Parzellen, der recht hohen Anzahl Sänger und den teilweise grossen Verschiebungen), andererseits weil Detailkartierungen über den Massnahmenflächen im Rahmen der Dissertation separat erhoben wurden. Die Monitoringdaten erwiesen sich aber als hilfreich für das Finden geeigneter Massnahmenfelder.

Die erhobenen Daten im Rahmen der Dissertation deuten auf einen positiven Effekt der Weitsaat auf die Feldlerche hin, müssen aber noch abschliessend ausgewertet werden. Auf den Versuchsflächen der Fokusbetriebe wurden zwischen 2019 und 2022 total 22 Feldlerchennester gefunden. Neun Bruten stammen dabei aus Kontrollfeldern, wovon jedoch nur eines erfolgreich war (d.h. Nestlinge haben das

Nest verlassen). Wie erwartet wurden vor allem frühe Bruten in den Kontrollbereichen angelegt. Ab Ende Mai wurden zur Nestanlage fast ausschliesslich weit gesäten Bereiche genutzt (Abb. 8). In den Massnahmenbereichen waren 7 der 13 Nester erfolgreich.

Die Hypothesen, dass Feldlerchen lückige Reihen zur Nestanlage bevorzugen und dass sie mit fortschreitender Brutsaison ihre Nester häufiger in den weiter gesäten Bereichen anlegen als erwartet, konnte bestätigt werden. Auffällig war zudem die Präferenz der breiteren Landebahnen als Neststandort. In den schmalen Bahnen, die wir Nistbahnen nannten, wurden keine Nester gefunden. Dies zeigt, dass es weit gesäte Bereiche von mind. 37 cm benötigt, und dass die schmalen 30 cm breiten Lücken in intensiv bewirtschaftetem Winterweizen in unseren Versuchen nicht genügend offengeblieben sind.

Insgesamt war auffällig, dass sich immer auch Reviere in Parzellen mit sogenannten «Fehlstellen» etablierten. In diesen spärlich wachsenden Bereichen gab es Brutversuche, welche aber normalerweise nicht weiter untersucht wurden, wenn es sich nicht um Projekt-Massnahmenfelder handelte. Ebenfalls sehr augenscheinlich war, dass Feldlerchen ihre Reviere von Winterweizen-Massnahmenflächen weg verschoben, wenn der Winterweizen zu dicht und zu hoch geworden war. Dies war insbesondere dort der Fall, wo angrenzend unterschiedliche Gemüsekulturen in schmalen Parzellen angebaut wurde (Galmizmoos). So wurden Feldlerchennester u.a. in Schwarzwurzel (Abb. 9), Karotten und Kartoffeln gefunden. Dies zeigt, dass der Landschaftskontext und die Kulturenvielfalt für den Erfolg von Massnahmen entscheidend sein können.



Abb. 8. Feldlerchennester am Rand weit gesäter Reihen; rechts brütendes Weibchen auf dem Nest sitzend. Fotos: Judith Zellweger und Sina Blösch.

Die Wirkung der Weitsaat im Winterweizen ist ähnlich derjenigen von «Patches»/Feldlerchenfenstern. Auch diese werden von Feldlerchen benutzt, haben aber keine «Sog-Wirkung». Feldlerchen benötigen einen Mix aus verschiedenen BFF auf Acker (insbesondere Brachen und Säume). In-crop Massnahmen

sind eine sinnvolle Ergänzung, ersetzen aber die BFF auf Acker nicht. Eine diverse Fruchtfolge und relativ kleine Parzellen erhöhen die Revierdichte und den Bruterfolg (Jenny et al. 2002). Diesbezüglich ist der 2023 gestartete Streifenanbau auf Witzwil interessant: Hier wurde eine grosse Parzelle in mehrere kleine 28 m breite Felder unterteilt, auf Maschinenbreite (4 m) angepasst.

Auf derselben Fläche haben Feldlerchen nun mehrere Kulturen und Randstrukturen zur Verfügung und finden so über die Brutzeit hinweg mehr Nist- und Futtersuchmöglichkeiten. Ein solcher Streifenanbau ist für die Feldlerche dann optimal, wenn die im Anbau kombinierten Kulturen solche Habitate bieten.



Abb. 9. In diesem Schwarzwurzel-Feld brütete ein Feldlerchenpaar. Die relativ niedrige und lückig wachsende Kultur war Anfang Juni optimal für einen Brutversuch. Der weitere Nestbereich (ca. 10 x 10 m) wurde markiert, um das Nest bei der mechanischen Unkrautentfernung zu schonen. Aufnahme vom 13. Juni 2022, Francesca Fehlberg.

Im Jahr 2020 wurde eine Masterarbeit durchgeführt (Nemanja Savanovic, Universität ZH, Betreuung: Eva Knop), in welcher der Einsatz einer Drohne mit Wärmebildkamera zur Feldlerchennestersuche getestet wurde (Savanovic 2021). Die benötigten Bewilligungen wurden vorab eingeholt. Nachdem anfänglich mehrere Nester vom Drohnenpilot aufgefunden werden konnten, ohne dass dieser den genauen Standort kannte, gelangen solche Nester-Wiederfunde 2022 mit der Wärmebild-Drohne nicht (Stucki und Fehlberg 2022). Adulte Feldlerchen und sogenannte «Hüpflerchen», welche das Nest verlassen hatten, wurden mit der Drohne hingegen recht gut entdeckt. Ebenso gelangen Sichtungen von adulten Feldhasen. Auch Mäuse und «warme» Mauslöcher wurden regelmässig festgestellt. Die Entdeckung von Mäusen gelang wahrscheinlich vor allem deshalb so gut, weil sich die Tiere bewegten. Wir schliessen daraus, dass es auch in Zukunft nötig sein wird, die Brutaktivitäten nach bisheriger Art nachzuverfolgen, das heisst mit Beobachten. Ein Wärmebild-Drohneneinsatz eignet sich nur, wenn die Suchfläche eingegrenzt werden kann (z.B. auf eine Parzelle) oder die Vegetation nach oben hin lückig ist.

Feldhase

Seit Zählbeginn 2017 wurden durchschnittlich jeweils 10,5 Feldhasen/100 ha ermittelt. Die Feldhasendichten im Untersuchungsgebiet sind vergleichsweise hoch; schweizweit beträgt die Dichte in Ackerbau dominierten Regionen durchschnittlich 4,5 Feldhasen/100 ha (ECOTEC 2018). Die Studienregion hat für den Feldhasen somit eine wichtige Bedeutung. Eine Förderung des Feldhasen mit Weitsaat im

Winterweizen war in unserem Projekt nicht feststellbar; dafür war der Anteil der Massnahmenfläche am Gesamtperimeter zu gering. Dazu kommt, dass die Massnahme Mais mit Untersaat zum Zeitpunkt der Scheinwerferzählungen im Spätwinter gar noch nicht vorhanden ist. Auch aus diesem Grund kam zusätzlich eine Wärmebild-Drohne zum Einsatz. Sichtungen insbesondere von Junghasen in Massnahmenfeldern hätten direkte Hinweise geben können zum Nutzen der Massnahmen als Fortpflanzungsort. Solche konkreten Fortpflanzungsnachweise gelangen jedoch nicht.

Während der Überflüge der Parzellen mit der Wärmebild-Drohne wurden hingegen mehrfach adulte Feldhasen festgestellt. Daten aus 2021 zeigen, dass sich die gesichteten Feldhasen im Winterweizen ausschliesslich im Weitsaat-Bereich aufhielten (Abb. 10). Dies ist ein Indiz dafür, dass Feldhasen weit gesäten Winterweizen bevorzugen und deckt sich mit den Beobachtungen aus dem Projekt Hopp Hase (Weber 2017).



Abb. 10. Gemittelte Anzahl gesichteter Feldhasen (Mittelwert (x) und Median (Linie); Boxplots mit 75 % Quartilen) bei Drohnenflügen 2021. Winterweizen $n = 4$ Flüge, Mais $n = 8$ Flüge. Aufgrund langanhaltender nasser Witterung konnten einige geplante Drohnenflüge nicht durchgeführt werden.

Funktionelle Biodiversität (Arthropoden)

Winterweizen: Auf den Weizen-Massnahmenflächen wurden neben den offenen, ungesäten Bereichen auch die normalgesäten Bereiche zwischen den ungesäten Weitsaatstreifen untersucht (siehe Abb. 12A).

Es zeigten sich positive Effekte für die funktionelle Biodiversität (z.B. höhere Abundanz von samenfressenden Laufkäfern und höhere Diversität von Laufkäfern), die sich in höheren Ökosystemleistungen auf Massnahmenflächen widerspiegeln. So zeigten sich höhere Fressleistungen sowohl bei experimentell ausgebrachten Unkrautsamen als auch bei experimentell ausgebrachten *Calliphora*-Larven, welche stellvertretend für Schädlinge im Feld stehen (Abb. 11). Ein Fressevent wurde in diesem Video festgehalten: https://drive.google.com/file/d/19iPcthKR_xE6gMZ5FEXGMF-CxAiji9OE/view?usp=sharing. Analog dazu war die Getreidehähnchendichte und die durch sie verursachten Pflanzenschäden auf Massnahmenflächen geringer als in Kontrollflächen (Abb. 13). Zur Leistung der Bodenlebewesen mittels Zersetzungsrate (Tea Bag Index) liegen noch keine Ergebnisse vor.



Abb. 11. Laufkäfer frisst eine Larve von *Calliphora* (Schmeissfliege) im Fressleistungsexperiment. Foto: Sina Blösch.

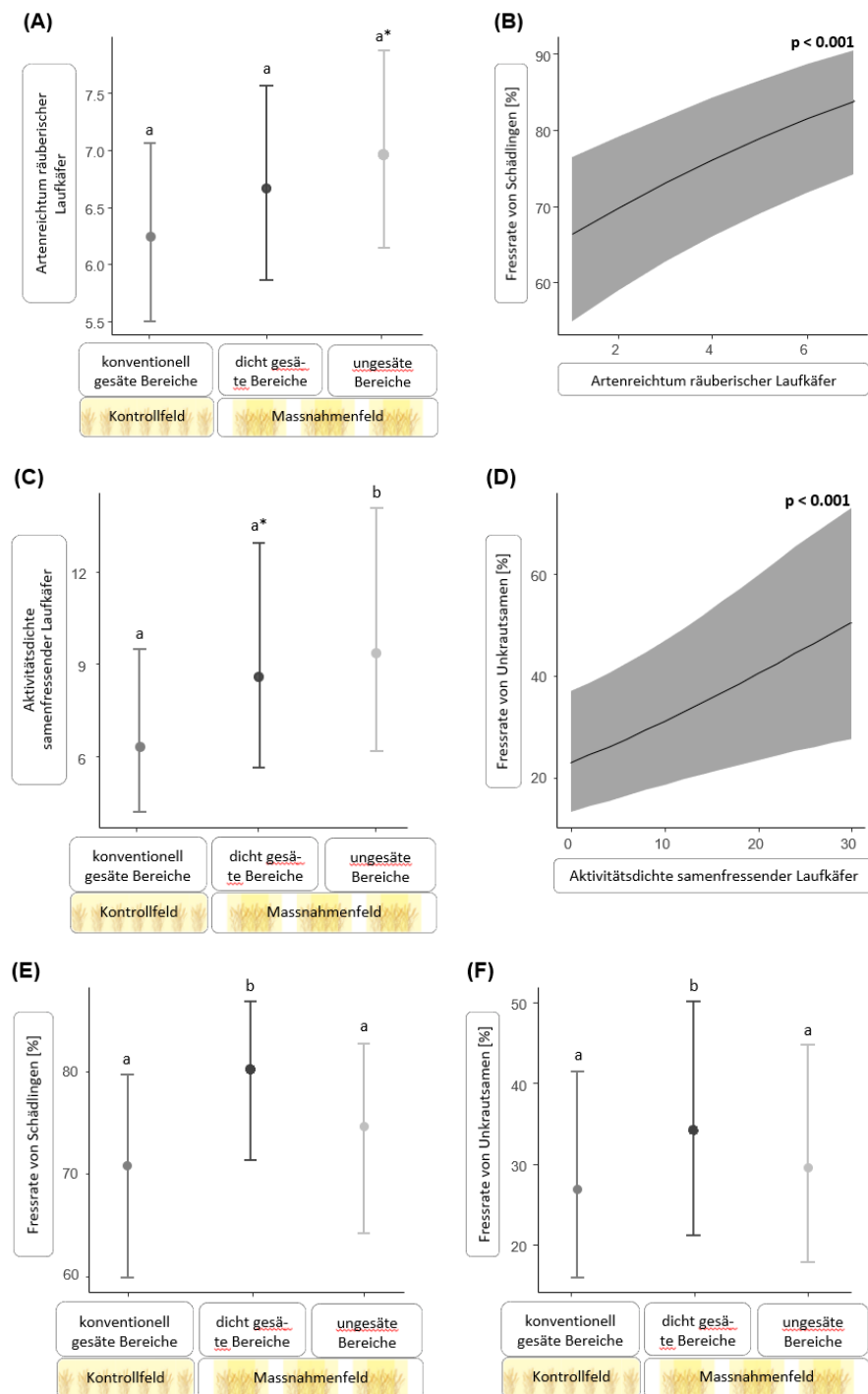


Abb. 12. Veränderungen der Laufkäferfauna in Weizenfeldern mit Weitsaat (Massnahmenfelder) im Vergleich zu Winterweizenfeldern ohne Weitsaat (Kontrollfelder). (A) Auswirkung des Ansaatmusters auf den Artenreichtum räuberischer Laufkäfer. Der Artenreichtum war in ungesäten Bereichen der Massnahmenfelder geringfügig höher (a*) als in den konventionell angesäten Kontrollfeldern (a). (B) Signifikant positiver Zusammenhang zwischen dem Artenreichtum der räuberischen Laufkäfer und der Fressrate von Schädlingen. (C) Auswirkung des Ansaatmusters auf die Aktivitätsdichte samenfressender Laufkäfer. Die Aktivitätsdichte war in ungesäten Bereichen bzw. dicht gesäten Bereichen in den Massnahmenfeldern signifikant (b) bzw. geringfügig (a*) höher als in den konventionell angesäten Kontrollfeldern (a). (D) Signifikant positiver Zusammenhang zwischen der Aktivitätsdichte samenfressender Laufkäfer und der Fressrate von Unkrautsamen. (E) Die Fressrate von Schädlingen war in den dicht gesäten Bereichen der Massnahmenfelder (b) signifikant höher als in den konventionell angesäten Kontrollfeldern (a). (F) Die Fressrate von Unkrautsamen war in den dicht gesäten Bereichen der Massnahmenfelder (b) signifikant höher als in den konventionell angesäten Kontrollfeldern (a).

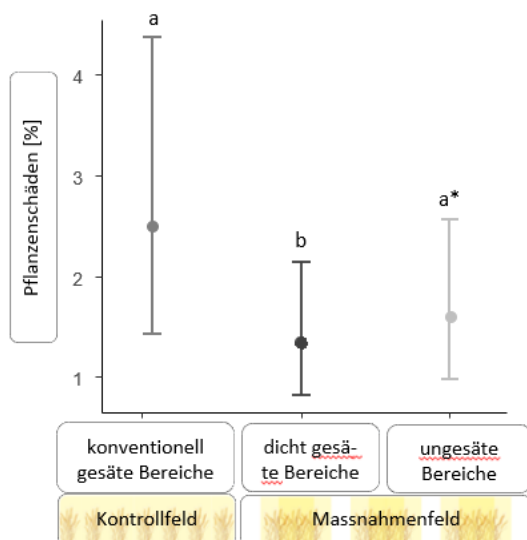


Abb. 13. Verringerte durch Getreidehähnchen verursachte Pflanzenschäden auf Winterweizen-Massnahmenfeldern mit Weitsaat im Vergleich zu Winterweizen-Kontrollfeldern ohne Weitsaat. Auf den Massnahmenfeldern kam es zu einer geringfügigen (a*) bzw. signifikanten (b) Verringerung der Pflanzenschäden im Vergleich zu konventionell angesäten Kontrollfeldern (a).

Mais: Analog zum Weizen wurde die Abundanz und Diversität der Arthropoden auf den Maisfeldern der Fokus- und Satellitenbetriebe im Jahr 2020 mithilfe von Bodenfallen beprobt und die Leistung der Bodenlebewesen ermittelt. Erste Auswertungen zeigen, dass sich die Untersaaten positiv auf die Biodiversität auswirkten. So war z.B. die Abundanz der Laufkäfer deutlich höher als im Mais ohne Untersaat. Weitere Resultate folgen im abschliessenden Bericht zur wissenschaftlichen Begleitung und zum Wirkungsmonitoring 2025.

5.3 Akzeptanzanalyse

Bei der ersten Umfrage zu Beginn des Projektes haben von der Projektträgerschaft alle geantwortet (n = 12), bei den Fokus- und Satellitenbetrieben (n = 20) lag der Rücklauf der Fragebögen bei 50 % und bei den Betrieben, welche nicht am Projekt teilnehmen wollten (n = 50) bei nur 12 %. Bei der zweiten Umfrage haben wiederum alle des Projektteams geantwortet (n = 9), der Rücklauf der Fragebögen der Bewirtschaftenden lag bei 47 % (n = 20).

Die Antworten der nicht teilnehmenden Betriebe (n = 50) waren sehr divers. Als Gründe für die Nichtteilnahme wurden u.a. die fehlende Mechanisierung, Zeitmangel und Angst vor Ertragsverlusten genannt. Ein Betrieb machte schon bei vielen anderen Programmen mit, ein anderer fand, dass der «produzierenden Landwirtschaft mehr Gewicht» gegeben werden müsste.

Aufgrund der geringen Anzahl teilnehmender Betriebe an der Umfrage (Weitsaaten im Weizen: 8–9 Antworten; Mais mit Untersaat: 4 Antworten) ist es insbesondere für die Massnahme Mais mit Untersaat schwierig, Aussagen zu machen. Die Resultate der Umfrage sind daher eher anekdotisch, zeigen aber gewisse Tendenzen auf und weisen darauf hin, wo die grössten Umsetzungshürden liegen.

Die Aussagen vom Projektteam deckten sich weitestgehend mit den Antworten der Fokus- und Satellitenbetriebe. Die Hauptmotivation für das Mitmachen war die Förderung der Biodiversität. Relevant sei das Projekt für den Naturschutz, aber auch für die Bodenerhaltung. Die am stärksten einschränkenden Faktoren sind das Risiko für erhöhte Kosten, der erhöhte Unkrautdruck und die Unsicherheit angesichts von Ertragsausfällen. Die Beratung wurde als wichtigster Faktor für den Erfolg des Projektes angesehen. Ohne Beratung hätte kein einziger Betrieb am Projekt teilgenommen.

Insbesondere bei Mais mit Untersaat sind hohe Fachkompetenz, angepasste Untersaatmischungen und eine gute technische Ausrüstung gefragt, und die Witterung spielt eine sehr grosse Rolle. Bei Mais mit Untersaat erleichtere der Zugang zu angepasster Mechanisierung die Umsetzung merklich. Unkrautdruck und das Risiko für Ertragsausfälle wurden bei der Weitsaat im Winterweizen hingegen mehrheitlich als gering eingestuft. Auch die technische Umsetzung der Weitsaat im Winterweizen stellte für 77 % der Betriebe kein Problem dar.

Die Erhebung von Daten durch Dritte für das Aufzeigen von Effekten der umgesetzten Massnahmen wurde von der Mehrheit der Bewirtschaftenden bei beiden Massnahmen als erleichternder und somit motivierender Faktor bewertet.

Von den acht befragten Betrieben haben fünf Betriebsleitende angegeben, dass sie rückblickend sofort wieder am Projekt teilnehmen würden. Ein Betriebsleiter hat die Frage mit eher Ja sowie zwei Betriebsleitende mit eher Nein beantwortet. Folgende Begründungen wurden notiert:

- «Das Projekt hat positive Auswirkung auf die Biodiversität und ich konnte mir neues Wissen aneignen».
- «Die verfolgten Ziele des Projekts decken sich zu wenig mit den meinen».
- «Solche Projekte sind wichtig, um die Wirkung solcher Massnahmen zu erforschen.»
- «Projekt hat wenig gebracht. Was sind die neuen Erkenntnisse?»
- «Das Projekt war interessant und lehrreich».
- «Ich bin offen für Neues».
- «Neue Projekte sind gut und recht, aber immer hat es auch den fahlen Beigeschmack, dass dies zum Standard werden würde. Die Biodiversität wird immer anhand der Pflanzen und nicht im Boden gemessen. Der Boden kommt tendenziell immer zu kurz dabei».
- «Bin immer bereit, Neues auszuprobieren».

Die Antworten gegen Projektende hin ähneln denen bei der Erstbefragung. Das Projekt ist für 88 % der Bewirtschaftenden aus agronomischer und wirtschaftlicher Sicht und aus Biodiversitätssicht nach wie vor relevant, aus Sicht Bodenschutz nur für 55 %. 77 % glauben, dass das Projekt zur Biodiversitätsförderung beitragen kann, 55 % glauben an eine Reduktion von Pflanzenschutzmitteln und 66 % an einem Beitrag zum Ressourcenschutz. Erfreulich ist, dass ein Grossteil der Betriebsleitenden angegeben hat, ihre Anbaumethoden nachhaltig zu verändern (Abb. 14). Auch der Aufwand entsprach den Vorstellungen. Mit den Beratungsleistungen waren die Betriebsleitenden mehrheitlich zufrieden und auch die finanzielle Entschädigung wurde als ausreichend beurteilt.

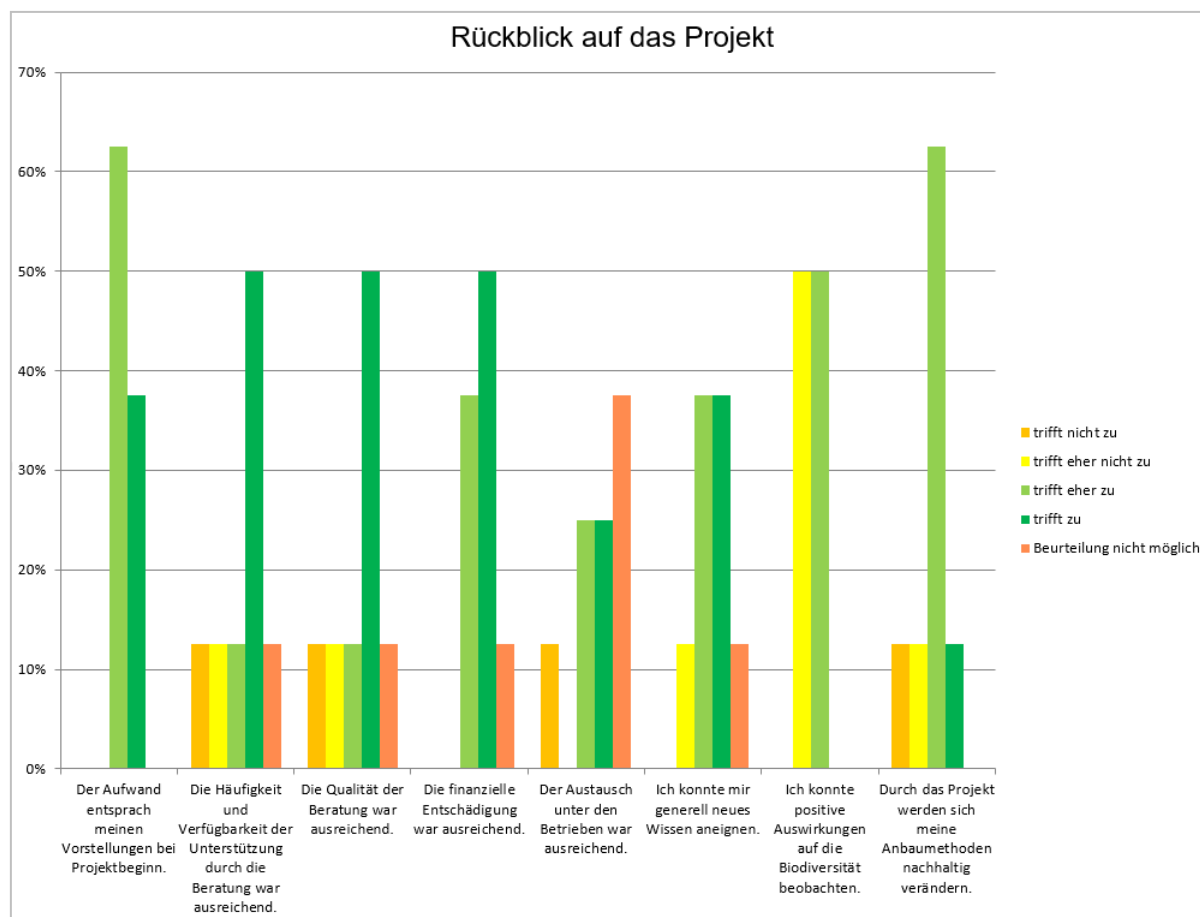


Abb. 14. Projektüberblick und differenzierte Beurteilung des Ressourcenprojekts.

6. Beurteilung Umsetzungsstand

6.1 Weitsaat im Winterweizen

Die im Projekt angewandte Weitsaat im Winterweizen (Muster mit mind. einer Nist- und einer Landebahn pro Arbeitsbreite) ist agronomisch gut umsetzbar; mit unserem Saatmuster gab es keine nennenswerten Ertragseinbußen. Die Aufrechterhaltung und grossflächige Weiterführung der Massnahme ist ab 2023 durch den BFF-Typ «Getreide in weiter Reihe» als Bundesmassnahme gewährleistet.

Unsere Weitsaat zeigte positive Effekte bei der funktionellen Biodiversität. Jedoch liegen diese Resultate in puncto Artenzahl und Aktivitätsdichten insgesamt deutlich unter denen aus Buntbrachen und Säumen auf Ackerland (Pfiffner und Luka 2000; Luka et al. 2006). Für einen effektiven Mehrwert für die Biodiversität muss Getreide in weiter Reihe somit deutlich extensiviert angebaut werden. Ein Projekt aus Deutschland zeigt deutlich positive Effekte auf Arthropoden und Feldvögel; dieses «Weite-Reihe-Getreide» wird jedoch ohne Herbizid und Insektizid angebaut und mit verminderter Saatstärke und Düngung (jeweils 50–70 % der üblichen Menge). Zur Ansaat des Getreides wird eine blühende, leguminosenreiche Untersaat (Beisat) etabliert. Die Ertragsminderung liegt bei dieser Art Weite-Reihe-Getreide bei durchschnittlich 15 bis 25 %. Die Untersuchungen laufen deutschlandweit auf 60 konventionell wirtschaftenden Betrieben in Winterweizen und Sommergerste (Oppermann et al. 2022).

Unsere Resultate zeigen, dass Feldlerchen insbesondere die breiteren «Landebahnen» von mind. 37 cm Breite nutzten. In einem normal intensiv geführten Winterweizen sollte deshalb diese Breite nicht unterschritten werden. Unsere Untersuchungen beschränken sich auf Winterweizen. Von der

Implementierung einer Weitsaat in Wintergerste und Triticale raten wir dennoch ab, da diese Getreide stark bestocken und schon früh in der Brutsaison zu dicht wachsen (Stöckli et al. 2006).

Die quantitativen Ziele bezüglich erhöhten Dichten von Nützlingen (+ 25 %) auf den Weitsaatfeldern im Vergleich zu herkömmlich bewirtschafteten Feldern wurden grossmehrheitlich erreicht. Die Aktivitätsdichte von samenfressenden Laufkäfern erhöhte sich um 46 bzw. 31 % auf Massnahmenflächen, je nachdem ob im offenen Streifen oder den dichten Zwischenbereichen der Massnahmenflächen beprobt wurde. Zudem kamen mehr grosse samenfressende Laufkäfer vor. Die Aktivitätsdichte von fleischfressenden Laufkäfern (potenzielle natürliche Feinde des Getreidehähnchens) auf Massnahmenflächen war unverändert, aber die Diversität in dieser Gemeinschaft war erhöht und es kamen ebenfalls mehr grosse Individuen vor. In den Fressleistungsexperimenten konnte gezeigt werden, dass sich die oben genannten veränderten Parameter positiv auf stärkere Prädationsraten von Schädlingen und Unkrautsamen auswirkten. Damit einhergehend fanden wir um 56 bzw. 33 % verringerte Pflanzenschäden in Massnahmenfeldern und die Getreidehähnchendichte war um 52 bzw. 34 % verringert. Da es zu keinen Ertrags-einbussen durch das Weitsaatmuster im Winterweizen kommt, bietet unsere Massnahme das Potenzial, Pestizideinsätze im Winterweizen zu reduzieren (ecological replacement). Dies müsste weiter untersucht werden.

Die In-crop Massnahme «Getreide in weiter Reihe» allein reicht nicht, um die Biodiversität und insbesondere die UZL-Arten zu fördern. Es braucht einen Mindestanteil an hochwertigen, mehrjährigen BFF auf Acker (Hagist et al. 2023; Meichtry-Stier et al. 2014).

6.2 Mais mit Untersaat

Im Gegensatz zu Winterweizen ist Mais keine heimische Kultur und hat einen höheren Wärmeanspruch (Hatfield et al. 2012). Ebenso reagiert der Mais empfindlich auf Konkurrenz um die Wachstumsfaktoren, insbesondere während der Jugendentwicklung (Page et al. 2012). Entsprechend hat sich eine zeitbezogene Schadschwelle etabliert, bei der der Mais zwischen dem 2- bis 4- und dem 6- bis 8-Blatt-Stadium frei von Konkurrenz durch Begleitpflanzen (Unkräuter und Untersaat) sein soll (Gantoli et al. 2013). Deshalb besteht in Maissystemen mit Untersaat grundsätzlich ein Zielkonflikt zwischen der Ertragsbildung und dem Einsatz von ökologischen Massnahmen wie Untersaaten. In der landwirtschaftlichen Praxis wird dieser Zielkonflikt häufig durch Unkrautbekämpfung (mechanisch, chemisch) bis zum ca. 6-Blatt-Stadium und durch Ansaat der Untersaat zum spätmöglichsten Zeitpunkt entschärft. Bei unseren vorgeschlagenen Massnahmen zur Förderung der Biodiversität im intensiven Maisanbau soll aber die Untersaat zu einem frühestmöglichsten Zeitpunkt etabliert werden, wobei der Boden nach der Ansaat zwecks Schutzes der Zielorganismen nicht mehr bearbeitet werden darf. Entsprechend fehlten zu Beginn des Projektes die langjährigen Erfahrungen mit diesem neuen Ansatz. Also mussten die vorgeschlagenen Massnahmen laufend angepasst werden mit dem Resultat, dass zwar einige erfolgsversprechende Abfolgen von Kulturmassnahmen vorgeschlagen werden, diese aber bis jetzt nicht grossflächig getestet werden konnten. Diese Massnahmen-Optionen wurden in Merkblättern zusammengefasst und veröffentlicht. Somit konnten die Einflüsse von verschiedenen Klimabedingungen, Bodenarten, Fruchtfolgen und Anbautechniken noch nicht abschliessend quantifiziert werden.

Die im Praxistransfer (Anhang) aufgeführte Massnahme «V50: Saat Untersaat im Vorjahr und räumliche Trennung von Gründüngung und Untersaat» bietet gleichzeitig guten Schutz vor Erosion und einen Mehrwert für Biodiversität. Die Auswertungen bezüglich funktioneller Biodiversität in der Massnahme «Mais mit Untersaat» stehen noch aus. Bezüglich Feldlerche können keine quantitativen Schlussfolgerungen gezogen werden. Es wurden während der Feldarbeit 2019 bis und mit 2022 nur vier Nester in Mais Massnahmenfeldern gefunden. Nach einem ersten Brutversuch im Winterweizen wichen die Feldlerchen in unterschiedliche andere Frühlingssaaten aus (Hackfrüchte, Gemüse u.ä.). Wenn sich die Untersaat wie geplant etabliert, bietet die Massnahme sehr wertvolle zusätzliche Nistmöglichkeiten. Wenn die Untersaat nicht zeitnah nach der Maissaat gesät wird oder verzögert aufläuft (z.B. bei längerer

Trockenheit), bietet sie nicht genügend Deckung, und die Feldlerche weicht auf andere Kulturen aus. Ökologisch verbessert werden könnte die Massnahme, wenn die Untersaat im Spätsommer/Herbst mit abfrierender Deckfrucht gesät wird (Unkrautunterdrückung) und eine blütenreiche Mischung als Untersaat verwendet wird (Redwitz et al. 2019). Auf der anderen Seite zeigten unsere mehrjährigen Beobachtungen, dass generell mit einem Minderertrag von mindestens 10 % gerechnet werden muss. In den meisten Fällen führt dies dazu, dass die Massnahme an sich nicht selbsttragend ist.

7. Fazit über das gesamte Projekt

Ziel des Projekts war es, ressourcenschonende und biodiversitätsfördernde Anbaumethoden im Winterweizen und Mais so weit zu optimieren, dass sie als gute fachliche Praxis in der Schweiz grossflächig umgesetzt werden können. Im Winterweizen wurde dieses Ziel erreicht, beim Mais besteht noch Handlungsbedarf bei der Umsetzung der vorgeschlagenen Massnahmen.

Unser Ressourcenprojekt ist ein Projekt an der Schnittstelle Agronomie – Ökologie mit Lerncharakter für beide Seiten. Das Versuchsdesign mit Fokus- und Satellitenbetrieben sowie einer Vielzahl unterschiedlicher Datenaufnahmen agronomischer, ökologischer und sozioökonomischer Art war ambitioniert. Die Integration einer Dissertation ermöglichte einerseits eine umfangreiche Datenaufnahme. Andererseits beanspruchte diese Arbeit mit ihrem hohen wissenschaftlichen Anspruch letztlich auch mehr zeitliche und finanzielle Ressourcen als geplant.

Die Massnahme «Weitsaat im Winterweizen» mit dem beschriebenen Saadmuster ist unter konventionellen wie auch extensiveren Anbauverfahren agronomisch und ökonomisch praxistauglich. Auch wurden positive Effekte auf die funktionelle Biodiversität und die Feldlerche gefunden. Allerdings müssen diese Resultate im Kontext mit anderen Biodiversitätsfördermassnahmen gesehen werden, in diesem Fall insbesondere mit den BFF auf Acker. Eine relativ niederschwellige «in-crop» Massnahme wie die im vorliegenden Projekt untersuchte Weitsaat ermöglicht positive ökologische Effekte mit verhältnismässig geringem Aufwand und Risiko zu generieren. Sie hat aber ein deutlich geringeres Potenzial zur Förderung der UZL-Arten als BFF auf Acker wie z.B. Buntbrachen (Pfiffner und Luka 2000). Aus deutschen Studien geht hervor, dass der Anbau von Weite-Reihe-Getreide deutlich extensiviert werden muss, damit die Biodiversität umfassender profitiert (Illner et al. 2004; Oppermann et al. 2022; Joest 2018). Unseres Wissens gibt es aus der Schweiz keinen anderen Datensatz zu den Effekten von weitgesättem Getreide auf Arthropoden. In der Vorbereitung zur Einführung der Bundesmassnahme «Getreide in weiter Reihe» waren unsere Daten deshalb entsprechend nachgefragt. Der zwischenzeitlich in mehreren Kantonen ab 2019 eingeführte regionsspezifische BFF-Typ 16 (ebenfalls «Getreide in weiter Reihe» genannt) führte in unserem Studiengebiet (Kantone Bern und Solothurn) zu einer Konkurrenz mit unserem Weitsaadmuster. Die Einführung einer Bundesmassnahme ab 2023 führt nun andererseits, wenn auch in abgeänderter Form, zu einer grossflächigen Weiterführung dieser Massnahme. Störend ist allerdings, dass auf dieser als BFF geltenden Massnahme flächig PSM eingesetzt werden dürfen. Dieser flächige Einsatz ist in keiner einzigen anderen BFF erlaubt (Art. 58 Abs. 4). Aus diesem Grund und weil sich bei einer GiwR QI Ertragseinbussen relativ gering sind, wäre eine Abgeltung über Produktionssystembeiträge, wie wir das vorgeschlagen hatten, anstatt über BFF-Beiträge passend gewesen.

Ursprünglich war aus unserer Sicht folgendes modulares Massnahmensystem mit beitragsmässig additiven und sich in der Wirkung ergänzenden Massnahmen angedacht:

1. Modul: Anlage Weitsaatmuster im konventionellen ÖLN-Anbau;
2. Modul: Extensoanbau (Extenso- oder Bio- Richtlinien);
3. Modul: Zusätzliche Extensivierungsschritte über BFF-Typ 16 Weite Saat (reduzierte Saatgutmenge, reduzierte Düngermenge, Optimierung PSM, keine oder minimal mechanische Unkrautbekämpfung).

Die Module 1 und 2 wären zudem mit Massnahmen zur schonenden Bodenbearbeitung (ehem. Ressourceneffizienzbeiträge REB, neu Produktionssystembeiträge) und angemessene Bedeckung des Bodens kombinierbar gewesen, was ein Mehrfachnutzen der angebotenen Förderbeiträge ermöglicht hätte.

Für den Maisanbau wäre denkbar, ein analoges modulares Massnahmensystem (konservierender Anbau, Herbizidverzicht, Begrünungsvarianten) mit einem zusätzlichen Massnahmentyp «Mais mit Blühstreifen» zu etablieren. In Deutschland wurden entsprechende Massnahmen untersucht (Hoffmann und Wittchen 2018).

Beide Massnahmen, Weitsaat im Winterweizen und Mais mit Untersaat, schaffen wichtige Synergien zwischen Produktion, Ressourcenschutz und Biodiversitätsförderung. Finanzielle Anreize sind wichtig, ebenso wichtig ist aber, dass die Landwirte die systemischen Zusammenhänge verstehen und bereit sind, wenig ressourcenschonende und biodiversitätsschädigende Anbaupraktiken zu ersetzen. So fördert z.B. der Einsatz des Pfluges kombiniert mit intensiver mechanischer Unkrautbekämpfung nicht nur die Bodenerosion, sondern ist auch biodiversitätsschädigend, Nester von Bodenbrütern werden zerstört. Zwischen den Saatreihen ist in solchen Systemen der Boden unbegrünt, was eine neue Nestanlage praktisch verunmöglicht. Weiterer Handlungsbedarf besteht darin, dass auf solche negativen Auswirkungen in der Ausbildung und Beratung vermehrt eingegangen werden sollte. Gleichzeitig sollen agrarökologisch optimierte Verfahren und v.a. auch das Potenzial von Synergien in der Ausbildung und der Beratung verstärkt vermittelt werden, und die bäuerlichen Medien vermehrt über die positiven Auswirkungen berichten.

Um die hier beschriebenen Massnahmen in Winterweizen und Mais langfristig umsetzen zu können, empfehlen wir mit Nachdruck die Anwendung von Anbausystemen mit geregelter Fruchtfolge sowie konservierenden, bodenschonenden Anbauverfahren, d.h. weitgehender Verzicht auf den Pflug und stattdessen Einsaaten in (auswinternden) Zwischenfrüchten. Direktsaaten, Streifensaaten und Mulchsaaten haben den Vorteil, dass mit gezielter Kombination mit Gründüngungen das Auflaufen von Unkräutern unterdrückt wird und – bei richtiger Anwendung der Anbautechnik – deutlich weniger Herbizide eingesetzt werden müssen. Eine Restverunkrautung unter der Schadschwelle ist für die Biodiversität sehr wertvoll.

Eine Beratung und eine Einbindung in einen Projektrahmen werden nötig bleiben, um die Landwirte zur grossräumigeren Umsetzung von Mais mit Untersaat zu motivieren. Dies kann im Rahmen von regionalen Projekten (regionale landwirtschaftliche Strategie RLS, Vernetzungsprojekte) geschehen.

8. Projektleitung

Das Projektteam:

Schweizerische Vogelwarte

Judith Zellweger-Fischer, judith.zellweger@vogelwarte.ch

Hubert Schürmann, hubert.schuermann@vogelwarte.ch

HAFL

Dr. Bernhard Streit, bernhard.streit@bfh.ch

David Kilchenmann, david.kilchenmann@bfh.ch

Universität Bern

PD Dr. Eva Knop, eva.knop@ieu.uzh.ch

Sina Blösch, sina.bloesch@bfh.ch (Doktorandin)

AGRIDEA (Akzeptanzanalyse)

Corinne Zurbrügg, corinne.zurbruegg@agridea.ch

9. Literaturverzeichnis

- Baumgartner, Hanspeter, (2020). Das Dilemma des bodenschonenden Maisanbaus. *Die Umwelt* 1/20, 52-55.
- Blösch, Sina; Albrecht, Matthias; Jenny, Markus; Streit, Bernhard; Knop, Eva (2023): Rows make the field. Winter wheat fields with manipulated crop architecture show potential for ecological intensification based on higher natural pest and weed seed control. In: *Agricult. Ecosyst. Environ.* 348 (4), S. 108404. DOI: 10.1016/j.agee.2023.108404.
- ECOTEC, Genève (2018): Schweizer Feldhasenmonitoring 2018. Hg. v. ECOTEC. Genève. Online verfügbar unter www.ecotec.ch, zuletzt geprüft am 09.01.2019.
- Gantoli, G., Ayala, V. R., & Gerhards, R. (2013). Determination of the Critical Period for Weed Control in Corn. *Weed Technology*, 27(1), 63–71. <http://www.jstor.org/stable/23358308>
- Hagist, Dominik; Birrer, Simon; Schürmann, Hubert (2023): Ökologischer Nutzen von Biodiversitätsförderflächen auf Acker. Faktenblatt. Schweizerische Vogelwarte. Sempach.
- Hatfield, J.L., Boote, K.J., Kimball, B.A., Ziska, L.H., Izaurralde, R.C., Ort, D., Thomson, A.M. and Wolfe, D. (2011), Climate Impacts on Agriculture: Implications for Crop Production. *Agron. J.*, 103: 351-370. <https://doi.org/10.2134/agronj2010.0303>
- Hoffmann, Jörg; Wittchen, Udo (2018): Abschätzung der Habitatwirkung veränderter Produktionsverfahren auf Indikatorvogelarten der Ackerbauggebiete im Forschungsvorhaben „Maisanbau für hohen Ertrag und biologische Vielfalt“ am Beispiel der Feldlerche (*Alauda arvensis*). Berichte aus dem Julius Kühn-Institut 195. Julius Kühn-Institut, Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen. Braunschweig.
- Illner, Hubertus; Salm, Petra; Braband, D. (2004): Modellvorhaben "Extensivierte Ackerstreifen im Kreis Soest". Ein Projekt zum Erhalt und zur Förderung typischer Lebensgemeinschaften der intensiv ackerbaulich genutzten Landschaften. In: *LÖBF-Mitteilungen* 2/04, S. 33–39.
- Jenny, Markus; Michler, Stephanie P. M.; Zellweger-Fischer, Judith; Birrer, Simon; Spaar, Reto (2014): Feldlerchen fördern. Faktenblatt. Sempach: Schweizerische Vogelwarte.
- Jenny, Markus; Weibel, Urs; Lugrin, Bernard; Josephy, Barbara; Regamey, Jean-Laurent; Zbinden, Niklaus (2002): Rebhuhn. Schlussbericht 1991–2000: Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern, und Schweizerische Vogelwarte, Sempach (Schriftenreihe Umwelt).
- Joest, Ralf (2018): Wie wirksam sind Vertragsnaturschutzmassnahmen für Feldvögel? Untersuchungen an Feldlerchenfenstern, extensivierten Getreideäckern und Ackerbrachen in der Hellwegbörde (NRW). In: *Vogelwelt* 138, S. 109–121.
- Luka, Henryk; Uehlinger, Gabriela; Pfiffner, Lukas; Mühlethaler, Roland; Blick, Theo (2006): Säume wirken sich positiv auf die Gliedertiere aus. In: *Agrarforsch.* 13 (9), S. 386–391.
- Meichtry-Stier, Kim Silvana; Jenny, Markus; Zellweger-Fischer, Judith; Birrer, Simon (2014): Impact of landscape improvement by agri-environment scheme options on densities of characteristic farmland bird species and brown hare (*Lepus europaeus*). In: *Agricult. Ecosyst. Environ.* 189, S. 101–109. DOI: 10.1016/j.agee.2014.02.038.
- Oppermann, Rainer; Chalwatzis, Doris; Wangert, Susanne; Pfister, Sonja; Klöble, Ulrike; Bukhovets, Oksana (2022): Weite-Reihe-Getreide mit blühender Untersaat. Zwischenergebnisse 2022. Institut für Agrarökologie und Biodiversität; Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft. Mannheim, Darmstadt.
- Page, E. R., Cerrudo, D., Westra, P., Loux, M., Smith, K., Foresman, C., Wright, H., & Swanton, C. J. (2012). Why Early Season Weed Control Is Important in Maize. *Weed Science*, 60(3), 423–430. <http://www.jstor.org/stable/23264210>

- Pfiffner, Lukas; Luka, Henryk (2000): Effekte ökologischer Ausgleichsflächen auf die Laufkäferfauna. In: *Agrarforsch.* 7 (5), S. 212–217.
- Phalan, B.; Balmford, A.; Green, R. E.; Scharlemann, J. P. W. (2011): Minimising the harm to biodiversity of producing more food globally. In: *Food Policy* 36, S. 62–71.
- Redwitz, Christoph von; Glemnitz, Michael; Hoffmann, Jörg; Brose, Ruth; Verch, Gernot; Barkusky, Dietmar et al. (2019): Microsegregation in Maize Cropping - a Chance to Improve Farmland Biodiversity. In: *Gesunde Pflanzen* 71 (2), S. 87–102. DOI: 10.1007/s10343-019-00457-7.
- Savanovic, Nemanja (2021): Drone Ecology: A new method of detecting skylark nests in crop fields. Master's Thesis. Universität Zürich, Zürich.
- Stöckli, Sibylle; Jenny, Markus; Spaar, Reto (2006): Eignung von landwirtschaftlichen Kulturen und Mikrohabitat-Strukturen für brütende Feldlerchen *Alauda arvensis* in einem intensiv bewirtschafteten Ackerbaugebiet. In: *Ornithol. Beob.* 103 (3), S. 145–158.
- Stucki, Marcel; Fehlberg, Francesca (2022): Suche von Feldlerchennestern mittels Wärmebilddrohne. Eine intuitive Einführung in die Physik der wichtigsten Flugparameter. Schweizerische Vogelwarte. Sempach.
- Weber, Darius (2017): Feldhasen fördern funktioniert! Schlussfolgerungen aus dem Projekt HOPP HASE in der Nordwestschweiz. Bern: Haupt Verlag (Bristol-Schriftenreihe, Band 53).

Anhang: Datenübersicht

Tabelle A1. Übersicht über alle im Projekt erhobenen Daten

Themenbereich	Daten zu	Kultur	Methode	Ort (Fokus / Satellitenbetriebe)	Erhebungszeitraum
Massnahme		Weizen	Weitsaatmuster mit Lande- und Nistbahnen	Fokus u. Satelliten	2017–2024
		Mais	Mais mit Untersaat. Anfänglich flächig, danach mit streifiger Untersaat (Änderungsantrag)	Fokus u. Satelliten	2019–2023
Agronomie					
	Ertrag	Weizen u. Mais	Mähdrescher Ertragskarte	Fokus	2017–2022
	Ertrag	Weizen u. Mais	Stichproben; Hand-Dreschmaschine	Satelliten	2019–2022
	Unkrautdruck	Weizen und Mais	Visuelle Bonitur: Bodenbedeckungsgrad % im Frühling und kurz vor/nach der Ernte	Fokus u. Satelliten	2017–2022 2019–2022
	Mykotoxine	Weizen	Stichproben; Laboruntersuchungen	Satelliten	2018–2019
Ökologie					
	Feldlerche				
	<i>Vogelwarte</i>	ganzräumig	Revierkartierungen	Fokus	2015–2023
	<i>Dissertation</i>	Weizen u. Mais	Nestersuche durch Beobachten und Schleppseil	Fokus	2019–2022
	<i>Masterarbeit</i>	Weizen u. Mais	Nestersuche mit Drohne	Fokus	2020–2022
	<i>Dissertation</i>	Weizen u. Mais	Lage der Nester (mit Vegetationsaufnahmen an Neststandorten)	Fokus	2019–2022

Themenbereich	Daten zu	Kultur	Methode	Ort (Fokus / Satellitenbetriebe)	Erhebungszeitraum
	<i>Dissertation</i>	Weizen u. Mais	Nestlingsentwicklung: Gewicht, Tarsuslänge	Fokus	2019–2022
	<i>Dissertation</i>	Weizen u. Mais	Fütterung u. Prädation mit Videoaufnahmen (Spycams)	Fokus	2019/20
Feldhase					
	<i>Vogelwarte</i>	ganzräumig	2 Scheinwerferzählungen pro Jahr im Februar/März (Ausfall 2021 und 2022 aufgrund Corona)	Fokus	2015–2023
Arthropoden					
	<i>Dissertation</i>	Weizen u. Mais	Abundanz u. Diversität epigealer Arten mit Bodenfallen; fliegende Arten mit Sweep Net (letzteres nur in Weizen)	Fokus u. Satelliten	2019/20
	<i>Dissertation</i>	Weizen u. Mais	Aktivität Bodenlebewesen (decomposition rates mit Tea Bag Index)	Fokus u. Satelliten	2020
	<i>Dissertation</i>	Weizen	Schädlingsdichte und Pflanzenschäden	Fokus u. Satelliten	2020
	<i>Dissertation</i>	Weizen	Natürliche Schädlingskontrolle mit <i>Calliphora</i> Larven/Puppen	Fokus u. Satelliten	2020
	<i>Dissertation</i>	Weizen	Natürliche Kontrolle von Unkräutern mit Samenkärtchen	Fokus u. Satelliten	2020
Vegetation					
	<i>Dissertation</i>	Weizen u. Mais	Vegetationsaufnahmen (Massnahme- im Vergleich zu Kontrollbereichen)	Fokus u. Satelliten	2019/20
	<i>Dissertation</i>	Weizen u. Mais	Landschaftskontext in einem Radius von 300 m	Fokus u. Satelliten	2019/20
Beratung					
		Weizen u. Mais	Betriebsbesuche, Erfahrungsaustausch 1-mal pro Jahr	Fokus u. Satelliten	2017–2024
Akzeptanz-analyse					
		Weizen u. Mais	Fragebogen	Fokus u. Satelliten	2018–2024