

## **7. Resultate des Wirkungsmonitorings**

Der vorliegende Bericht ist ein Auszug aus dem Zwischenbericht für das BLW und zeigt die Ergebnisse des Monitorings, das in den ersten 2.5 Jahren von PestiRed durchgeführt wurde, d.h. zwischen dem 1. Juli 2019 und dem 31. Dezember 2021 in zwei Hauptkulturen der jeweiligen Fruchtfolge (Erntejahre 2020 und 2021).

### **7.1 Reduktion des Einsatzes von PSM um 75%**

#### **7.1.1 Methodik**

Alle LandwirtInnen erfassen jedes Jahr genaue Informationen zur Anwendung aller PSM auf den innovativen und Kontrollparzellen (Datum, Produkt, Dosis, Ziel). Informationen zum Einsatz von PSM während der drei Jahre vor Projektbeginn (2017-2019) auf denselben Parzellen wurden ebenfalls erhoben.

Der Einsatz von PSM wird anhand von drei Indikatoren gemessen: a) ein Behandlungsindex (IFT, Indice de fréquence des traitements), b) die Anzahl der Behandlungen, c) die Menge des ausgebrachten Wirkstoffs pro ha. Diese Indikatoren werden am Ende des Projekts mit einem einfachen Index der Gefährlichkeit/Toxizität gewichtet.

In diesem Zwischenbericht werden nur die Ergebnisse des IFT gezeigt. Dieser Indikator erfasst die Anwendungshäufigkeit der zugelassenen Aufwandmenge pro PSM. Der IFT pro Produkt ist das Verhältnis zwischen der real angewendeten Aufwandmenge und der maximal zugelassenen Aufwandmenge, multipliziert mit dem Verhältnis zwischen der behandelten Fläche und der Gesamtfläche der Parzelle. Der IFT einer Parzelle ist die Summe der IFT jedes PSM Produkts. Der IFT einer Kultur ist der Durchschnitt der IFT der Parzellen mit der gleichen Kultur.

Um die Reduktion des PSM-Einsatzes zu analysieren, wird der durchschnittliche IFT der innovativen Parzellen mit dem durchschnittlichen IFT der Kontrollparzellen sowie mit dem durchschnittlichen Referenz-IFT auf denselben Parzellen vor Beginn des Projekts verglichen. Eine dritte Ebene des Vergleichs mit regionalen IFTs, die auf den Daten des Agrarumweltmonitorings basieren, wird am Ende des Projekts durchgeführt und in diesem Zwischenbericht nicht präsentiert.

## 7.1.2 Resultate

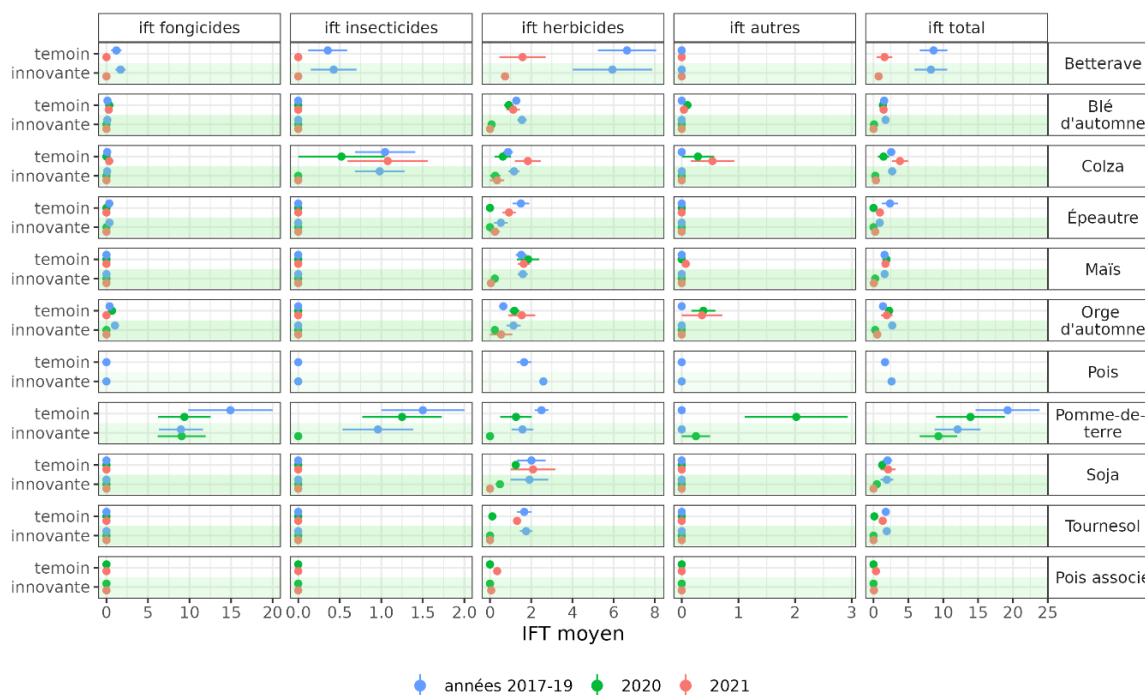


Abb. 1: Vergleich der IFT für Herbizide, Fungizide, Insektizide und andere Behandlungen (Regulatoren, Krautvernichtung, Schneckenbekämpfung) in innovativen (innovante) und Kontrollparzellen (temoin) in den Jahren 2020 und 2021 sowie in Referenzparzellen vor Projektbeginn 2017-2019 (Mittelwert).

Die IFT-Werte der Kontrollparzellen (temoin) sind etwas niedriger als die IFT-Werte der Referenz (années 2017-2019) bzw. für jede Kultur, aber es gibt keine nennenswerten Unterschiede zwischen den künftigen Kontroll- respektive innovativen Parzellen, ausser bei Kartoffeln, bei denen die künftigen innovativen Parzellen vor Beginn des Projekts weniger behandelt wurden (Abb. 1). Zum Beispiel wurden die Rapsparzellen, die im Projekt zu innovativen Parzellen wurden, vor Projektbeginn (2017-2019) durchschnittlich 0.98-mal<sup>1</sup> mit Insektiziden mit der zugelassenen Aufwandmenge behandelt, seit Projektbeginn wurden sie jedoch nicht mehr mit Insektiziden behandelt; die Parzellen, die zu Kontrollparzellen wurden, wurden vor Projektbeginn durchschnittlich 1.04-mal behandelt und in den Jahren 2020 und 2021 jeweils 0.52 respektive 1.08 Mal. Die niedrigeren Werte der Kontrollparzellen im Vergleich zu den Referenzjahren sind bei Dinkel, Sonnenblumen, Zuckerrüben und Kartoffeln ausgeprägt. Dies hat folgende Gründe: Auf den Dinkel-Referenzparzellen wurden mehr Herbizidanwendungen sowie Fungizidanwendungen durchgeführt. Von den Sonnenblumen-Kontrollparzellen wurden zwei nicht behandelt, die anderen vier Parzellen wurden mit Herbiziden in geringerer Dosis im Nachauflauf und in zwei Parzellen wurde eine Bandbehandlung durchgeführt, während in den Sonnenblumen-Referenzparzellen die Unkrautbekämpfung im Vorauflauf, der Glyphosatanwendungen vorausgingen, überwiegt. Bei den Kontrollparzellen für Rüben erklärt die angewandte Conviso-Strategie den niedrigeren IFT als bei den Referenzparzellen für diese Kultur, bei denen diese Strategie noch nicht angewandt wurde. Bei Kartoffeln war der Einsatz von Fungiziden und Insektiziden in den Referenzparzellen höher.

<sup>1</sup> Berechnung des Mittelwerts (Beispiel) : 1 Parzelle mit 3 Behandlungen, 4 zu 2, 1 zu 1, 1 zu 0.75 (reduzierte Dosis) und 6 zu 0.

Die IFT der innovativen Parzellen bestehen zu 100 % aus den IFT für Herbizide, ausser bei Kartoffeln, wo der Einsatz von Fungiziden weiterhin hoch ist, und bei Sonnenblumen, wo Schneckenbekämpfungsmittel eingesetzt wurden.

| Kultur<br>(Anzahl der innovativen und Kontrollparzellen 2020-2021,<br>Anzahl der Referenzparzellen 2017-2019) | Reduktion IFT<br>Innovative/Kontrollparzelle<br>(2020-2021) | Reduktion IFT<br>Innovative (2020-2021) / Referenz<br>(2017-2019) |
|---|---|---|
| Erbsen (9, 5)   | 100%  | 100%  |
| Erbsen-Gerste (9, 0)  | 94%   | -   |
| Mais (18, 29)   | 94%   | 94%   |
| Weizen (26, 61)   | 93%   | 94%   |
| Raps (18, 28)   | 86%   | 88%   |
| Gerste (20, 15)   | 82%   | 84%   |
| Sojabohnen (4, 7)   | 79%   | 79%   |
| Dinkel (7, 8)   | 74%   | 90%   |
| Sonnenblume (6, 12)   | 58%   | 82%   |
| Zuckerrüben (5, 11)   | 47%   | 85%   |
| Kartoffeln (4, 7)   | 33%   | 37%   |

Tab. 1: Reduktion des IFT in Prozent pro Kultur zwischen den innovativen Parzellen und der Kontrolle sowie zwischen den innovativen Parzellen und der Referenz vor dem Projekt.

Bei acht der zehn in PestiRed angebauten Kulturen (Tab. 1) wurde der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln auf der innovativen Parzelle gegenüber der Kontrollparzelle um 75% reduziert: Erbsen und Erbsen-Gerste-Mischungen, Mais, Weizen, Gerste, Raps, Soja und Dinkel. Bei sechs Kulturen beträgt die Reduktion mehr als 80 %. Bei drei Kulturen (Zuckerrüben, Kartoffeln und Sonnenblumen) wurde das Ziel nicht erreicht.

Die prozentuale Reduktion zwischen den IFT der innovativen Parzellen und den IFT der Referenz 2017-2019 zeigt ähnliche Ergebnisse. In diesem Fall erreicht jedoch nur eine Kultur (Kartoffel) das erwartete Reduktionsniveau nicht; dies aufgrund des Fungizideinsatzes, der in den innovativen Parzellen nicht abnimmt.

Die Reduktion bei Zuckerrüben, Dinkel und Sonnenblumen ist höher als beim Vergleich IFT der Kontrollparzellen / innovative Parzelle. Dies ist auf die relativ niedrigen IFT für diese Kulturen in den Kontrollparzellen zurückzuführen.

### 7.1.3 Diskussion der Ergebnisse

Es ist schwierig für die LandwirtInnen, auf den Kontrollparzellen ein hohes Niveau der Pflanzenschutzmittelanwendungen beizubehalten, während sie auf den innovativen Parzellen den PSM-Einsatz stark reduzieren. In diesem Sinne ist der Vergleich des IFT der innovativen Parzellen mit demjenigen der Referenzparzellen zu Beginn des Projekts aussagekräftiger.

Was den Einsatz von Fungiziden bei Kartoffeln betrifft, so kann deren Reduktion nur durch die Wahl toleranter Sorten erreicht werden. Das Fehlen von Absatzmöglichkeiten für diese Sorten behindert jedoch das Erreichen des Projektziels erheblich.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die LandwirtInne den Einsatz von PSM in allen Kulturen ausser bei Kartoffeln um mindestens 75 % reduziert haben. Der Einsatz von Fungiziden, Insektiziden und Phytoregulatoren wurde in den innovativen Parzellen des Projekts vollständig eingestellt (ausser bei Kartoffeln).

## 7.2 Ertragsverluste von weniger als 10%

### 7.2.1 Methodik

Die PestiRed-TeilnehmerInnen erfassen alle durchgeführten Arbeiten im Feldkalender: Angaben zu Maschinen, Arbeitszeit, Unternehmerkosten und direkte Kosten (Material). Agroscope berechnet die Maschinenkosten (mit Tractoscope) und die Arbeitskosten. Weitere Informationen werden von den LandwirtInnen separat übermittelt (Erträge, Preise, Direktzahlungen).

Agroscope berechnet dann die Deckungsbeiträge (DB, eine Art ökonomischer Ertrag, in Fr./ha) der innovativen und Kontrollparzellen, indem die Gesamtkosten (Maschinen, Unternehmer, Arbeit, Direktzahlungen) von der Summe der erzielten Leistungen abgezogen werden.

### 7.2.2 Ergebnisse

Die DB-Berechnung ist nur für das Jahr 2020 verfügbar, da die endgültigen Preise für 2021 zum Zeitpunkt der Erstellung dieses Berichts noch nicht vorlagen. Hier werden somit lediglich die Kosten 2020-2021 der Parzellen verglichen.

Tab. 2 zeigt die prozentualen Unterschiede der durchschnittlichen DB pro Kultur, pro Parzelle und für das Jahr 2020. Verschiedene Kulturen sind nicht aufgeführt, da sie nicht repräsentativ sind (z. B. zu geringe Anzahl an Betrieben oder die Ernteprodukte wurden nicht verkauft). Es ist anzumerken, dass ausser bei Weizen die Anzahl der Betriebe sehr gering ist ( $\leq 5$ ), was Extremsituationen ein hohes Gewicht verleiht. Die Ergebnisse sind deshalb vorsichtig zu interpretieren.

| Kultur        | Anzahl Betriebe | Innovative P. (I) | Differenz DB* | Kontrollparzelle (T) |
|---------------|-----------------|-------------------|---------------|----------------------|
| Weizen        | 13              | I                 | ≈             | T                    |
| Raps          | 5               | I                 | ≈             | T                    |
| Futtergerste* | 4               | I                 | <             | T                    |
| Kartoffeln    | 4               | I                 | <<<           | T                    |
| Dinkel        | 3               | I                 | <<<           | T                    |
| Sonnenblumen  | 3               | I                 | ≈             | T                    |

\*≈ +/-10%, < -10 bis -20%, << -20 bis -30% ; <<< -30%.

*Kunstwiesen, Körner- und Silomais, Gerstenmischungen, Zuckerrüben und Erbsen sind nicht aufgeführt. Es wurden nur Betriebe berücksichtigt, die ihre Endpreise lieferten. Blühstreifen wurden im DB in Fr./ha berücksichtigt.*

*\*Brauergeste und Saatgerste wurden nicht berücksichtigt (unterschiedliche Verkaufspreise).*

Tab. 2 Differenz der Deckungsbeiträge (2020)

Die Differenz der durchschnittlichen DB beträgt bei Weizen, Raps und Sonnenblumen ungefähr 10 % zwischen der innovativen und der Kontrollparzelle. Bei diesen Kulturen wird das Ziel, dass der wirtschaftliche Ertrag um maximal 10 % sinken darf, für das Jahr 2020 somit erreicht. Bei Gerste lag der Unterschied

zwischen der innovativen und der Kontrollparzelle zwischen -10 % und -20 %. Das wirtschaftliche Ziel wurde somit knapp verfehlt. Bei Kartoffeln und Dinkel beträgt der prozentuale Rückgang des Deckungsbeitrags der innovativen Parzelle im Vergleich zur Kontrollparzelle mehr als 30 %. Somit wurde das Ziel bei diesen beiden Kulturen verfehlt.

Es gibt keinen erkennbaren einheitlichen Trend, der zu einem niedrigeren oder höheren DB auf der innovativen Parzelle führt. Im Allgemeinen ist eine niedrigere Rentabilität auf den innovativen Parzellen auf niedrigere physische Erträge und/oder höhere Kosten zurückzuführen. Betriebe mit einem höheren DB auf der innovativen Parzelle konnten in einigen Fällen höhere Erträge und/oder niedrigere Kosten erzielen. Zusätzliche Direktzahlungen (z. B. Extenso) sowie Prämien (z. B. IP Suisse) können die Rentabilität verbessern.

Tab. 3 zeigt die Mittelwerte und Standardabweichungen der durchschnittlichen Totalen Kosten sowie die prozentualen Unterschiede der Mittelwerte für die ersten beiden Jahre des Projekts (2020-2021). Für Erbsen-Gerste-Mischungen, Zuckerrüben, Erbsen und Sonnenblumen sind die durchschnittlichen totalen Kosten auf der innovativen Parzelle niedriger. Bei Gerste, Raps und Dinkel sind die durchschnittlichen Totalen Kosten auf der innovativen Parzelle höher, bleiben aber unter 10 %. Bei Silomais, Weizen, Kartoffeln, Körnermais sowie Sojabohnen sind die durchschnittlichen Totalen Kosten auf dem innovativen Feld höher. Es ist jedoch zu beachten, dass die grössten Unterschiede oftmals bei den kleinsten Stichproben vorliegen (Soja, Körnermais, Kartoffeln sowie Gerstenerbsen und Zuckerrüben). Dies legt nahe, dass sich die Mittelwerte der Parzellen bei einer höheren Anzahl von Beobachtungen möglicherweise weniger stark unterscheiden. Die Standardabweichungen sind jedoch bei allen Kulturen sehr hoch, was die grosse Variabilität zwischen den Betrieben widerspiegelt.

| Kultur*       | Innovativ                         |                              | Kontrolle                         |                              | Differenz (%) | Anzahl Betriebe |
|---------------|-----------------------------------|------------------------------|-----------------------------------|------------------------------|---------------|-----------------|
|               | Durchschn. Totale Kosten (Fr./ha) | Standard-abweichung (Fr./ha) | Durchschn. Totale Kosten (Fr./ha) | Standard-abweichung (Fr./ha) |               |                 |
| Erbsen-Gerste | 1'214                             | 273                          | 1'430                             | 452                          | -15.1         | 7               |
| Zuckerrüben   | 3'078                             | 942                          | 3'279                             | 1'005                        | -6.1          | 5               |
| Erbsen        | 1'168                             | 321                          | 1'229                             | 373                          | -5.0          | 9               |
| Sonnenblume   | 1'348                             | 551                          | 1'396                             | 430                          | -3.4          | 6               |
| Gerste        | 1'596                             | 599                          | 1'552                             | 582                          | 2.8           | 17              |
| Raps          | 1'899                             | 722                          | 1'828                             | 427                          | 3.9           | 18              |
| Dinkel        | 1'671                             | 490                          | 1'557                             | 252                          | 7.3           | 7               |
| Silomais      | 2'527                             | 1'188                        | 2'290                             | 1'044                        | 10.3          | 15              |
| Weizen        | 1'770                             | 873                          | 1'581                             | 510                          | 12.0          | 26              |
| Kartoffeln    | 12'585                            | 1'224                        | 10'771                            | 1'923                        | 16.8          | 4               |
| Körnermais    | 2'683                             | 397                          | 2'109                             | 78                           | 27.2          | 3               |
| Soja          | 1'680                             | 604                          | 1'265                             | 398                          | 32.8          | 4               |

\*nicht aufgeführt sind Erbsen-Feberbohnen-Hafer-Gerste-Mischung und Kichererbsen (nur 1 Betrieb), sowie drei Betriebe mit Gerste auf der Kontrolle und einer Gersten-Erbsen-Mischung auf der innovativen Parzelle.

Tab. 3. Durchschnittliche Totale Kosten, Standardabweichung, Differenz der Totalen Kosten und Anzahl der Betriebe pro Parzelle und Kultur in den ersten beiden Jahren des Projekts (2020-2021).

Insgesamt sind die Maschinen- und Arbeitskosten auf der innovativen Parzelle aufgrund der mechanischen und manuellen Unkrautbekämpfung sowie der Bodenbearbeitung höher als auf der Kontrollparzelle. Die direkten Kosten (Material) sind auf den Kontrollparzellen generell höher, was auf die Behandlungskosten zurückzuführen ist. Allerdings gibt es, wie bei den DB 2020, noch keinen eindeutigen Trend für die Kosten 2020-2021 pro Kultur und Parzelle.

### **7.2.3 Diskussion**

Die grosse Variabilität der Daten, sowohl der DB 2020 als auch der Kosten 2020-2021, macht es schwierig, zuverlässige Aussagen zu treffen. So lassen sich zum Beispiel keine eindeutigen Trends bei der Senkung der Kosten und/oder der DB feststellen. Interessant ist jedoch, dass bei den Kosten die geringe Anzahl von Betrieben und die extremen Unterschieden zu korrelieren scheinen. Daher ist es wichtig, im Rahmen des Projekts mehr Daten zu erhalten, um unterscheidbare Trends erkennen und Unterschiede bei den DB und Kosten beobachten zu können.

Das wirtschaftliche Ziel von PestiRed wurde also teilweise erreicht. Allerdings handelt es sich, wie besprochen, um die Ergebnisse des ersten Projektjahres und die Daten sind sehr unterschiedlich. Die innovativen Parzellen kosten mehr oder weniger, das hängt von den Kulturen und noch mehr von den Betrieben ab. Die Endpreise sind jedoch notwendig, um beurteilen zu können, ob das wirtschaftliche Ziel erreicht wurde.

## **7.3 Landwirtschaftliche Praxis**

### **7.3.1 Methodik**

LandwirtInnen setzen eine Kombination von Massnahmen um, um den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln zu reduzieren. Es gibt vier Arten von Massnahmen: Kategorie A - vorbeugende Massnahmen zur Verringerung der Ausgangspopulationen von Schadorganismen (Bodenbearbeitung, Häckseln von Rückständen...usw.), Kategorie B - vorbeugende Vermeidungsmassnahmen (optimierte Aussaat, Zwischenfrüchte, tolerante Sorten...usw.), Kategorie C - nicht-chemische kurative Massnahmen (mechanische und thermische Unkrautbekämpfung, Biokontrolle...etc.) und Kategorie D - gezielter und reduzierter Einsatz von PSM (Prognosesysteme, Bandbehandlung, Einzelstockbehandlung...etc.). Die LandwirtInnen zeichnen ihre detaillierten Praktiken für beide Parzellen in einem elektronischen Feldkalender auf. Sie werden dann in Massnahmenklassen eingeteilt.

### **7.3.2 Resultate**

In Abb. 2 umfasst "mechanische Unkrautbekämpfung" alle Arten der mechanischen Unkrautbekämpfung (Hackgeräte, Striegel, Kreiselhacke, Rollstriegel) mit oder ohne «Precision Farming» Technik. Die Massnahmen bei der Aussaat: "Angepasstes Datum, Dichte und Abstand" und bei der Düngung: "Angepasster Stickstoffeinsatz" werden als umgesetzt beurteilt, wenn es einen Unterschied zwischen der innovativen und der Kontrollparzelle pro Betrieb gibt. Je nach Kultur bedeutet dies eine erhöhte oder verringerte Saatkichte, ein früherer oder späterer Saatzeitpunkt...usw. Bei der Krankheitsresistenz gilt eine Sorte als nicht resistent, wenn sie für mindestens eine Krankheit anfällig ist, die sich auf die Kultur auswirkt. Das Anlegen eines falschen Saatbeets gilt als durchgeführt, wenn zwei Überfahrten mit Geräten zur flachen Bodenbearbeitung im Abstand von mindestens 5 Tagen durchgeführt wurden. Bei Push-Pull schliesslich gilt die Massnahme auch dann als umgesetzt, wenn nur der Pull (Rübsenstreifen oder Mischung mit einer frühen Sorte) durchgeführt wurde, da der Push (Anwendung von Surround) nicht immer gerechtfertigt ist.

Wie Abb. 2 zeigt, wurden folgende Massnahmen bei allen Kulturen häufiger auf den innovativen Parzellen als auf den Kontrollparzellen umgesetzt: Anpassung der Stickstoffdüngung, Anlage von Blühstreifen, Anpassung

der Aussaat (Zeitpunkt, Dichte), mechanische Unkrautbekämpfung, Untersaaten oder Begleitpflanzen und Zwischenfrüchte sowie das Anlegen eines falschen Saatbeets. Die Massnahmen Pflügen, oberflächliche Bodenbearbeitung, Stoppelbearbeitung, Auswahl resistenter Sorten und Einsatz von Biokontrollprodukten wurden auf den innovativen Parzellen ebenfalls häufig durchgeführt, aber genauso häufig auch auf den Kontrollparzellen. Diese Massnahmen werden von der Mehrheit der PestiRed-Landwirte bereits eingesetzt.

Einige Massnahmen sind speziell auf eine bestimmte Kultur zugeschnitten. So wurde die nicht-chemische Krautvernichtung auf allen innovativen Kartoffelparzellen durchgeführt (doppelt so häufig wie auf den Kontrollparzellen). Bei Raps wurde Push-Pull in  $\frac{3}{4}$  der innovativen Parzellen eingesetzt, während es nur in einer Kontrollparzelle (5%) angewandt wurde. Resistente Sorten wurden im Getreide ausgesät und Sortenmischungen wurden in fast der Hälfte der innovativen Weizenparzellen (2020) und in allen Dinkelparzellen angebaut (gegenüber nur 10 % der Kontrollparzellen bei beiden Arten zusammen, 3 Parzellen). Schliesslich wurden Herbizid Bandbehandlung auf einigen innovativen Parzellen bei Zuckerrüben, Sojabohnen, Mais und Kartoffeln durchgeführt. Im Vergleich zu 2020 ist 2021 eine höhere Umsetzung folgender Massnahmen zu verzeichnen: Anpassung der Saatedichte, mechanische Unkrautbekämpfung in Zuckerrüben, Mais und Sonnenblumen, Anlegen eines falschen Saatbeets vor Zuckerrüben und Sonnenblumen. Pflügen und Stoppelbearbeitung wurden hingegen weniger durchgeführt. Die Massnahme "Bekämpfungsschwelle" wurde auf den Kontrollparzellen häufiger angewandt, da dort mehr Behandlungen durchgeführt wurden.

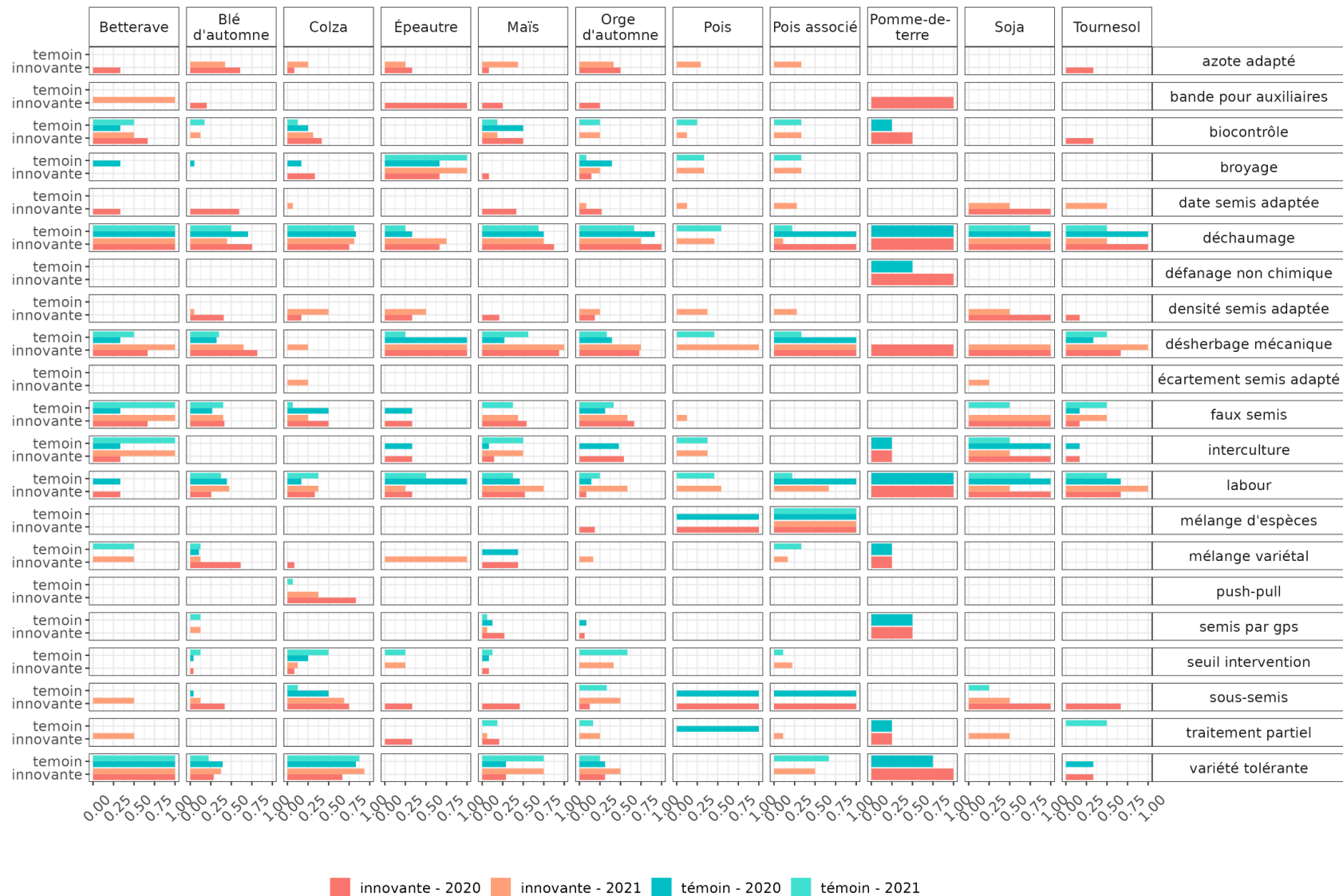


Abb. 2: Umsetzung der Massnahmen. Verhältnis der Anzahl der Parzellen, auf denen die Massnahme umgesetzt wurden, zur Gesamtzahl der Parzellen (Durchschnitt pro Kultur über Regionen).



### 7.3.3 Diskussion

Die Umsetzung von Massnahmen ist manchmal heikel, insbesondere in den ersten Jahren, in denen sie getestet werden. Die Umsetzung einer Massnahme korreliert daher nicht immer mit ihrer Wirksamkeit. Unterschiede in der Wirksamkeit einer Massnahme in derselben Kultur könnten im weiteren Verlauf des Projekts beobachtet werden.

## 7.4 Unkräuter

### 7.4.1 Methodik

Auf den *Feldern des detaillierten Monitorings* (2\*(12+12+8) Parzellen) werden an drei Zeitpunkten (nach der Unkrautregulierung im Herbst/Frühjahr und vor der Ernte) folgende Daten durch die Agroscope Technikerinnen erhoben

1. Nach einem Durchschreiten des gesamten Feldes in W Form
  - Vorhandene Unkrautarten (Anzahl Arten/Parzelle), die gesehen wurden;
  - Abschätzung der Häufigkeit des Auftretens der einzelnen Arten (*Abundanzklassen*).
2. Anschliessend werden auf dem Feld 8 Zählrahmen (je 0.25 m<sup>2</sup>) zufällig platziert. Innerhalb der Zählrahmen wird
  - das Volumen der Kulturpflanzen, Untersaaten und Unkräuter (je Art) geschätzt (%);
  - das Volumen der Unkräuter die über die Kulturpflanzen herausragen geschätzt (%);
  - die Höhe der Unkräuter und Kulturpflanzen gemessen (cm);
  - die Abdeckung des Bodens durch abgestorbene Pflanzenreste (%) geschätzt.
3. Zum Zeitpunkt 3 vor der Ernte wird die Biomasse der Pflanzen aller 8 Rahmen geerntet. Kulturpflanzen, Untersaaten und Unkräuter werden getrennt, getrocknet und das Trockengewicht wird bestimmt (g/2 m<sup>2</sup>) (Abb. 3). Die Biomasse wird auf allen Feldern erhoben.

Auf *allen Feldern* (2\*67 Parzellen) werden an den gleichen drei Zeitpunkten folgende Daten durch die LandwirtInnen erhoben

1. Nach einem Durchschreiten des gesamten Feldes in W Form
  - Werden vorhandene Unkrautarten, die gesehen wurden (Anzahl Arten/Parzelle), mit Namen (falls bekannt) notiert, falls Unkrautart nicht bekannt: Unterscheidung in Monocotyledone und Dicotyledone;
  - Wird für die vorhandenen bekannten Unkrautarten die individuelle Schädlichkeit abgeschätzt (Skala von 1 bis 5, 1 = geringe Schädlichkeit, 5 = hohe Schädlichkeit).
2. Anschliessend werden auf dem Feld 8 Zählrahmen (je 0.25 m<sup>2</sup>) zufällig platziert. Innerhalb der Zählrahmen wird
  - Das Volumen der Kulturpflanzen, der Untersaaten (falls vorhanden) und der Unkräuter abgeschätzt (%);
  - die Abdeckung des Bodens durch abgestorbene Pflanzenreste (%) geschätzt.

Auf einjährigen Kunstwiesen wird kein Monitoring durchgeführt.

### 7.4.2 Ergebnisse

Die Unkrautbiomasse auf den Kontrollparzellen ist deutlich niedriger als auf den innovativen Parzellen (Abb. 3, Signifikanz  $P > 0.001$ , Tukey HSD Test,  $\alpha = 0.05$ ).

Auf den **innovativen Parzellen** wurden in Kartoffeln und Sonnenblumen in keinem Fall Herbizide eingesetzt. In Zuckerrüben wurden durchweg Herbizide verwendet. In allen anderen Kulturen wurden auf mindestens 63% der Flächen keine Herbizide eingesetzt. Am wenigsten Herbizide wurden in Dinkel und Eiweisskulturen eingesetzt (jeweils nur 1 Feld). Innerhalb der innovativen Parzellen sind die Unkrautbiomassen der verschiedenen Kulturen ( $\pm$  Herbizid) ähnlich und unterscheiden sich nicht signifikant.

Auf den **Kontrollparzellen** wurden in Sojabohnen und Zuckerrüben immer Herbizide eingesetzt und im Mais in 97% der Fälle. In den anderen Kulturen (ausser Dinkel) wurden mindestens 50% der Felder mit Herbiziden behandelt, bei Dinkel nur 36%.

Auf den Kontrollparzellen mit alternativen Massnahmen sind die **Unkrautbiomassen** signifikant höher als auf den Kontrollparzellen mit Herbiziden. Statistisch signifikante Unterschiede zwischen behandelten (Herbizid) und unbehandelten (alternativ) Kulturen gibt es bei der Interaktion zwischen Kulturen und Behandlungen (innovativ + Kontrolle). Die innovativen Parzellen mit der höchsten Unkrautbiomasse in beiden Jahren (2021 + 2022) waren Kartoffeln und Raps (Abb. 3, Boxplots mit \*\*), gefolgt von Eiweisskulturen (Abb. 3, Boxplot mit \*). In den Kontrollparzellen waren die Kulturen mit der niedrigsten Unkrautbiomasse Weizen (Abb. 3, Boxplot mit \*\*), gefolgt von Gerste und Mais (Abb. 3, Boxplot mit \*).

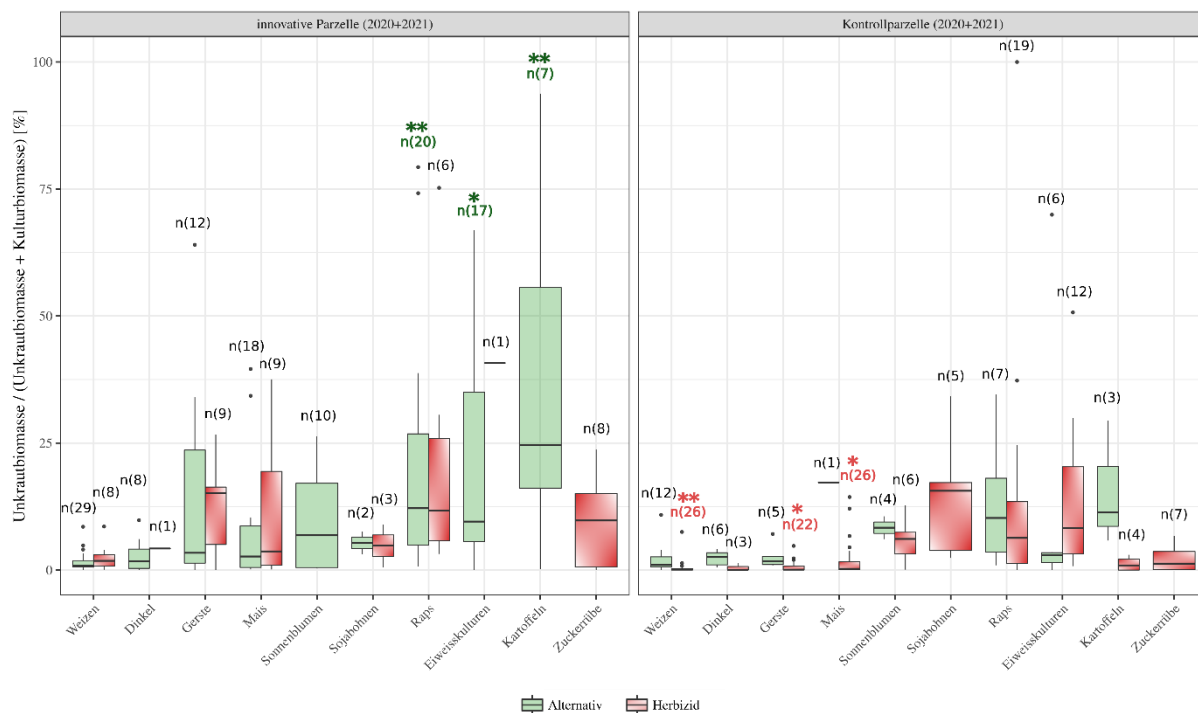


Abb. 3. Unkrautbiomasse (%) vor der Ernte auf allen Parzellen (innovativ und Kontrolle) aus den Jahren 2020 und 2021. Für jede Kultur wird die Unkrautbiomasse ohne (Alternativ) und mit Herbizid Behandlungen (Herbizid) gezeigt. n() = Anzahl der beprobten Parzellen; \*\* < 0.001, \* < 0.05 nach HSD Tukey Test.

### 7.4.3 Diskussion

Im Allgemeinen zeigten die innovativen Parzellen mit alternativen Unkrautbekämpfungsmethoden eine etwas höhere Variation der Unkrautbiomasse (einige Betriebe mit mehr Unkraut, jedoch nicht signifikant) im Vergleich zu den innovativen Parzellen + Herbizid und den Kontrollparzellen, beide mit alternativer Unkrautbekämpfung und Herbizid-Anwendung (Abb. 3). Offenbar nimmt der Unkrautbefall tendenziell zu, wenn auf Herbizide verzichtet wird. Da die vorgestellten Ergebnisse einen Durchschnitt von zwei Jahren zeigen, scheint es ausserdem, dass der Unkrautbefall tendenziell höher bleibt, möglicherweise, weil alternative Bekämpfungsmassnahmen wie mechanische Unkrautbekämpfung das Unkraut nicht vollständig abtöten, sondern die Konkurrenz verringern, indem sie eine physische Unkrautvernichtung verursachen.

Ausserdem zeigte sich, dass in den Kontrollparzellen mit alternativen Methoden der Unkrautbefall im Mittel der beiden Jahre geringer war. Dieser Effekt könnte dadurch verursacht werden, dass es den LandwirtInnen gestattet war, innerhalb der jeweiligen Fruchtfolge Herbizide einzusetzen. Eine effektive chemische Unkrautbekämpfung verhindert die Neubildung von Samen und reduziert dadurch den Unkrautdruck in den

Folgekulturen. Falls dieser Zusammenhang besteht, sollte dieses Ergebnis in den kommenden Jahren in PestiRed sichtbar werden.

Obwohl der Unkrautbefall über alle Kombinationen von Unkrautbekämpfungsmethoden hinweg variabel war, schien der Ernteertrag bei den meisten Feldfrüchten und untersuchten Parzellen wenig beeinträchtigt zu sein (Ergebnisse nicht dargestellt). Aufgrund von Erfahrungswerten und eigenen Berechnungen kann man ableiten, dass die Erträge bis zu einer Unkrautbiomasse von circa 10% nicht negativ beeinflusst werden. In Getreide (Weizen, Dinkel und Gerste) wurde dieser Schwellenwert nur in wenigen Fällen auf den innovativen Parzellen überschritten, d.h. die Unkräuter konnten sehr gut chemisch sowie alternativ kontrolliert werden.

## **7.5 Krankheiten**

### **7.5.1 Methodik**

Im Getreide werden für das Detailmonitoring pro Saison zwei Krankheitsbonituren durchgeführt. Die erste Bonitur findet im BBCH-Stadium 51 statt, die zweite im BBCH-Stadium 75.

Für die Krankheitsbonitur wird das Feld in beiden Diagonalen abgeschritten. Auf jeder Diagonale werden 25 Stopps eingelegt, bei welchen jeweils 2 Haupttriebe eingesammelt werden ( $2 \cdot (25 \cdot 2) = 100$  Haupttriebe/Feld).

Auf den obersten drei Blättern jedes Haupttriebs wird der prozentuale Anteil an befallener Blattoberfläche durch Blattkrankheiten sowie der Anteil abgestorbener Fläche geschätzt, anschliessend wird der Anteil an grüner Blattfläche berechnet.

Im Weizen werden folgende Blattkrankheiten bonitiert: Mehltau, Gelbrost, Braunrost und Blattflecken (zwischen *Septoria tritici* und *S. nodorum* wird nicht unterschieden). Zudem werden die Haupttriebe auf Halmbruch kontrolliert. Bei der Abschlussbonitur im BBCH 75 werden die Ähren zusätzlich auf Fusariensymptome kontrolliert. Falls Befall vorliegt, werden die Anzahl befallener Ährchen pro Ähre ausgezählt und in % Ährchenbefall umgerechnet.

In der Gerste werden folgende Blattkrankheiten bonitiert: Mehltau, Rhynchosporiose, Netzflecken und Sprenkelnekrosen. Im Dinkel wird der Gelbrost bonitiert.

Im Weizen und Dinkel wird zudem mittels ELISA-Test der Mykotoxingehalt (Deoxynivalenol und Zearalenon) gemessen. Alle Betriebe (Grob- und Detailmonitoring) ziehen dazu bei der Ernte eine repräsentative Probe des Ernteguts.

## 7.5.2 Ergebnisse

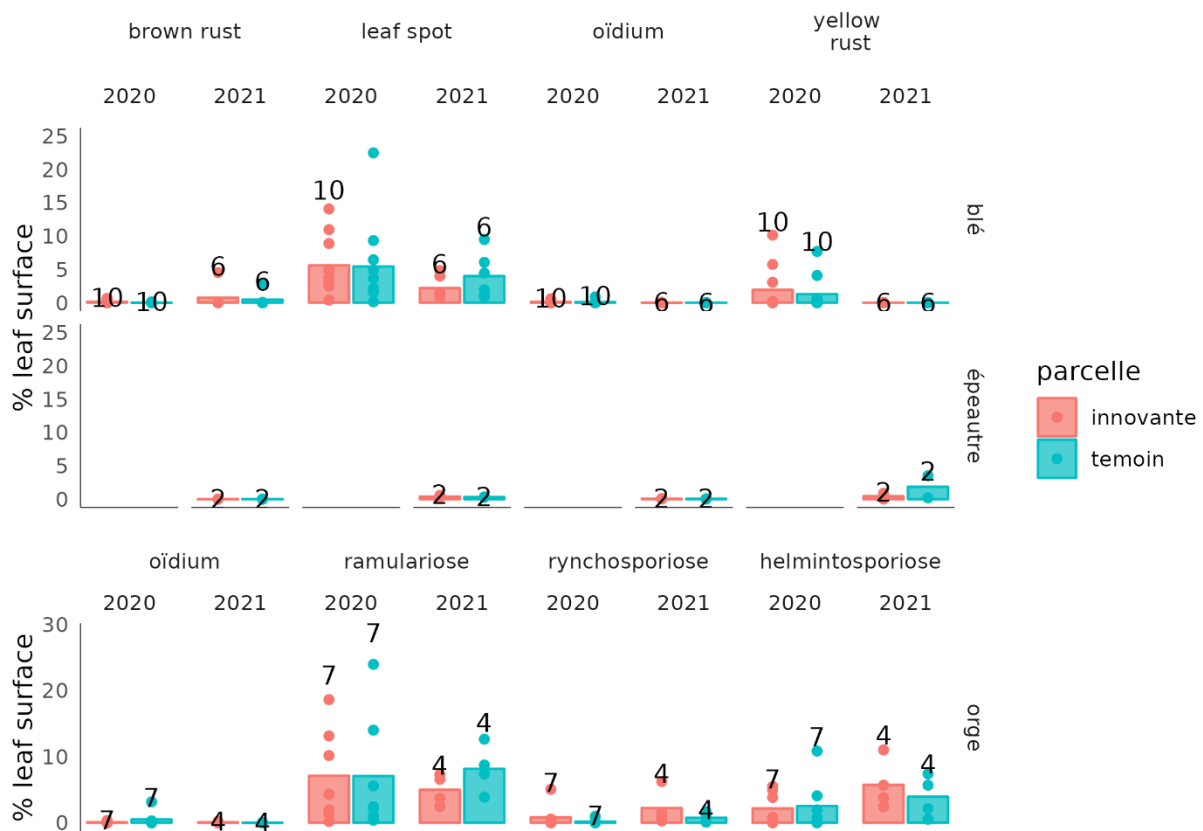


Abb. 4: Durchschnittliche Inzidenz von Pilzkrankheiten in Weizen-, Dinkel- und Gerstenkulturen in Prozent der befallenen Blattfläche. Die Punkte sind die Mittelwerte pro Betrieb, die Farben kennzeichnen die innovativen (rot) und Kontrollparzellen (türkis). Die Anzahl der betrachteten Parzellen ist über den Balken angegeben.

Die Ergebnisse werden für das Stadium BBCH75 (= Stadium der Samenentwicklung) und das erste Blatt der Pflanze dargestellt (Abb. 4). In beiden Jahren ist die befallene Blattfläche des Weizens (in %) bei Blattflecken (verursacht durch Pilze der Gattung *Septoria*) höher als bei den anderen gemessenen Krankheiten und liegt je nach Betrieb zwischen 0 und 20 %, während sie bei Dinkel um den Wert Null bleibt. An zweiter Stelle steht der Gelbrost (verursacht durch *Puccinia striiformis* f.sp. *tritici*), der im Jahr 2020 eine Inzidenz von bis zu 10 % bei Weizen und im Jahr 2021 von bis zu 5 % bei Dinkel aufweist. Braunrost (*Puccinia recondita*) und Mehltau zeigen in beiden Getreidearten eine geringe Inzidenz. Die höchsten Inzidenzen von Blattflecken und Gelbrost wurden in Betrieben in der Westschweiz (Genf und Moudon) beobachtet, während die Inzidenz dieser Krankheiten in Betrieben in der Region Solothurn bei etwa Null lag.

Bei Gerste ist die am stärksten vertretene Krankheit Ramularia (verursacht durch *Ramularia collo-cygni*), die in beiden Jahren auftritt und bis zu 25 % der Blattfläche befällt, gefolgt von *Helminthosporium* (verursacht durch *Helminthosporium teres*), das bis zu 12 % der Blattfläche einnimmt. Mehltau trat in beiden Jahren kaum auf, wie auch bei den beiden anderen Kulturen.

Insgesamt wurden bei keiner der Krankheiten im Getreide grössere oder systematische Unterschiede zwischen den innovativen und den Kontrollparzellen festgestellt.

Bei Kartoffeln (Ergebnisse nicht dargestellt) war der in einem Betrieb gemessene Befall mit Kraut- und Knollenfäule auf der innovativen Parzelle höher als auf der Kontrollparzelle. Nach der Behandlung mit einem Fungizid auf beiden Parzellen wurde die Anzahl der Blattflecken und der Läsionen pro Stängel verringert.

### 7.5.3 Diskussion

Die grosse Variabilität der Daten zwischen den Regionen ist wahrscheinlich zum Teil auf klimatische und technische Unterschiede zurückzuführen. Beispielsweise könnte die Direktsaat, die in einigen Regionen häufiger als in anderen praktiziert wird, den Druck durch Pilzkrankheiten verstärken. Darüber hinaus basieren die Daten auf visuellen Schätzungen, die in jeder Region von unterschiedlichen Personen durchgeführt wurden. Da im Jahr 2020 aufgrund der Covid-Pandemie keine Feldschulungen durchgeführt werden konnten, könnten diese Einschätzungen etwas anders vorgenommen worden sein.

Abgesehen von der Tatsache, dass die Inzidenz bei den meisten Krankheiten insgesamt niedrig war, erschwert die geringe differenzierte Anwendung der Massnahmen die Bewertung ihres Potenzials. Die vorgeschlagenen Massnahmen gegen Krankheiten sind hauptsächlich die Verwendung resistenter Sorten und die Mischung von Sorten. Allerdings haben nur wenige Betriebe diese Massnahmen in den innovativen Parzellen und nicht in den Kontrollparzellen umgesetzt, da die verwendeten Sorten in beiden Parzellen gleich sind, ausser in vier Betrieben, die keine grossen Unterschiede im Krankheitsbefall aufweisen. Ausserdem wurden Sortenmischungen als Massnahmen in den innovativen Parzellen und nicht in der Kontrolle nur in den beiden Dinkelbetrieben mit niedrigem Krankheitsdruck und in einem Weizenbetrieb eingesetzt.

Schliesslich wurden in drei Weizenkontrollparzellen und zwei Gerstenparzellen Fungizide eingesetzt, aber auch dies hatte offenbar keine grosse Wirkung auf den Krankheitsdruck, da die Unterschiede zwischen Kontrolle und Innovation in den betreffenden Betrieben nicht sehr gross waren.

## 7.6 Schädlinge

### 7.6.1 Methodik

Die Auswahl der für das detaillierte Monitoring zu beobachtenden Schädlinge erfolgte auf der Grundlage ihrer bekannten Bedeutung: Vorkommen und Schäden. Bei Getreide (Weizen, Dinkel, Gerste) werden die Schäden durch Heuschrecken (*Oulema malenopus*, *Oulema gallaeciana*) etwa im Stadium BBCH 65 auf der Grundlage von Fotos der F1-Blätter visuell geschätzt.

Im Raps werden die Schädlinge von der Aussaat bis zur Blüte mithilfe von Gelbschalen beobachtet. Im Stadium BBCH 10 und zwischen den Stadien 15 und 18 werden die Bisse der erwachsenen Erdflöhe (*Psylliodes chrysocephala*) gezählt. Die Anzahl der Larven der Blattwespe (*Athalia rosae*) wird einmal zwischen den BBCH-Stadien 13 und 16 beobachtet. Die Anzahl der Larven des Erdflohs (*Psylliodes chrysocephala*) pro Pflanze wird durch einen Berlèse-Test ermittelt, der vor der Wiederaufnahme der Vegetation durchgeführt wird. Beim Rapsstengelrüssler (*Ceutorhynchus napi*) wird die Anzahl der Eiablagen an den Pflanzen zweimal gezählt: bei BBCH 31 (Stängel in 5 cm Höhe) und bei BBCH 37 (Stängel in 20 cm Höhe). Rapsglanzkäfer (*Meligethes aeneus*) werden zwischen den Stadien 53 und 59 durch Klopfen auf die Pflanzen gezählt. Mit der gleichen Methode werden die Rüsselkäfer (*Ceutorhynchus assimilis*) von BBCH 57 bis 59 gezählt. Während der Rapsblüte (BBCH 65 bis 69) wird die Parasitierungsrate der Rapsglanzkäferlarven durch parasitoide Schlupfwespen ermittelt, indem die Larven eingesammelt werden, wenn sie in Wasserbehälter am Boden fallen.

Beim Maisanbau (Körner oder Silo) wird einmal vor der Ernte der Maiszünsler (*Ostrinia nubilalis*) beobachtet: Der Prozentsatz der Pflanzen mit Schäden wird festgehalten.

Bei Eiweisserbsen wird der Sittich (*Sitona lineatus*) zwischen den Stadien BBCH 11 und 13 beobachtet: Die Anzahl der Kerben auf den 2 Nebenblättern der ersten 3 Blatttagen wird notiert. Beim Erbsenwickler (*Cydia nigricana*) wird bei BBCH 85 die Anzahl der befallenen Hülsen und Körner sowie die Anzahl der Larven erfasst. Die Anzahl der von Blattläusen besiedelten Pflanzen wird zwischen den Stadien 51 und 61 beobachtet. Bei Zuckerrüben werden Pflanzen mit Blattläusen zwischen den Stadien 12 und 20 und Pflanzen mit Schäden durch Erdflöhe (*Chaetocnema* spp.) zwischen den Stadien BBCH 10 und 14 gezählt.

### 7.6.2 Ergebnisse

**Raps:** Die Schädlinge, welche die in der Schweiz empfohlenen Interventionsschwellen überschritten (in Abb. 5 mit gestrichelten Linien dargestellt), sind die adulten Erdflöhe mit mehr als 50% befallenen Pflanzen, die Erdflohlarven mit mehr als 70% befallenen Pflanzen und >1 Larve pro Pflanze, die Rapsglanzkäfer (im Stadium BBCH53-55 der Pflanze) mit mehr als 6 Individuen pro Pflanze und der Stängelrüssler mit mehr als 60% befallenen Pflanzen. In dieser Kultur blieb nur der Rüsselkäfer mit durchschnittlich 0,5-1 Individuen pro Pflanze unterhalb der Schwellenwerte. Die Variabilität zwischen den Betrieben ist jedoch gross, wenn es um das Auftreten von erwachsenen Erdflöhen geht, die je nach Betrieb zwischen 0 und 100 % der Pflanzen mit Bissbefall liegen können. Insbesondere wenn auf den Kontrollparzellen ein Insektizid eingesetzt wurde, lag die Anzahl der Erdflohlarven nahe bei Null. Auf den unbehandelten Parzellen scheint die Anzahl der Erdflohisse mit der Anzahl der Larven zu korrelieren, die anschliessend in den Berlese-Tests gezählt wurden (Daten nicht dargestellt). Die Kontrollparzelle, die 2020 mit Insektiziden behandelt wurde, wies jedoch den höchsten Mittelwert der Kontrollparzellen für die Anzahl der Rapsglanzkäfer (im Stadium BBCH57-59) und der Rüsselkäferstiche auf, während die behandelten Kontrollparzellen 2021 die niedrigsten Mittelwerte für Rapsglanzkäfer und keine Rüsselkäferstiche aufwiesen. Aus diesen Daten lässt sich kein klarer Trend zu einem höheren Schädlingsdruck auf der innovativen Parzelle ableiten.

**Getreide:** Die Schäden durch Getreidehähnchen liegen weiterhin unterhalb der Interventionsschwelle von 20% Verlust der Blattfläche auf dem letzten Blatt. Die Durchschnittswerte liegen bei Weizen und Dinkel zwischen 4 und 8 %, bei Gerste zwischen 0 und 4 %. Der Schwellenwert wurde nur in einer Parzelle (innovativ) überschritten.

**Rüben:** Erdflöhe und schwarze Blattläuse in Rüben, gemessen in einem einzigen Betrieb, überschritten die Interventionsschwelle (mehr als 50% befallene Pflanzen im Stadium BBCH10 und 80% im Stadium BBCH14 für Erdflöhe und mehr als 50% befallene Pflanzen im Stadium BBCH14 für schwarze Blattläuse) in der Kontrollparzelle und nicht in der innovativen Parzelle, mit oder ohne Aussaat.

**Erbsen:** Die Anzahl der Kerben pro Fiederblättchen, die durch die Blattrandkäfer verursacht wurden, lag ebenfalls unter der unteren Grenze des Schwellenwerts von 5 Kerben pro Fiederblättchen. Der Wickler verursachte einen sehr unterschiedlichen Prozentsatz an infizierten Hülsen zwischen 0 und 16 %, wobei der Durchschnitt in beiden Jahren in den innovativen Parzellen höher war als in den Kontrollparzellen.

**Mais:** Der Maiszünslerbefall blieb ebenfalls unter der unteren Grenze der Interventionsschwelle, die bei 20% befallener Pflanzen angesetzt wurde.

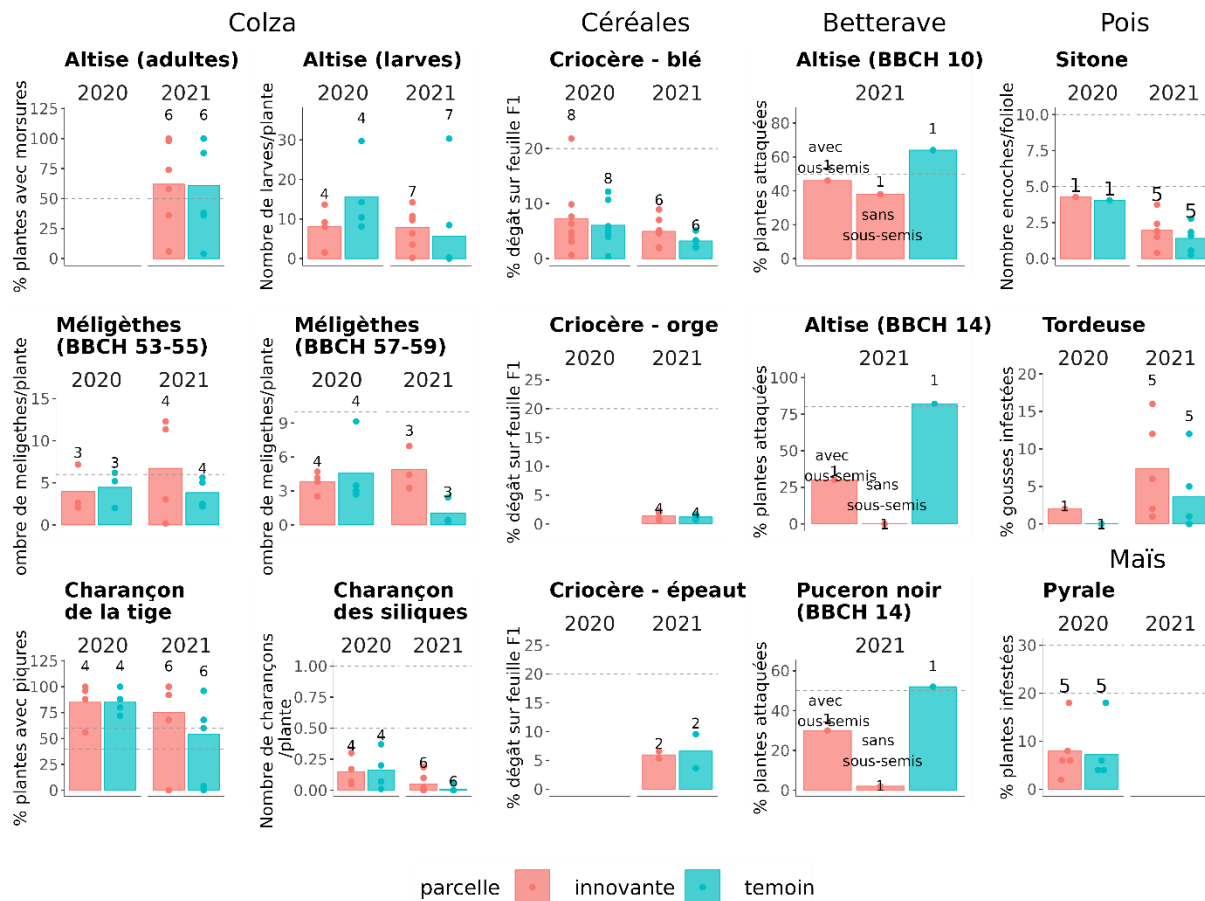


Abb. 5: Durchschnittliche gemessene Inzidenz von Schadinsekten in Betrieben, die im Rahmen eines detaillierten Monitorings beobachtet wurden. A. Raps, B. Getreide, D. Rüben, C. Erbsen, D. Mais. Die Farben stehen für innovative Parzellen (rot) oder Kontrollparzellen (türkis), die Punkte stellen Mittelwerte pro Parzelle dar und die gestrichelten Linien zeigen die in der Schweiz empfohlenen Interventionsschwellen an.

### 7.6.3 Diskussion

In der Schweiz gehört Raps zu den Ackerkulturen, bei denen am meisten Insektizide eingesetzt werden. Tatsächlich wurde in dieser Kultur in den beiden Versuchsjahren ein hoher Schädlingsdruck (Rapsglanzkäfer, Erdfloh, Stängelrüssler) festgestellt und der Schwellenwert wurde häufig überschritten. Aufgrund der noch geringen Anzahl an Versuchsjahren kann die wichtige Frage, ob der Schwellenwert auf den innovativen Parzellen signifikant häufiger überschritten wird, nicht eindeutig beantwortet werden.

In dieser Kultur erscheint die visuelle Korrelation zwischen der Anzahl der Erdflohisse und der Anzahl der Larven logisch. Der Einsatz von Pestiziden in den meisten Kontrollparzellen im Jahr 2021 erklärt die geringere Anzahl an Erdflohlarven im Vergleich zu den innovativen Parzellen, und das geringere Vorkommen auf den innovativen Parzellen im Jahr 2020 könnte durch den Anbau von Begleitpflanzen erklärt werden. Um einen Zusammenhang zwischen innovativer Praxis und der Anzahl der Erdflohlarven herzustellen, wären jedoch weitere Beobachtungen erforderlich.

Das vermehrte Auftreten von Rapsglanzkäfern auf den innovativen Parzellen im Jahr 2021 könnte durch die frühe Reife der Rapspflanzen, aber auch durch die Tatsache, dass zwei Kontrollparzellen behandelt wurden, erklärt werden. Regionale Wetterunterschiede erklären auch, warum es bei einigen Betrieben keine Unterschiede gibt. So zeigte der einzige Betrieb in der Region Genf eine geringe Anzahl von Käfern auf der innovativen unbehandelten Parzelle als auf der behandelten Kontrollparzelle, was möglicherweise darauf

zurückzuführen ist, dass die Temperatur im kritischen Stadium der Kultur zu niedrig für einen starken Flug war. Die Behandlung mit 'Surround', die 2021 im Rahmen der Push-Pull-Massnahme auf zwei Parzellen eingesetzt wurde, scheint keinen Effekt gehabt zu haben, die Kontrollparzellen und die innovativen Parzellen, die mit diesem Produkt behandelt wurden, wiesen die höchsten Rapsglanzkäferzahlen auf. Schliesslich kann beim Stängelrüssler der Unterschied im 2021 zwischen der Kontrollparzelle und der innovativen Parzelle durch eine wirksame Insektizidbehandlung auf der Kontrollparzelle erklärt werden, die den Mittelwert dieser Parzellen senkt.

Bei Getreide gibt es keine Massnahmen zur Regulierung der Getreidehähnchen, so dass die Ergebnisse der innovativen Parzellen und der Kontrollparzellen logischerweise vergleichbar sind. Dies gilt insbesondere für den Erbsenwickler, bei dem ein leichter Unterschied zwischen den innovativen und den Kontrollparzellen festzustellen ist.

## 7.7 Natürliche Feinde

### 7.7.1 Methodik

Die natürlichen Feinde der Schädlinge wurden mit sogenannten "Hornfallen" (eine Abwandlung der Falle "Malaise-Zelt") gefangen, die fliegende Insekten abfängt. Die Fallen wurden am Rand der Kontroll- und innovativen Parzellen parallel zur Feldgrenze aufgestellt. Sowohl im Jahr 2020 als auch im Jahr 2021 wurden die Fallen ab dem 20.04. für 7 Wochen (6 in Solothurn) bis zum 2.06. aufgestellt.

### 7.7.2 Ergebnisse

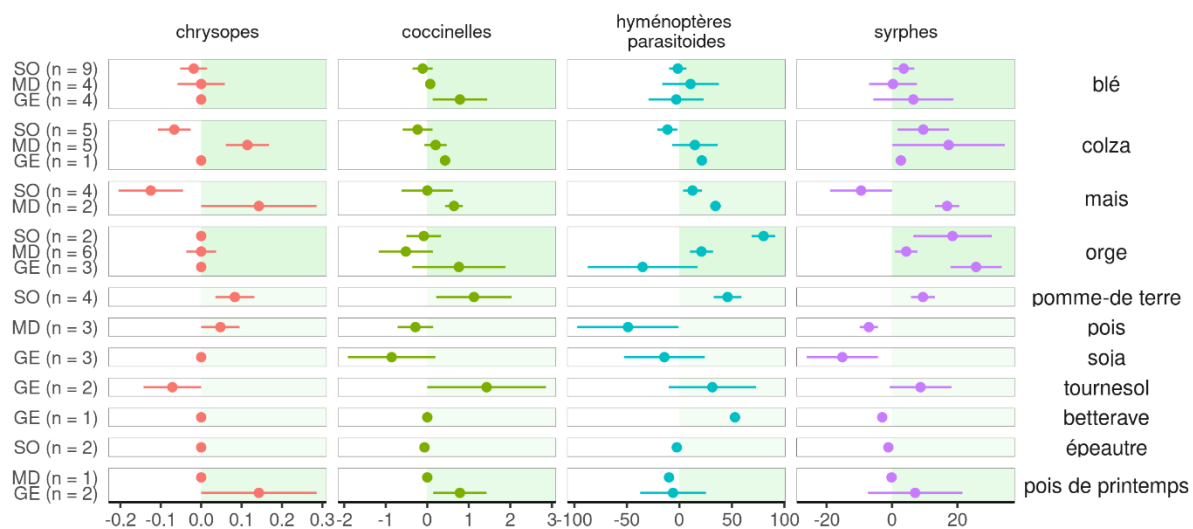


Abb. 6: Vergleich der natürlichen Feinde, die am Rand der innovativen und der Kontrollparzellen gefangen wurden (Anzahl Individuen pro Woche und Parzelle). SO: Solothurn, MD: Moudon, GE: Genf. Ein Punkt im grünen Bereich zeigt eine höhere durchschnittliche Abundanz an, die am Rand der innovativen Parzelle im Vergleich zur Kontrollparzelle gefunden wurde. Die Anzahl der Elemente "n", die zur Berechnung des Mittelwerts und der Standardabweichung verwendet wird, ist die Anzahl der Betriebe, die über die Jahre 2020 und 2021 summiert werden.

Im allgemeinen Trend wurden 2021 weniger als halb so viele natürliche Feinde gefangen wie 2020, ohne besonderes Muster (alle Kulturen, alle natürlichen Feinde und innovative und Kontrollparzellen zusammengenommen), mit einem Maximum von 92 (2020, innovative Parzellen) bzw. einem Minimum von 26 (2021, Kontrollparzellen) Individuen pro Parzelle und Woche. Dennoch war der Rückgang in den Regionen Moudon und Solothurn stärker als in Genf.

Die häufigsten natürlichen Feinde waren parasitoide Schlupfwespen. Florfliegen wurden nur sehr selten gefangen. Im Verlauf der Saison waren die Fänge im Mai (Wochen 20-22) bei weitem am zahlreichsten. Es



gab einen schwachen Trend, mehr natürliche Feinde an den Rändern der innovativen Parzellen anzutreffen als an den Rändern der Kontrollparzellen (positive Differenz, Abb. 6), insbesondere bei Schwebfliegen und parasitoiden Schlupfwespen in den Parzellen mit Weizen (17), Raps (11), Gerste (11), Kartoffeln (4) und Sonnenblumen (2) in allen Regionen zusammen. Im Gegensatz dazu zeigten die Kontrollparzellen in Erbsen (3) und Sojabohnen (3) eine höhere Abundanz natürlicher Feinde. Bei den vorherrschenden Kulturen an allen drei Standorten - Weizen, Raps und Gerste - gab es keine offensichtlichen Unterschiede zwischen den Regionen, abgesehen von einer deutlich höheren durchschnittlichen Abundanz parasitoider Schlupfwespen in der Umgebung der Gerstenkontrollparzellen in Genf (negative Differenz).

### **7.7.3 Diskussion**

Auch wenn sich einige Trends zugunsten der innovativen Parzellen abzeichnen, ist eine eindeutige Interpretation nur möglich, wenn die Umgebung der Parzellen berücksichtigt wird. Da sich die Falle an der Schnittstelle zwischen der Untersuchungsparzelle und dem angrenzenden Element befindet, beeinflusst letzteres die Fänge der fliegenden natürlichen Feinde. Hinzu kommen die Auswirkungen der umliegenden Landschaftselemente in grösserem Massstab. Die Kartierung dieser Elemente wurde eingeleitet und wird eine genauere Interpretation ermöglichen. Dennoch ist es unwahrscheinlich, dass die Landschaftselemente einen systematisch grösseren positiven Einfluss auf die Fänge in der Umgebung der innovativen Parzellen haben.

Derzeit wird darüber nachgedacht, ob eine Änderung der Fangmethode sinnvoll wäre, die eine Probenahme innerhalb der Untersuchungsparzelle ermöglichen würde, um den Synergieeffekten der in den innovativen Parzellen umgesetzten Vermeidungs- und Präventionsmassnahmen möglichst nahe zu kommen. Aus logistischen und praktischen Gründen müsste dann die Verwendung von Leimfallen in Betracht gezogen werden.

## **7.8 Akzeptanz**

### **7.8.1 Methodik**

Zur Beurteilung der Akzeptanz der Massnahmen dient einerseits die Analyse der Wirtschaftlichkeit (Erträge, Kosten, Leistungen). Zusätzlich bewerten die LandwirtInnen die in einem Anbaujahr umgesetzten Massnahmen in einer schriftlichen Online-Befragung jeweils im Winter. Dabei wird das Potenzial einer Massnahme zur Reduktion des Pflanzenschutzmitteleinsatzes, die Einschätzung ihrer Wirtschaftlichkeit (Kosten-Nutzen-Verhältnis), ihr Einfluss auf die Erntemenge sowie die Erntequalität und ihre Wirkung auf den Pflanzenschutz sowie das Potenzial zur Reduktion der Risiken von Pflanzenschutzmitteln (PSM) für Mensch und Umwelt erfragt.

Zentrale Ergebnisse dieser Befragungen wurden den teilnehmenden LandwirtInnen auf Workshops präsentiert. Die Ergebnispräsentation und Diskussion sollen zur Weiterentwicklung der Massnahmen beitragen.

### **7.8.2 Ergebnisse - Beurteilung der Massnahmen durch BetriebsleiterInnen**

In der nachfolgenden Tab. 4 sind die Bewertungen der Massnahmen hinsichtlich der oben genannten Kriterien durch die BetriebsleiterInnen dargestellt. Die Darstellung der Bewertung der Massnahmen fokussiert auf häufige Rückmeldungen zu den zwei zentralen Zielen des Projektes PestiRed: das Potenzial der Massnahmen, den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln zu reduzieren sowie die Wirtschaftlichkeit der Massnahmen.

Grosses Reduktionspotenzial sehen die LandwirtInnen demnach insbesondere bei den nicht-chemischen Massnahmen der Unkrautbekämpfung. Auch Massnahmen zur Verringerung von Schadorganismen wird ein

tendenziell positiver Effekt zur Reduktion von PSM attestiert, darunter insbesondere der konsequenten Anwendung von Bekämpfungsschwellen und Prognosesystem sowie der Wahl resistenter Sorten – dabei handelt es um Grundmassnahmen. Andere Grundmassnahmen, wie die Saadoptimierung oder ein angepasster Stickstoffeinsatz werden weniger gut bewertet. Relativ wenig Einsparmöglichkeiten von PSM werden beim einjährigen Nützlingsblühstreifen wahrgenommen.

Bei der Betrachtung der Wirtschaftlichkeit ist zu beachten, dass die LandwirtInnen für die Umsetzung spezifischer Massnahmen Beiträge aus dem Projekt erhalten, um höhere Kosten auszugleichen; diese Beiträge fliessen in die Bewertung der Wirtschaftlichkeit durch die BetriebsleiterInnen mit ein. Unter diesen Rahmenbedingungen wird die Wirtschaftlichkeit der meisten Massnahmen als neutral, teils als eher positiv bewertet. Verschiedene Massnahmen weisen eine negative Bewertung auf. Bei sehr kritischer Beurteilung der Wirtschaftlichkeit beruht dies jedoch auf sehr wenigen Rückmeldungen. Ansonsten wird die Wirtschaftlichkeit der mechanischen Unkrautbekämpfung ohne Precision Farming-Technologien, die Zerkleinerung von Ernterückständen sowie der Nützlingsblühstreifen leicht negativ beurteilt. Es ist zu beachten, dass die Fälle, in denen die Rentabilität sehr kritisch bewertet wird, auf einer sehr geringen Anzahl von Rückläufen beruhen.

### **7.8.3 Diskussion**

Die Darstellung zeigt, dass eine kritische Bewertung der Wirtschaftlichkeit häufig mit einer ähnlichen Bewertung der Wirkung auf die Erntemenge und die Erntequalität einhergeht. Letztere weisen eine bemerkenswerte Korrelation auf: eine positive (negative) Beurteilung der Wirkung auf die Erntemenge geht mit einer positiven (negativen) Beurteilung der Wirkung auf die Erntequalität einher. Die Wirkung der Massnahmen auf den Pflanzenschutz und die Reduktion der Risiken für Mensch und Umwelt wird (eher) positiv bewertet.

Insgesamt wird den Massnahmen ein eher positives Reduktionspotenzial von PSM zugeschrieben. Weniger positiv wird die Wirtschaftlichkeit aller Massnahmen beurteilt, mit einer leicht negativen Tendenz bewertet. Dies geht einher mit einer ähnlichen Bewertung der Erntemenge und -qualität.

| Massnahmen-Beschreibung (Nr.)                             | Massnahmenart | Bereich | Reduktion PSM | Wirtschaftlichkeit | Erntemenge | Erntequalität | Pflanzenschutz | Reduktion Risiken | N   |
|---|---------------|---------|---------------|--------------------|------------|---------------|----------------|-------------------|-----|
| Mechanische Stoppelbearbeitung (1)                        |               | A       | 4.91          | 4.42               | 4.33       | 4.26          | 4.75           | 5.12              | 57  |
| Bodenbearbeitung (BB) in rot. BB-Systeme (2)              |               | A       | 5.35          | 4.65               | 4.38       | 4.36          | 4.79           | 5.44              | 33  |
| Zerkleinerung Ernterückstände (3)                         |               | A       | 4.80          | 4.13               | 4.30       | 4.60          | 4.67           | 4.83              | 30  |
| Falsche Saatbettbereitung (4)                             |               | A       | 5.22          | 4.02               | 4.11       | 4.13          | 4.84           | 5.11              | 44  |
| Optimierung Saat (6)                                      | G             | B       | 4.71          | 4.63               | 4.42       | 4.38          | 4.75           | 4.86              | 104 |
| resistentere Sorten (7)                                   | G             | B       | 5.29          | 4.99               | 4.64       | 4.83          | 5.15           | 5.38              | 104 |
| angepasster Stickstoffeinsatz (8)                         | G             | B       | 4.49          | 4.59               | 4.22       | 4.38          | 4.43           | 4.66              | 103 |
| Bekämpfungsschwellen & Prognosesystem (9)                 | G             | B       | 5.32          | 4.93               | 4.41       | 4.36          | 4.91           | 5.37              | 100 |
| Prognosesystem PhytoPre (9)                               | G             | B       | 5.00          | 5.33               | 5.11       | 5.22          | 5.78           | 5.33              | 9   |
| GPS-gesteuerte Saat (10)                                  |               | B       | 4.95          | 4.62               | 4.28       | 4.41          | 4.54           | 4.85              | 39  |
| Optimierter Zwischenfruchtanbau (11)                      |               | B       | 4.97          | 4.76               | 4.59       | 4.44          | 5.09           | 5.09              | 34  |
| Mischungen von Sorten (12)                                |               | B       | 4.48          | 4.00               | 4.22       | 4.04          | 4.52           | 4.70              | 23  |
| Mischungen von Arten (12)                                 |               | B       | 5.00          | 3.83               | 3.67       | 3.83          | 4.83           | 4.67              | 6   |
| Untersaaten (13)  |               | B       | 4.73          | 3.85               | 3.63       | 3.83          | 4.40           | 4.98              | 40  |
| Push-pull-Techniken Rapsglanzkäfer (14)                   |               | B       | 5.10          | 4.00               | 3.70       | 3.90          | 4.30           | 5.40              | 10  |
| Nützlingsblühstreifen (1-jährig, am Rand) (15)            |               | B       | 4.30          | 3.57               | 3.96       | 3.95          | 4.26           | 4.52              | 22  |
| Mechanische Unkrautbekämpfung ohne Precision Farming (18) |               | C       | 5.82          | 3.94               | 3.89       | 4.11          | 4.89           | 5.79              | 65  |
| Mech. Unkrautbek. mit Precision Farming (18)              |               | C       | 6.26          | 4.52               | 4.35       | 4.39          | 5.52           | 6.13              | 23  |
| Krautvernichtung Kartoffeln nicht-chemisch (19)           |               | C       | 6.67          | 2.67               | 3.33       | 2.67          | 5.33           | 5.00              | 3   |
| Alternative Verfahren: Sluwx (20)                         |               | C       | 4.88          | 3.75               | 4.00       | 4.13          | 4.88           | 5.38              | 8   |
| Alternative Verfahren: Trichogramma (20)                  |               | C       | 4.88          | 5.00               | 5.13       | 5.25          | 5.38           | 5.00              | 8   |
| Alternative Verfahren: Neem (20)                          |               | C       | 6.00          | 2.00               | 4.00       | 4.00          | 6.00           | 6.00              | 1   |
| Alternative Verfahren: Attracap (20)                      |               | C       | 7.00          | 2.00               | 4.00       | 4.00          | 4.00           | 7.00              | 1   |
| Teilflächenbehandlung, chemisch (22)                      |               | D       | 5.47          | 4.20               | 4.33       | 4.20          | 5.20           | 5.40              | 15  |
| Abdriftmindernde PSM-Techniken (23)                       | G             | D       | 4.96          | 4.40               | 4.34       | 4.40          | 4.97           | 5.65              | 97  |
| Begleitpflanzen Raps (32)                                 |               | neu     | 5.20          | 4.00               | 4.20       | 3.60          | 4.80           | 5.20              | 5   |

**N** - Anzahl der vorliegenden Rückmeldungen von BetriebsleiterInnen; **Massnahmenart**: G - Grundmassnahmen (von allen Betrieben angewandt); **Bereich**: A - Reduktion initialer Schadorganismen, B - Vermeidungsmassnahmen, C - Bekämpfung nicht-chemisch, D - Bekämpfung chemisch

Tab. 4: Bewertung der einzelnen Massnahmen und Gesamtbewertung aller umgesetzten Massnahmen. Dargestellt sind die Mittelwerte einer 7-stufigen Skala von "1 - sehr negativ, ..., 3 - eher negativ, 4 - neutral, 5 - eher positiv, 6 - positiv, 7 - sehr positiv"; Erntejahre 2020 und 2021. Positive Bewertungen sind grün markiert.