



Bewertung alternativer Pflanzenschutzmassnahmen

Befragungen der Betriebe des
Ressourcenprojektes PestiRed

Autorin und Autor

Alexander Zorn, Solène Clémence



Impressum

Herausgeber	Agroscope Tänikon 1 8356 Ettenhausen www.agroscope.ch
Auskünfte	Alexander Zorn, alexander.zorn@agroscope.admin.ch
Titelbild	Carole Parodi, Agroscope
Download	www.agroscope.ch/science
Copyright	© Agroscope 2022
ISSN	2296-729X
DOI	https://doi.org/10.34776/as141g

Haftungsausschluss :

Die in dieser Publikation enthaltenen Angaben dienen allein zur Information der Leser/innen. Agroscope ist bemüht, korrekte, aktuelle und vollständige Informationen zur Verfügung zu stellen – übernimmt dafür jedoch keine Gewähr. Wir schliessen jede Haftung für eventuelle Schäden im Zusammenhang mit der Umsetzung der darin enthaltenen Informationen aus. Für die Leser/innen gelten die in der Schweiz gültigen Gesetze und Vorschriften, die aktuelle Rechtsprechung ist anwendbar.

Inhalt

Zusammenfassung	4
1 Das Ressourcenprojekt PestiRed	5
2 Beurteilung der alternativen Pflanzenschutzmassnahmen	8
2.1 Befragung	8
2.2 Ergebnisse.....	9
2.2.1 Überblick über die Rückmeldungen zu den Massnahmen.....	9
2.2.2 Bewertung der umgesetzten Massnahmen.....	12
2.2.3 Einzelmassnahmen	19
3 Diskussion	25
4 Ausblick	26
5 Literaturverzeichnis	27
6 Anhang	28

Zusammenfassung

Im Ressourcenprojekt PestiRed arbeiten 67 Betriebe, kantonale Beratungen aus Genf, Waadt und Solothurn sowie Agrarwissenschaftlerinnen und -wissenschaftler von Agroscope zusammen, um durch alternative Massnahmen und eine konsequente Umsetzung des integrierten Pflanzenschutzes den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln (PSM) im Ackerbau deutlich zu reduzieren. Nach der Ernte wurden die Landwirtinnen und Landwirte im Rahmen der Begleitforschung durch Agroscope zu ihren Erfahrungen und ihrer Beurteilung der angewandten Massnahmen befragt. In diesem Bericht werden die Vorgehensweise sowie die Ergebnisse der Befragungen aus den ersten zwei Anbaujahren präsentiert.

Die alternativen Pflanzenschutzmassnahmen werden hinsichtlich ihres Reduktionspotenzials von Pflanzenschutzmitteln überwiegend als eher positiv bzw. positiv beurteilt. Einzelne Massnahmen liegen im Bereich neutral-eher positiv. Trotz massnahmenspezifischer Beiträge aus dem Projekt wird die Wirtschaftlichkeit teils negativ bzw. eher negativ bewertet. Dies kann sowohl auf hohe Kosten als auch auf reduzierte Leistungen (reduzierte Erntemenge oder -qualität) zurückgeführt werden, die mit der Umsetzung alternative Pflanzenschutzmassnahmen einhergehen.

Nicht-chemische Bekämpfungsmethoden nehmen die Landwirtinnen und Landwirte als relativ effektiv wahr, um den Einsatz von PSM zu verringern. Insbesondere die mechanische Unkrautbekämpfung wird als effektiv erachtet, um Herbizide einzusparen. Die Wirtschaftlichkeit der mechanischen Unkrautbekämpfung wird unter den gegebenen Direktzahlungen sowie zusätzlicher Beiträge aus dem Projekt als neutral bewertet.

Gewisse präventive Massnahmen, wie die Wahl resistenter Sorten, die Anwendung von Bekämpfungsschwellen und Prognosesystemen oder ein optimierter Zwischenfruchtanbau werden auch als effektiv befunden. Zwar wird die Eignung zur Einsparung von PSM etwas weniger gut beurteilt als jene der mechanischen Unkrautbekämpfung; gleichzeitig wird die Wirtschaftlichkeit positiver wahrgenommen.

Diese Zwischenergebnisse sollen den ko-innovativen Charakter des Projektes fördern. Durch die Zusammenarbeit und den Austausch zwischen Praxis, Beratung und Forschung sollen bestehende Massnahmen optimiert und neue alternative Massnahmen entwickelt werden. Die Vorstellung und Diskussion von Ergebnissen soll diesen Prozess beleben und unterstützen.

1 Das Ressourcenprojekt PestiRed

Im Projekt PestiRed (www.pestired.ch) soll durch eine konsequente Anwendung sowie Weiterentwicklung des integrierten Pflanzenschutzes der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln im Ackerbau deutlich reduziert werden. Zielsetzung ist die Reduktion des Pflanzenschutzmitteleinsatzes um 75 % unter der Nebenbedingung, dass sich die Wirtschaftlichkeit, das Verhältnis von Aufwand und Ertrag, um maximal 10 % verschlechtert.

PestiRed wird im Rahmen des Ressourcenprogramms vom Bundesamt für Landwirtschaft gefördert. An diesem sogenannten Ressourcenprojekt beteiligt sind 67 Betriebe aus den Kantonen Genf (GE), Waadt (VD) und Solothurn (SO). Die Umsetzung erfolgt unter Koordination der Beratung in fünf regionalen Gruppen (drei im Kanton VD, jeweils eine Gruppe in den Kantonen GE und SO).

Der Ansatz des Projektes orientiert sich am Pyramiden-Konzept des integrierten Pflanzenschutzes (vgl. Abbildung 1): die Basis des Pflanzenschutzes bilden Massnahmen, um Unkräutern, Krankheiten und Schädlingen weitestgehend vorzubeugen; falls bei der Beobachtung der Kulturen Schadschwellen überschritten werden oder Prognosesysteme die Bekämpfung anzeigen, sollen nicht-chemische Verfahren der chemischen Bekämpfung vorgezogen werden. Sollte letztlich eine chemische Bekämpfung erforderlich sein, sollen abdriftmindernde Massnahmen und Teilflächenbehandlungen angewandt werden.

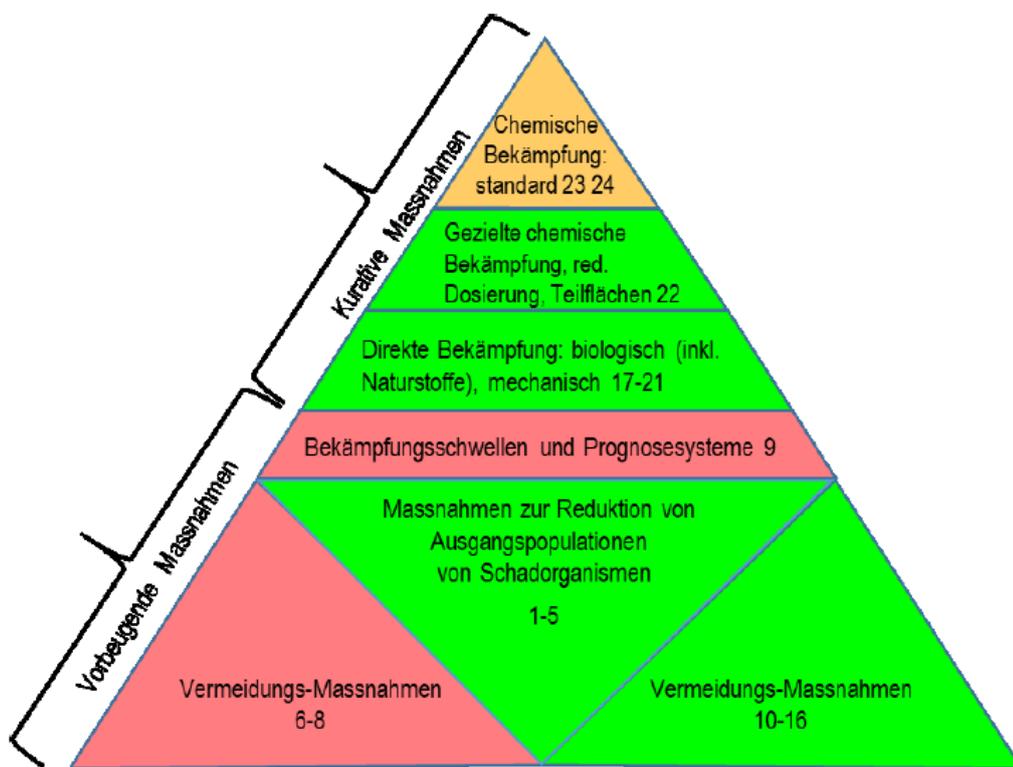


Abbildung 1: Pyramiden-Konzept des integrierten Pflanzenschutzes im Projekt PestiRed (Nummern stehen für jew. Einzelmassnahme, vgl. Tab. 1 unten). Rot: Grundmassnahmen, welche von allen Betrieben umgesetzt werden; Grün: spezifische Massnahmen; Gelb: chemisch bekämpft wird nur in Ausnahmefällen nach Rücksprache mit Beratung und Forschung. (Quelle: PestiRed-Gesuch)

Das Pyramidenkonzept des integrierten Pflanzenschutzes unterscheidet einerseits zwischen vorbeugenden und kurativen Massnahmen (vgl. Abbildung 1). Andererseits wird innerhalb der vorbeugenden Massnahmen zwischen «Massnahmen zur Reduktion von initialen Schadorganismen (A)», und «Vermeidungsmassnahmen (B)» differenziert. Bei den kurativen Massnahmen werden die «Nicht-chemische Bekämpfung (C)» sowie die «Chemische Bekämpfung (D)» unterschieden (vgl. Abbildung 1 und Tabelle 1 sowie <https://pestired.ch/de/massnahmen/> mit kurzen Beschreibungen der im Projekt angewandten Massnahmen).

Tabelle 1: Übersicht der Massnahmen zur Verminderung des Einsatzes von Pflanzenschutzmitteln nach Bereich sowie Massnahmenart (G – Grundmassnahme [fett hervorgehoben], S – spezifische Massnahmen).

Bereich	Massn.-		
	Nr.	Art	Massnahme
Massnahmen zur Reduktion initialer Schadorganismen (A)	1	S	Mechanische Stoppelbearbeitung
	2	S	Bodenbearbeitung in reduzierten Bodenbearbeitungssystemen
	3	S	Zerkleinerung von Ernterückständen
	4	S	Falsche Saatbettbereitung / Unkrautkuren
	5	S	<i>ko-innovativ A</i>
Vermeidungs-massnahmen (B)	6	G	Feinoptimierung Aussaat a Termin b Dichte (tief) c Abstand (hoch)
	7	G	Sorten - weniger anfällig
	8	G	Stickstoff - angepasster Einsatz
	9	G	Bekämpfungsschwellen & Prognosesysteme: Anwendung intensivieren
	10	S	GPS-gesteuerte Saat (Parallelfahrssysteme)
	11	S	Optimierter Zwischenfruchtanbau
	12	S	Mischungen Sorten/Arten a mind. 2 Sorten b mind. 2 Arten
	13	S	Untersaaten
	14	S	Push-pull Techniken Rapsglanzkäfer
	15	S	Habitat-Management: Nützlings-Blühstreifen a 1-jährig in Kultur b 1-jährig am Rand Kultur c mehrjährig am Rand
Nicht-chemische Bekämpfung (C)	16	S	<i>ko-innovativ B</i>
	17	S	Mechanische Unkrautbekämpfung ohne Precision Farming-Technologie
	18	S	Mechanische Unkrautbekämpfung mit Precision Farming-Technologie
	19	S	Krautvernichtung Kartoffeln nicht-chemisch
	20	S	Einsatz von Antagonisten, Medizinalpflanzen, thermische Verfahren, pflanzenbasierte Naturstoffe, entomopathogene Pilze
Chemische Bekämpfung (D)	21	S	<i>ko-innovativ C</i>
	22	S	Teilflächenbehandlung chemisch
	23	G	Abdrift-mindernde PSM-Techniken
	24	S	<i>ko-innovativ D</i>

Die Massnahmen Nr. 5, 16, 21 und 24 sind Platzhalter für neue zusätzliche Massnahmen, welche während der Projektlaufzeit entwickelt werden in der ko-innovativen Zusammenarbeit zwischen Praxis, Beratung und Forschung.

Unter <https://pestired.ch/de/massnahmen/> sind die Massnahmen kurz beschrieben.

Gewisse vorbeugende Massnahmen, die sog. Grundmassnahmen werden von allen Betrieben umgesetzt. Die spezifischen Massnahmen werden in den fünf Regionen zwischen den jeweiligen BeraterInnen und den LandwirtInnen für die regionalen sechsgliedrigen Fruchtfolgen ausgewählt.

Auf jedem der 67 beteiligten Betriebe wird während der sechsjährigen Fruchtfolge (Projektlaufzeit von 2019-2025) eine Parzelle gemäss dem bisherigen Standardverfahren bewirtschaftet (Kontrollparzelle). Bisherige Verfahren umfassen sowohl Anbausysteme gemäss dem ökologischen Leistungsnachweis (ÖLN) (Schweizerische Bundesrat 2013), als auch Systeme, welche bereits darüber hinausgehende Anforderungen erfüllen unter dem Verzicht auf gewisse Pflanzenschutzmittel im Ackerbau. Im sog. Extensoprogramm fördert der Bund die extensive Produktion gewisser Ackerkulturen unter Verzicht auf Fungizide, Insektizide, Wachstumsregulatoren und chemisch-synthetische Stimulatoren durch Produktionssystembeiträge (BLW 2020).

Auf der innovativen Parzelle wird die gleiche Kultur (bzw. eine Mischkultur) angebaut wie auf der Kontrollparzelle. Auf der innovativen Parzelle erfolgt die Umsetzung der Massnahmen, mit dem Ziel, den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln weitestgehend zu reduzieren. Der Vergleich der Kontrollparzelle mit der innovativen Parzelle erlaubt Analysen der Effektivität (Reduktion PSM-Einsatzes) sowie der Wirtschaftlichkeit.

Die am Projekt beteiligten Betriebe erhalten für ihren Aufwand (z.B. die Datenerfassung für das Wirkungsmonitoring und die wissenschaftliche Begleitung mit intensivierter Kulturbeobachtung, Teilnahme an den Projekt-Workshops, Umsetzung der Grundmassnahmen, Ernteverluste) eine pauschale Abgeltung. Für die meisten spezifischen Massnahmen erhalten die Betriebe zusätzlich Beiträge aus dem Projekt, um den Mehraufwand auszugleichen. Durch Direktzahlungen abgegoltene Massnahmen wie Nützlingsblühstreifen werden nicht zusätzlich unterstützt. Schliesslich gibt es im Projekt einen Risikofonds, welcher grössere Ernteverluste auf der innovativen Parzelle ausgleichen kann.

Wesentliches Merkmal von PestiRed ist der ko-innovative Ansatz. An regelmässig stattfindenden Workshops in den fünf Regionen sollen während der sechsjährigen Umsetzungsphase die Massnahmen zur Reduktion des Einsatzes von Pflanzenschutzmitteln unter Beteiligung von Landwirtschaft, Beratung und Forschung weiterentwickelt und auch neue Massnahmen konzipiert werden («co-creation of knowledge»). Den Ausgangspunkt bilden 24 Massnahmen (vgl. Tabelle 1).

Zur Analyse der Akzeptanz wie auch zur Weiterentwicklung der Massnahmen werden die am Projekt beteiligten LandwirtInnen jährlich nach Abschluss der Anbausaison kontaktiert, um eine Beurteilung der jeweils umgesetzten Massnahmen zu erhalten. In diesem Bericht werden die Ergebnisse der Befragungen der ersten beiden Anbaujahre 2019-2020 (Erntejahr 2020) sowie 2020-2021 (Erntejahr 2021) vorgestellt und diskutiert. Während der Projektlaufzeit von 2019-2025 werden die LandwirtInnen insgesamt sechsmal zu den umgesetzten Massnahmen befragt. Der Bericht präsentiert erste Zwischenergebnisse und soll auf diesem Weg den ko-innovativen Prozess zwischen Praxis, Beratung und Forschung im Projekt PestiRed fördern und unterstützen, indem die Ergebnisse transparent kommuniziert und zur Diskussion gestellt werden.

2 Beurteilung der alternativen Pflanzenschutzmassnahmen

2.1 Befragung

Die Befragung der LandwirtInnen zu ihren Erfahrungen mit den Massnahmen des Projektes PestiRed erfolgte bislang zweimal, jeweils im Herbst/Winter nach dem jeweiligen Erntejahr. Diese Befragungen wurde mit dem Befragungstool Unipark online durchgeführt, sowohl in deutscher (im Kanton Solothurn, SO) und französischer Sprache (Kantone Genf, GE und Waadt, VD). Dazu wurden die am Projekt beteiligten BetriebsleiterInnen per E-Mail zur Befragung eingeladen und erinnert. Teilweise erinnerten die regionalen BeraterInnen und auch die ProjektmitarbeiterInnen nochmals spezifisch an die Beantwortung.

Die LandwirtInnen wurden zunächst nach der angebauten Kultur und den auf der innovativen PestiRed-Parzelle umgesetzten Massnahmen gefragt. Zu den Grundmassnahmen (Massnahmen 6-9 und 23), die von allen Betrieben umgesetzt werden sollen, wurden alle Betriebe befragt. Anschliessend wurden sie zu den zusätzlich ausgewählten spezifischen Massnahmen befragt. Der Fragebogen umfasste sowohl geschlossene Fragen (betreffend die Massnahmenwirkung, Wirtschaftlichkeit, Erfahrungen) als auch offene Fragen (zu den Herausforderungen bzw. Pro und Kontra einer Massnahme), in welchen die LandwirtInnen detaillierte Rückmeldungen geben konnten. Vgl. Anhang A1 mit einer exemplarischen Darstellung der Befragung sowie Anhang A2 mit einer beispielhaften Gegenüberstellung des Pflanzenschutzverfahrens zwischen Kontrollparzelle (mit dem betrieblichen Standardverfahren) und der innovativen Parzelle (mit der Umsetzung der Massnahmen).

In der folgenden Analyse werden alle Kulturen berücksichtigt ausser Kunstwiesen, da bei dieser Kultur i. d. R. keine Pflanzenschutzmittel ausgebracht werden. Rückmeldungen liegen von insgesamt 62 Betrieben vor.¹ Die Rücklaufquote insgesamt (ersten zwei Projektjahre) liegt bei 87 %. Die Verteilung der 109 vorliegenden Rückmeldungen können nach Regionen (vgl. Tabelle 2) und Kulturen (vgl. Tabelle 3) differenziert werden.

Tabelle 2: Rücklaufquoten der Befragung in den Kantonen sowie projektweit unter Ausschluss der Betriebe mit Kunstwiese, Erntejahre 2020 und 2021 kombiniert.

Kanton	Betriebe	Betriebe mit Kunstwiese	Antworten	Rücklaufquote (ohne Kunstwiese)
Genf	8	0	15	94 %
Waadt	40	5	61	81 %
Solothurn	19	4	33	97 %
PestiRed gesamt	67	9	109	87 %

Die meisten Rückmeldungen liegen zu Weizen (23 Antworten) und Raps (18 Antworten) vor. Zu gewissen Kulturen liegen nicht aus allen Kantonen Rückmeldungen vor. So liegen zu Kartoffeln, Dinkel, Kichererbsen und einer Mischung mit Leguminosen jeweils nur Antworten aus einem Kanton vor.

¹ Von den insgesamt 67 Betrieben haben 47 an beiden Befragungen teilgenommen, 15 Betriebe haben in einem der zwei Jahre die Befragung beantwortet während 5 Betriebe in keinem der Jahre eine Rückmeldung gegeben haben.

Tabelle 3: Rücklauf der Befragung nach Kulturen in den Kantonen (Anteil der Antworten aus einem Kanton an allen Antworten, wenn relevant; "-" Kultur wurde bislang nicht angebaut) sowie projektweit (PestiRed: Anzahl Antworten über alle Kantone), Erntejahre 2020 und 2021 kombiniert.

Kultur	Genf	Waadtland	Solothurn	PestiRed
Weizen	13%	52%	35%	23
Gerste	21%	50%	29%	14
Dinkel	-	-	100%	6
Kartoffeln	-	-	100%	4
Mais	-	60%	40%	15
Raps	6%	72%	22%	18
Zuckerrüben	20%	60%	20%	5
Erbsen	20%	80%	-	10
Soja	75%	25%	-	4
Sonnenblumen	40%	60%	-	5
Kichererbsen	-	100%	-	1
Kulturenmischung mit Leguminose	-	100%	-	4
Antworten gesamt	14%	56%	30%	109

2.2 Ergebnisse

Bei der Befragung zur Umsetzung der Massnahmen muss man zwischen den Grundmassnahmen, welche von allen LandwirtInnen auf der innovativen Parzelle umgesetzt werden sollen und den in den einzelnen Regionen gewählten spezifischen Massnahmen unterscheiden. Zu den Grundmassnahmen wurden grundsätzlich alle Betriebe befragt, während die Betriebe die von ihnen umgesetzten spezifischen Massnahmen auswählen sollten. Die Häufigkeit der vorliegenden Antworten zu Grund- und spezifischen Massnahmen ist in **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** dargestellt.

Darüber hinaus kann nach den vier Massnahmenbereichen «Massnahmen zur Reduktion von initialen Schadorganismen (A)», «Vermeidungsmassnahmen (B)», «Nicht-chemische Bekämpfung (C)» sowie «Chemische Bekämpfung (D)» unterschieden werden (vgl. Abbildung 2) Schliesslich kann nach Kulturen unterschieden werden (vgl. Tabelle 4), um entsprechende Zusammenhänge bzw. Wechselwirkungen zu erkennen.

2.2.1 Überblick über die Rückmeldungen zu den Massnahmen

Im Bereich A mit vier Massnahmen (M) zur Reduktion von initialen Schadorganismen, gibt es ausschliesslich spezifische Massnahmen. Häufig eingesetzt wurden M1 "Mechanische Stoppelbearbeitung" sowie M4 "Falsche Saatbettbereitung / Unkrautkuren". Weniger Rückmeldungen liegen vor zu M2 "Bodenbearbeitung in reduzierten Bodenbearbeitungssystemen", welche allerdings ein Anbausystem mit reduzierter Bodenbearbeitung (Direktsaat) voraussetzt, und M3 "Zerkleinerung von Ernterückständen".

Der Bereich B, Vermeidungsmassnahmen, umfasst insgesamt zehn Massnahmen, wovon vier verpflichtende Grundmassnahmen sind. Innerhalb der spezifischen Massnahmen des Bereichs B liegen viele Rückmeldungen vor zu M13 "Untersaaten". Die kulturspezifische M9 "Prognosesystem PhytoPRE" wurde von allen vier Betrieben, welche Kartoffeln anbauten, zum Schutz vor der Kraut- und Knollenfäule genutzt. M14 "Push-pull Techniken Rapsglanzkäfer" wurde von gut der Hälfte der Betriebe mit Rapsanbau (56 %) angewandt.

Von den spezifischen Massnahmen des Bereichs C, der nicht-chemischen Bekämpfung, wurde insbesondere die mechanische Unkrautbekämpfung angewandt, überwiegend ohne Precision Farming-Technologie (PFT) (M17,). Die kulturspezifische Massnahme Krautvernichtung (M19) wurde von drei der vier antwortenden Betriebe (75 % der Betriebe mit Kartoffeln) eingesetzt. Die alternativen Verfahren (wie bspw. Antagonisten oder entomopathogene Pilze, Massnahme 20) hängen mit gewissen Kulturen zusammen; diese Massnahmen wurden nicht sehr oft angewandt.

Im Falle des Einsatzes chemischer Pflanzenschutzmittel, Bereich D, wurde die M22 «Teilflächenbehandlung» von 15 Betrieben eingesetzt und bewertet, insbesondere in der Kultur Zuckerrüben.

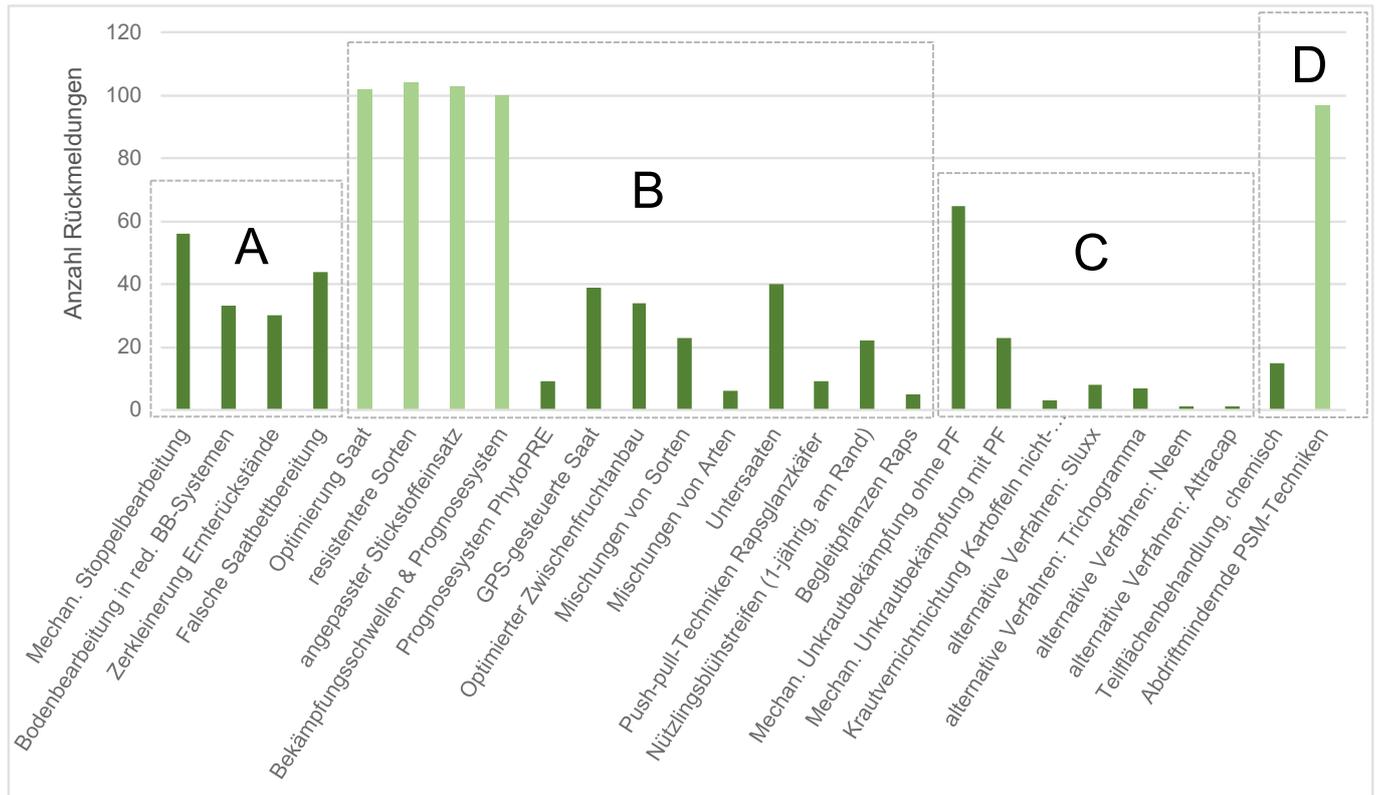


Abbildung 2: Rückmeldungen zu den umgesetzten Massnahmen gruppiert nach vier Massnahmenbereichen: (A) «Massnahmen zur Reduktion von initialen Schadorganismen», (B) «Vermeidungsmassnahmen», (C) «Nicht-chemische Bekämpfung», (D) «Chemische Bekämpfung»; Erntejahre 2020 und 2021 kombiniert. Grundmassnahmen sind in hellgrünen Balken, spezifische Massnahmen in dunkelgrünen Balken dargestellt.

#	Massnahme	Bereich	Weizen	Gerste	Dinkel	Kartoffel	Mais	Raps	Zucker- rüben	Erbesen	Soja	Sonnen- blumen	Kicher- erbsen	Misch- Kultur
1	Mechan. Stoppelbearbeitung	A	52%	71%	83%	25%	40%	67%	40%	40%	50%	40%	100%	
2	Bodenbearbeitung in red. Bodenbearb.-Systemen	A	22%	43%	33%		47%	28%	20%	40%		40%		50%
3	Zerkleinerung Ernterückstände	A	9%	43%	83%	25%	20%	22%	60%	40%	25%	20%		25%
4	Falsche Saatbettbereitung	A	35%	43%	33%	50%	53%	28%	60%	40%	50%	40%	100%	50%
6	Optimierung Saat	B	96%	100%	100%	100%	100%	100%	80%	100%	75%	100%	100%	75%
7	resistentere Sorten	B	96%	100%	100%	100%	100%	100%	80%	100%	75%	100%	100%	75%
8	angepasster Stickstoffeinsatz	B	96%	93%	100%	100%	93%	100%	100%	100%	75%	100%	100%	75%
9	Bekämpfungsschwellen & Prognosesystem	B	96%	93%	83%	100%	93%	100%	80%	100%	75%	100%	100%	100%
9	Prognosesystem PhytoPRE	B	17%			100%		6%						
10	GPS-gesteuerte Saat	B	13%	21%		50%	53%	22%	60%	70%	75%	100%		25%
11	Optimierter Zwischenfruchtanbau	B	17%	21%		50%	47%	6%	100%	40%	100%	80%		
12	Mischungen von Sorten (S)	B	39%		50%			33%	20%	30%				25%
12	Mischungen von Arten (A)	B		21%					20%	20%				
13	Untersaaten	B	30%	21%	17%		33%	72%	20%	10%	75%	60%		75%
14	Push-pull-Techniken gegen Rapsglanzkäfer	B						56%						
15	Nützlingsblühstreifen (1-jährig, am Rand)	B	22%	29%	33%	100%	13%	11%	40%		25%		100%	
32	Begleitpflanzen Raps	B						28%						
17	Mechan. Unkrautbekämpfung ohne Precision Farming	C	65%	64%	100%	100%	60%	11%	60%	90%	75%	40%	100%	75%
18	Mechanische Unkrautbekämpfung mit Precision Farming	C		7%			53%	11%	40%	30%	75%	80%		
19	Krautvernichtung Kartoffeln nicht-chemisch	C				75%								
20	alternative Verfahren: Sluwx (Molluskizid)	C		7%		50%	7%	22%						
20	alternative Verfahren: Trichogramma (Schlupfwespen)	C					53%							
20	alternative Verfahren: Neem (Insektizid)	C				25%								
20	alternative Verfahren: Attractap (Pilz gegen Drahtwürmer)	C				25%								
22	Teilflächenbehandlung, chemisch	D	4%	7%	17%		20%	6%	80%	10%	25%	40%		
23	Abdriftmindernde PSM-Techniken	D	96%	93%	83%	75%	87%	100%	80%	100%	75%	100%	100%	50%
Anzahl der Rückmeldungen zu dieser Kultur			23	14	6	4	15	18	5	10	4	5	1	4

Tabelle 4: Massnahmen und Rückmeldungen nach Kulturen (Anzahl farblich abgestuft), n=109 Antworten; Erntejahre 2020 und 2021 kombiniert.

2.2.2 Bewertung der umgesetzten Massnahmen

Die Darstellung der Bewertung der Massnahmen durch die befragten LandwirtInnen orientiert sich zunächst an der Zielsetzung des Projektes, d. h. dem Beitrag einer Massnahme zur Reduktion von Pflanzenschutzmitteln unter der Nebenbedingung, dass die Wirtschaftlichkeit nicht zu stark leidet. Diese Zielsetzungen sind in der Befragung der LandwirtInnen zur Bewertung der Massnahmen in zwei spezifischen Fragen abgebildet: «*Wie beurteilen Sie die Massnahme hinsichtlich ihrer Wirtschaftlichkeit (Kosten-Nutzen-Verhältnis)*» sowie «*Wie beurteilen Sie die Massnahme hinsichtlich ihrer Reduktion des Einsatzes von Pflanzenschutzmitteln?*»². Der Fokus und die gemeinsame Betrachtung auf diese zwei Fragen bildet die Basis für eine erste Bewertung der im Projekt PestiRed umgesetzten alternativen Pflanzenschutzmassnahmen. In Tabelle 5 sind die Bewertungen der einzelnen Massnahmen sowie die Rangkorrelationen (Spearman) zwischen beiden Dimensionen dargestellt. Zu berücksichtigen ist bei der Betrachtung die Anzahl vorliegender Antworten³. Bei gewissen Massnahmen ist die Anzahl Antworten sehr gering. Diese Ergebnisse sind entsprechend mit Vorsicht zu interpretieren, da der Einfluss einzelner Antworten hoch sein kann.

2.2.2.1 Potenzial zur Reduktion des Pflanzenschutzmitteleinsatzes

Die Spannweite der Massnahmenbewertungen hinsichtlich ihres PSM-Minderungspotenzial reicht von «eher neutral» (minimaler Wert von 4,3 bei M15 "Nützlingsblühstreifen") bis zu «sehr positiv» (maximaler Wert von 7,0 bei M20 "alternatives Verfahren: Attractap" auf Basis einer Bewertung). Der Blick auf die einzelnen Massnahmen zeigt, dass Massnahmen, welche den Herbizideinsatz reduzieren (M19 "nicht-chemische Krautvernichtung" [Sikkation bei Kartoffeln], M18, M2 und M4) im oberen Bereich rangieren (Werte über 5, Beurteilung im Bereich «(eher) positiv»). Diese bieten demnach in den Augen der LandwirtInnen Möglichkeiten zur Einsparung von PSM, d. h. Herbiziden. Die Bewertung der alternativen Mittel Attractap sowie Neem, welche auch im oberen Bereich liegt, basiert auf jeweils nur einer Antwort und impliziert damit eine gewisse Unsicherheit.

Im mittleren Bereich hinsichtlich dem Reduktionspotenzial liegen die Grundmassnahmen Sortenwahl (M7) und Bekämpfungsschwellen/Prognosesysteme (M9) und die Untermassnahme «Prognosesystem PhytoPRE» (M9). Der Einsatz abdriftmindernder Techniken beim Pflanzenschutz (M23) wird bzgl. dem Minderungspotenzial «eher positiv» bewertet. Die Optimierung von Saat (M6) und Stickstoffeinsatz (M8) werden innerhalb der Grundmassnahmen als weniger zielführend beurteilt, dies gilt insbesondere für die Düngung⁴.

«Eher positiv» hinsichtlich ihres Potenzials, PSM einzusparen werden ausserdem die Vermeidungsmassnahmen optimierter Zwischenfruchtanbau (M11) sowie Untersaaten (M13) bewertet mit Werten von 5,0 bzw. 4,7. Die Vermeidungsmassnahmen Sortenmischungen (M12) und Nützlingsblühstreifen (M15, einjährige Blühstreifen am Rand der Kultur) bilden die Schlusslichter bei der Bewertung des Verminderungspotenzials.

Eng verknüpft mit der Reduktion des Pflanzenschutzmitteleinsatzes ist auch die Reduktion der damit einhergehenden Risiken für Mensch und Umwelt. So waren die LandwirtInnen gebeten auch dieses Kriterium zu bewerten, welches auf die Zielsetzung des «Aktionsplans zur Risikoreduktion und nachhaltigen Anwendung von Pflanzenschutzmitteln» (WBF 2016) zurückgeht. Es zeigt sich eine überwiegend recht ähnliche Einordnung beider Kriterien (vgl. Tabelle im Anhang).

² Als Antwortkategorien zur Bewertung standen zur Auswahl: "sehr negativ" (Wert 1), "negativ" (2), "eher negativ" (3), "neutral" (4), ..., "sehr positiv" (Wert 7). Vgl. im Anhang A1 auch die exemplarische Darstellung des Fragebogens.

³ Die Angabe "N (Beobachtungen)" bezieht sich auf Anzahl der Korrelationen zwischen den betrachteten Merkmalen. Es werden dabei nur diejenigen Beobachtungen (Betriebe), welche sowohl die Wirtschaftlichkeit als auch das Reduktionspotenzial des PSM-Einsatzes bewertet haben, berücksichtigt.

⁴ Eine gute angepasste Stickstoffdüngung an den Bedarf der jeweiligen Kultur soll dazu beitragen, Probleme mit Krankheiten und Schädlingsbefall zu verringern und folglich den Einsatz von PSM zu reduzieren.

Tabelle 5: Bewertung der Massnahmen nach ihrem Potenzial, den Einsatz von PSM zu reduzieren (Reduktion PSM – absteigend sortiert), sowie ihrer Wirtschaftlichkeit (farblich differenziert). Dargestellt sind Mittelwerte einer 7-stufigen Skala von «1 – sehr negativ, 2 – negativ, 3 – eher negativ, 4 – neutral, ..., 7 – sehr positiv») sowie die Korrelation beider Merkmale. Erntejahre 2020 und 2021. Vgl. im Anhang A1 die exemplarische Darstellung des Fragebogens.

Nr. Massnahme	Bereich ^a	Reduktion PSM	Wirtschaftlichkeit	Korrelationskoeffizient ^b	Signifikanzniveau ^c	N (Korrelationen)
20 alternative Verfahren: Attractap	C	7,0	2,0			0
19 Krautvernichtung Kartoffeln nicht-chemisch	C	6,7	2,7	0,50	0,667	3
18 Mechan. Unkrautbekämpfung mit PF	C	6,3	4,5	0,52	0,010	23
20 alternative Verfahren: Neem	C	6,0	2,0			0
17 Mechan. Unkrautbekämpfung ohne PF	C	5,8	3,9	0,13	0,293	65
22 Teilflächenbehandlung, chemisch	D	5,5	4,2	0,63	0,012	15
2 Bodenbearbeitung in red. BB-Systemen	A	5,4	4,6	-0,04	0,844	34
9 Bekämpfungsschwellen & Prognosesystem	B	5,3	4,9	0,58	0,000	100
7 resistenterer Sorten	B	5,3	5,0	0,66	0,000	105
4 Falsche Saatbettbereitung	A	5,2	4,0	0,44	0,003	44
32 Begleitpflanzen Raps	B	5,2	4,0	-0,47	0,423	5
14 Push-pull-Techniken Rapsglanzkäfer	B	5,1	4,0	0,58	0,077	10
12 Mischungen von Arten	B	5,0	3,8	0,68	0,136	6
9 Prognosesystem PhytoPRE	B	5,0	5,3	0,66	0,053	9
11 Optimierter Zwischenfruchtanbau	B	5,0	4,8	0,64	0,000	34
23 Abdriftmindernde PSM-Techniken	D	5,0	4,4	0,48	0,000	97
10 GPS-gesteuerte Saat	B	4,9	4,6	0,63	0,000	39
1 Mechan. Stoppelbearbeitung	A	4,9	4,4	0,19	0,157	57
20 alternative Verfahren: Sluxx	C	4,9	3,8	0,07	0,871	8
20 alternative Verfahren: Trichogramma	C	4,9	5,0	0,45	0,264	8
3 Zerkleinerung Ernterückstände	A	4,8	4,1	0,24	0,198	30
13 Untersaaten	B	4,7	3,9	0,44	0,005	40
6 Optimierung Saat	B	4,7	4,6	0,40	0,000	104
8 angepasster Stickstoffeinsatz	B	4,5	4,6	0,16	0,105	103
12 Mischungen von Sorten	B	4,5	4,0	0,66	0,001	23
15 Nützlingsblühstreifen (1-jährig, am Rand)	B	4,3	3,6	0,52	0,010	23

^a Massnahmenbereiche: A – Massnahmen zur Reduktion von initialen Schadorganismen; B – Vermeidungsmassnahmen; C – Nicht-chemische Bekämpfung; D – Chemische Bekämpfung.

^b Korrelationen gemäss Rangkorrelationskoeffizient von Spearman (für kleine Anzahl Korrelationen plausibilisiert anhand polychorischer Korrelationsanalyse).

^c Die Kalkulation von insgesamt vier Korrelationskoeffizienten auf Basis der Rückmeldungen zu einer Massnahmen wurde beim angegebenen Signifikanzniveau mittels einer Bonferroni-Korrektur berücksichtigt, indem die ermittelten p-Werte der Korrelation mit dem Faktor 4 multipliziert wurden.

^d Angegeben ist die Anzahl der Korrelationen zwischen den Merkmalen. Wenn nur eine Rückmeldung vorliegt, kann keine Korrelation berechnet werden, so dass dann N=0 angegeben ist.

Betrachtet man abschliessend die Massnahmen-Bereiche (Tabelle 5, dritte Spalte) hinsichtlich ihrer Beurteilung zur Reduktion des Pflanzenschutzmitteleinsatzes durch die LandwirtInnen, so zeigt sich in der Tendenz, dass nicht-chemische Bekämpfungs-Verfahren (C, gewichteter Mittelwert [gew. MW] von 5,8, nahe "positiv") am besten bewertet werden. Massnahmen zur Reduktion initialer Schadorganismen (Bereich A, gew. MW von 5,1) werden leicht besser als die Massnahmen aus dem Bereich chemische Bekämpfung (D, gew. MW von 5,0, "eher positiv") bewertet. Ein geringfügig kleineres Reduktionspotenzial sehen die LandwirtInnen bei den Vermeidungsmassnahmen (Bereich B, gew. MW von 4,9).

2.2.2.2 Wirtschaftlichkeit

Bei der Bewertung der Wirtschaftlichkeit der Massnahmen ist zu berücksichtigen, dass die LandwirtInnen für ihre Projektbeteiligung eine Pauschale sowie für die Umsetzung spezifischer Massnahmen eine zusätzliche Entschädigung bzw. Beiträge erhalten. Letztere sollen den mit der Umsetzung der Massnahmen einhergehenden Aufwand ausgleichen. So legt eine neutrale Beurteilung der Wirtschaftlichkeit einer Massnahme nahe, dass die Projekt-Beiträge die Mehrkosten der Massnahme in etwa decken. Informationen zu den effektiven Kosten alternativer Pflanzenschutzmassnahmen werden bei der Analyse der Wirtschaftlichkeit auf Basis von Feldkalenderdaten in einem weiteren Teilprojekt der wissenschaftlichen Begleitung erarbeitet.

Die Spannbreite der Bewertungen der wahrgenommenen Wirtschaftlichkeit der Einzelmassnahmen reicht von «negativ» (minimale Werte von 2,0 bei M20: Neem bzw. Attractap, jew. nur eine Beobachtung) bis zu «eher positiv» (maximaler Wert von 5,3 bei M9 Prognosesystem PhytoPre, vgl. Tabelle 5). Die Wirtschaftlichkeit der Massnahmen wird trotz des Ausgleichs von Mehrkosten bei der Umsetzung seitens des Projektes kritisch bewertet – gerade im Vergleich mit der Bewertung des Potenzials zur Einsparung von PSM. So weisen vier der fünf effektivsten Massnahmen zur PSM-Reduktion eine leicht negative Tendenz bzw. eine negative Bewertung ihrer Wirtschaftlichkeit auf (vgl. die Zeilen 1-5 in Tabelle 5). Eine (leicht) negative Tendenz zu einer geringeren Wirtschaftlichkeit wird darüber hinaus vier weiteren Massnahmen (M13, M20 Sluxx, M21 sowie M15) attestiert.

Betrachtet man die vier unterschiedenen Massnahmenbereiche, so zeigt sich grundsätzlich eine gewisse Streuung der Bewertungen der Wirtschaftlichkeit, wobei Massnahmen des Bereichs B (Vermeidungsmassnahmen, gew. MW von 4,6) am besten abschneiden. Die Bereiche D (chemische Bekämpfung, gew. MW von 4,4) und A (Reduktion von initialen Schadorganismen, gew. MW von 4,3) rangieren im mittleren Bereich, während die Gruppe von Massnahmen des Bereichs C (Nicht-chemische Bekämpfung gew. MW von 4,1) weniger gut beurteilt werden.

Die Wirtschaftlichkeit eines Produktionsverfahrens und der angewandten Massnahmen hängt von den erzielten Leistungen ab, welche von der Erntemenge und der Erntequalität wesentlich bestimmt sind, sowie den Kosten. Der Aufwand bzw. die Kosten⁵ werden mehrheitlich in der Tendenz negativ beurteilt; dies legt entweder höhere Kosten für Betriebsmittel oder die Arbeitserledigung (Maschinen-, Arbeitskosten) oder leistungsseitig Ernte- oder Qualitätsverluste nahe. Eine detaillierte Analyse der Wirtschaftlichkeit der Umsetzung alternativer Pflanzenschutzmassnahmen wird anhand von Feldkalenderdaten sowie zusätzlichen Erhebungen zu einem späteren Zeitpunkt erfolgen und mit den Befragungsergebnissen verglichen.

⁵ Die Frage an die LandwirtInnen lautete: "Wie beurteilen Sie den Aufwand bzw. die Kosten dieser Massnahme? Aufwand bzw. Kosten können sowohl Betriebsmittel-, Maschinen- und Arbeitskosten, als auch entgangene Leistungen (Mindererträge, Qualitätsabzüge) umfassen.". Die Antwortkategorien reichen von 1 "sehr hoch" über 4 "neutral" bis 7 "sehr gering". Vgl. im Anhang A1 die exemplarische Darstellung des Fragebogens.

Tabelle 6: Bewertung der Wirtschaftlichkeit und des Aufwands (Kosten) der Massnahmen durch die LandwirtInnen sowie die Korrelationskoeffizienten (KorrKoeff, nach Spearman) zwischen Wirtschaftlichkeit und Aufwand, Erntemenge sowie Erntequalität mit ihren Irrtumswahrscheinlichkeiten (p, Bonferroni-korrigiert). Mittelwerte basieren auf einer 7-stufigen Skala von «1 – sehr negativ [Aufwand: hoch], ..., 4 – neutral, ..., 7 – sehr positiv [Aufwand: gering]». N – minimale Anzahl Rückmeldungen; dargestellt sind Massnahmen mit mind. 9 Rückmeldungen. Erntejahre 2020 und 2021.

Nr. Massn.-Beschreibung	Bereich	Wirtschaftlichkeit Aufwand		Wirtschaftlichkeit x Aufwand		Wirtschaftlichkeit x Erntemenge		Wirtschaftlichkeit x Erntequalität		N
		Mittelwert		KorrKoeff	p	KorrKoeff	p	KorrKoeff	p	
1 Mechan. Stoppelbearbeitung	A	4,4	4,1	0,49	0,001	0,38	0,013	0,21	0,472	56
2 Bodenbearbeitung in red. BB-Systemen	A	4,6	4,1	0,45	0,029	0,33	0,241	0,11	1,000	33
3 Zerkleinerung Ernterückstände	A	4,1	3,4	0,39	1,000	0,33	0,296	0,58	0,003	30
4 Falsche Saatbettbereitung	A	4,0	3,4	0,51	0,002	0,16	1,000	0,18	1,000	44
6 Optimierung Saat	B	4,6	4,1	0,14	0,664	0,67	0,000	0,53	0,000	101
7 resistenterer Sorten	B	5,0	4,3	0,14	0,664	0,72	0,000	0,69	0,000	104
8 angepasster Stickstoffeinsatz	B	4,6	4,2	0,03	1,000	0,66	0,000	0,58	0,000	103
9 Bekämpfungsschwellen & Prognosesystem	B	4,9	3,9	0,15	0,587	0,46	0,000	0,48	0,000	98
9 Prognosesystem PhytoPRE	B	5,3	4,4	0,84	0,017	0,18	1,000	0,13	1,000	9
11 Optimierter Zwischenfruchtanbau	B	4,8	3,2	0,13	1,000	0,63	0,000	0,53	0,005	34
12 Mischungen von Sorten	B	4,0	3,9	0,26	0,952	0,78	0,000	0,41	0,196	23
13 Untersaaten	B	3,9	3,1	0,40	0,045	0,47	0,009	0,32	0,180	40
14 Push-pull-Techniken Rapsglanzkäfer	B	4,0	3,9	0,17	1,000	0,87	0,004	0,15	1,000	9
15 Nützlingsblühstreifen (1-jährig, am Rand)	B	3,6	2,8	0,77	0,000	0,18	1,000	0,19	1,000	22
17 Mechan. Unkrautbekämpfung ohne PFT	C	3,9	3,2	0,67	0,000	0,42	0,002	0,37	0,011	65
18 Mechan. Unkrautbekämpfung mit PFT	C	4,5	2,1	0,20	1,000	0,61	0,007	0,55	0,024	23
22 Teilflächenbehandlung, chemisch	D	4,2	3,0	0,42	0,469	0,27	1,000	0,50	0,230	15
23 Abdriftmindernde PSM-Techniken	D	4,4	3,6	0,15	0,633	0,53	0,000	0,53	0,000	96

Eine Beurteilung des Aufwands bzw. der Kosten als gering geht mehrfach einher mit einer guten Beurteilung der Wirtschaftlichkeit (signifikant positive Korrelation bei sieben Massnahmen, vgl. Tabelle 6). Die Mehrzahl der ermittelten Korrelationskoeffizienten ist positiv, aber nicht signifikant. Drei Rangkorrelationen sind negativ, d. h. wird die Wirtschaftlichkeit positiv bewertet, wird der Aufwand weniger positiv (oder umgekehrt); dies betrifft insbesondere M9, das Prognosesystem PhytoPRE (signifikant negativ) sowie – nicht signifikant – M11 und M18.

Deutlicher erkennbar ist der Zusammenhang zwischen Wirtschaftlichkeit und den zwei erhobenen Merkmalen zur Leistung, der Erntemenge und der Erntequalität. Alle Korrelationskoeffizienten sind positiv und die Mehrheit ist auch statistisch signifikant.

2.2.2.3 Einfluss auf Erntemenge und -qualität

Mit den Bewertungen der Massnahmen hinsichtlich ihres Einflusses auf die Erntemenge und die Erntequalität⁶ durch die LandwirtInnen werden zwei für die Wirtschaftlichkeit relevante Einflussgrössen erhoben. Eine höhere Erntemenge wie auch eine bessere Erntequalität wirken positiv auf die erzielbaren Leistungen und können die Wirtschaftlichkeit verbessern. Die Kenntnis zur Bewertung dieser Kriterien erlaubt ein besseres Verständnis der Wirtschaftlichkeitsbeurteilung einer Massnahme.

Die Spannweite der Bewertungen der Auswirkungen auf die Erntemenge reicht von «eher negativ» (minimaler Wert von 3,3 bei M19, nicht-chem. Krautvernichtung bei Kartoffeln) bis «eher positiv» (maximale Werte von 5,1 bei M20, Trichogramma). Der mit der Anzahl Rückmeldungen je Massnahme gewichtete Mittelwert liegt insgesamt bei 4,3. Leicht negative Effekte auf die Erntemenge werden neben der nicht-chemischen Krautvernichtung fünf weiteren Massnahmen zugeschrieben: M13, Untersaaten (MW von 3,6⁷), M12 A Mischungen von Arten (MW von 3,7), M14 Push-pull-Techniken gegen Rapsglanzkäfer (MW von 3,7), M17 Mechanische Unkraut ohne Precision Farming-Technologie (MW von 3,9) sowie M15 Nützlingblühstreifen (MW von 3,96) attestiert. Bei den übrigen alternativen

⁶ Die Frage an die LandwirtInnen lautete: "Wie beurteilen Sie die Massnahme «X» hinsichtlich ihres Einfluss auf die Erntemenge (Erntequalität)?" Die Antwortkategorien reichen von "sehr negativ" (Wert 1) über "neutral" (4) bis "sehr positiv" (Wert 7). Vgl. im Anhang A1 die exemplarische Darstellung des Fragebogens.

⁷ Der Einfluss von Untersaaten auf die Erntemenge wurde insbesondere bei Mais und Dinkel negativ bewertet.

Pflanzenschutzmassnahmen nahmen die LandwirtInnen keinen oder einen leicht positiven Einfluss auf die Erntemenge wahr.

Ein ähnliches Bild ergibt sich bei der Erntequalität. Die mittlere Wahrnehmung des Gesamteffekts der Massnahmen auf die Erntequalität wird mit 4,4 (gew. MW) etwas positiver bewertet als bei der Erntemenge (gew. MW von 4,3) bei grösserer Spannbreite der Bewertungen. Die schlechteste Bewertung erhält M19: nicht-chem. Krautvernichtung bei Kartoffeln (MW von 2,7), während M20: Trichogramma (MW von 5,3) der grösste positive Effekt auf die Erntequalität zugeschrieben wird. Leicht negative Effekte werden bei fünf weiteren Massnahmen wahrgenommen, nämlich M32 Begleitpflanzen im Raps (MW von 3,6), M13 Untersaaten (MW von 3,8), M12 A Mischungen von Arten (MW von 3,8), M14 Push-pull-Techniken gegen den Rapsglanzkäfer (MW von 3,9), sowie M15 Nützlingsblühstreifen (MW von 3,95). Der grossen Mehrheit der Massnahmen wird kein oder ein eher positiver Effekt auf Erntequalität zugeschrieben.

Die Bewertung des Einflusses einer Massnahme auf die Erntemenge und die Erntequalität ist in folgendem Punktdiagramm dargestellt (Abbildung 3). Die Verteilung der Punkte weist deutlich auf den positiven Zusammenhang zwischen der Beurteilung dieser zwei Kriterien durch die LandwirtInnen hin: ein eher positiver Effekt auf die Erntemenge geht mit einem eher positiven Effekt auf die Erntequalität einher. Diese Beobachtung wird durch Korrelationsanalysen (Rangkorrelation nach Spearman sowie polychorische Korrelation) gestützt.

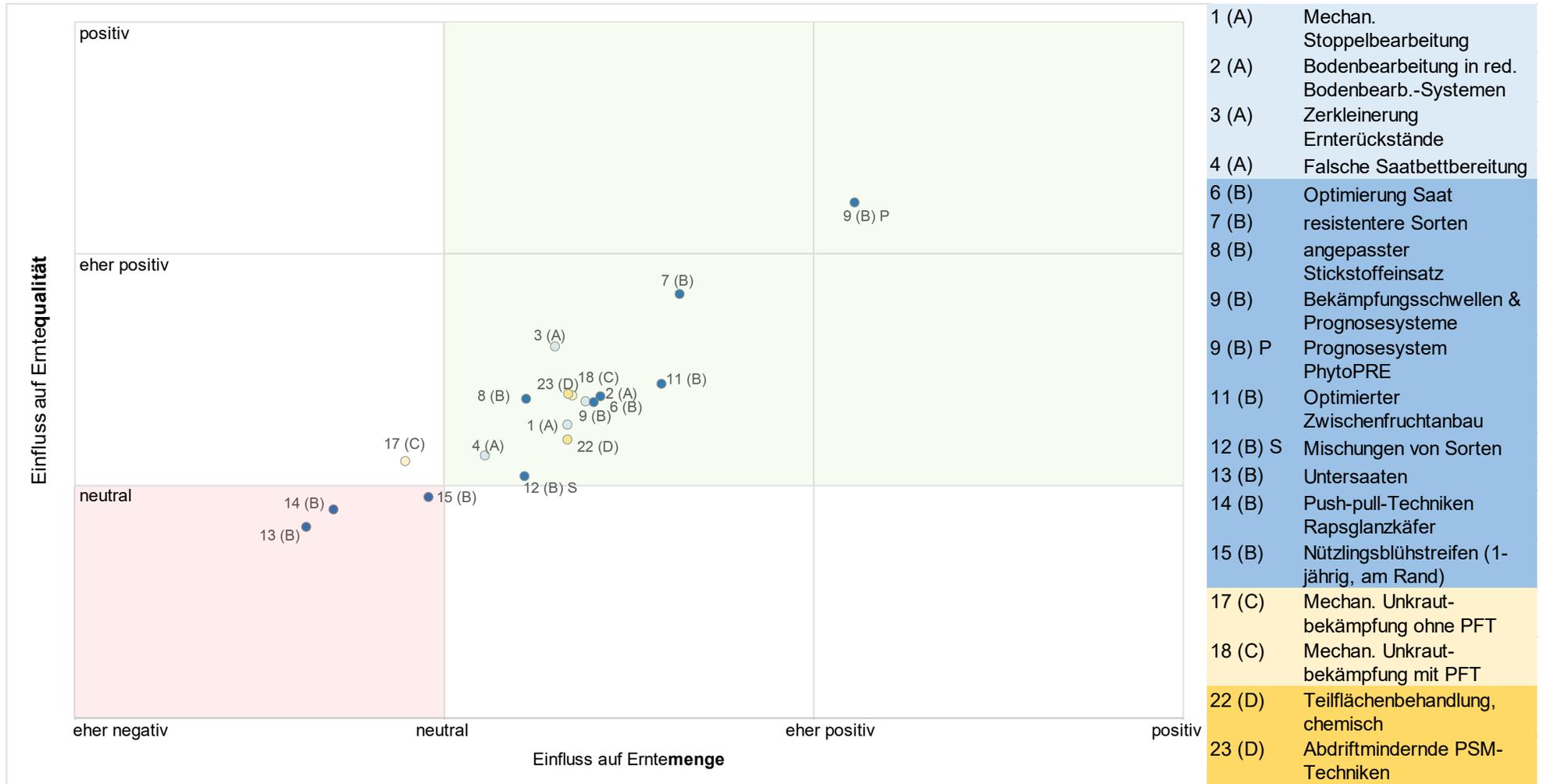


Abbildung 3: Bewertung des Einflusses der Massnahmen auf die Erntemenge sowie Erntequalität; dargestellt sind Massnahmen mit mind. 9 Rückmeldungen; Erntejahre 2020 und 2021.

2.2.2.4 Rückmeldungen und Reaktionen von BerufskollegInnen

Die Reaktionen von BerufskollegInnen⁸ können einen wichtigen Einflussfaktor darstellen hinsichtlich der weiteren Umsetzung der Massnahmen auf dem Betrieb wie auch der Skalierung der Umsetzung alternativer Pflanzenschutzmassnahmen auf nationaler Ebene (Vanslebrouck *et al.* 2002; Läßle und Kelley 2015; Dessart *et al.* 2019). Für Massnahmen, zu welchen mindestens acht Antworten vorliegen, ist die Charakterisierung der Rückmeldungen von BerufskollegInnen in Abbildung 4 anhand der fünf abgefragten Kategorien (negativ – eher negativ – neutral – eher positiv – positiv) für 18 Massnahmendargestellt.

Im Mittel haben die LandwirtInnen in 85 % der Fälle eine Rückmeldung zur umgesetzten Massnahme bekommen von BerufskollegInnen. Das heisst, das Projekt und die Umsetzung der alternativen Massnahme stiess auf ein gewisses Interesse und Reaktionen aus der Praxis. Die Anzahl der Rückmeldungen hängt dabei ab von der Häufigkeit der Umsetzung einer Massnahme (so treten die Grundmassnahmen mit vielen Rückmeldungen klar hervor), aber auch der Sichtbarkeit einer Massnahme. So ist ein Nützlingsblühstreifen (M15b) oder eine Untersaat (M13) leichter wahrnehmbar und besser sichtbar als eine Sortenmischung (M12). Entsprechend sind bei gut wahrnehmbaren bzw. auffälligen Massnahmen mehr Rückmeldungen zu erwarten.

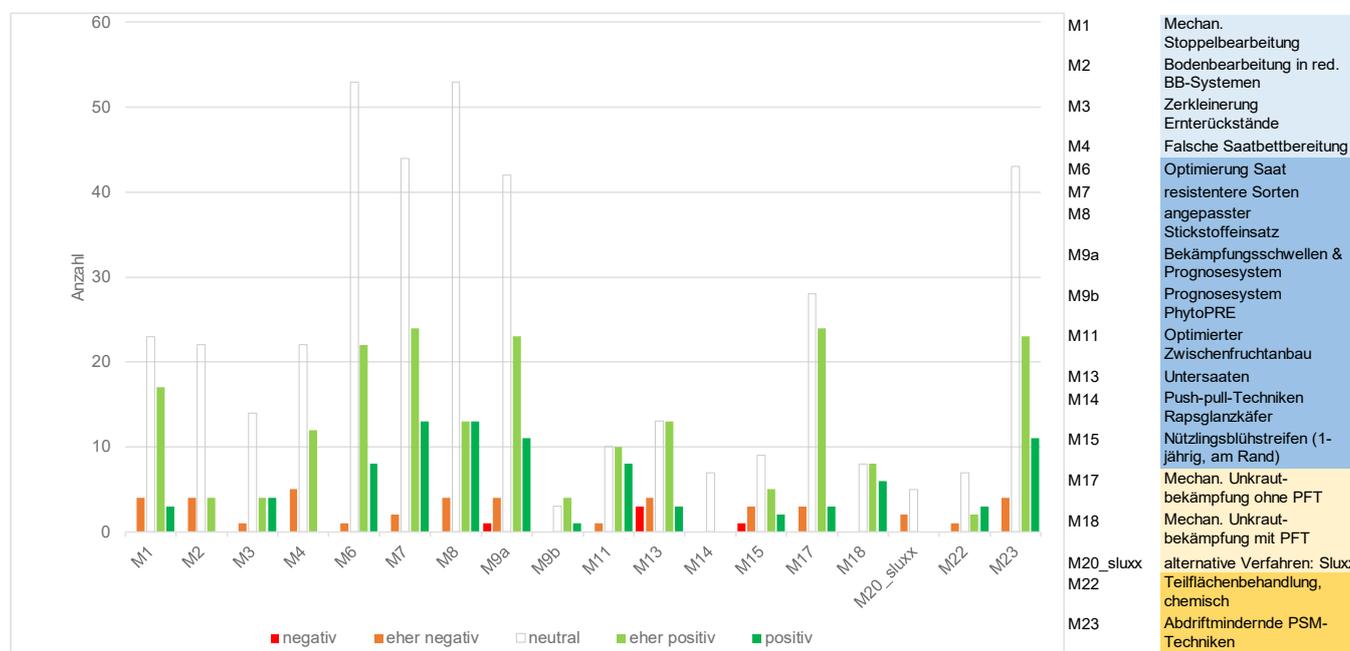


Abbildung 4: Rückmeldungen und Reaktionen von BerufskollegInnen zur Umsetzung von Massnahmen. Nicht dargestellt sind Massnahmen mit weniger als acht Rückmeldungen sowie die Antwortkategorien «keine Rückmeldung erhalten» sowie «keine Angabe» (wenn Frage nicht beantwortet wurde). Erntejahre 2020 und 2021.

Bei nahezu allen in Abbildung 4 dargestellten Massnahme erhielten die BetriebsleiterInnen am häufigsten neutrale Rückmeldungen (weisse Balken). Bei vier Massnahmen waren die häufigsten Rückmeldungen «eher positiv» (M9 Prognosesystem PhytoPRE) bzw. gleich häufig "eher positiv" wie neutral (M11 Zwischenfruchtanbau, M13 Untersaaten sowie M17 Mechanische Unkrautbekämpfung ohne Precision Farming-Technologie).

Abgesehen von einer Massnahme (M2 Bodenbearbeitung in reduzierten Bodenbearbeitungssystemen) überwiegen sonst (eher) positive Rückmeldungen die (eher) negativen Rückmeldungen. Bei den Untersaaten (M13) sowie beim Nützlingsblühstreifen (M15) bestehen Meinungsunterschiede in der Praxis mit sowohl klar negativen als auch klar positiven Rückmeldungen, wobei positive Rückmeldungen überwiegen.

⁸ Die Frage lautete: "Wie waren die Rückmeldungen und Reaktionen zur Massnahme «X» von Ihren BerufskollegInnen?" mit den Antwortkategorien: "keine erhalten", "negativ", ..., "positiv". Vgl. im Anhang A1 die exemplarische Darstellung des Fragebogens.

2.2.3 Einzelmassnahmen

In diesem Abschnitt werden die Ergebnisse ausgewählter Massnahmen im Detail vorgestellt. Bei der Auswahl der Massnahmen wurde die Anzahl vorliegender Antworten, die Art der Massnahme (Grund- bzw. spezifische Massnahme) sowie der Bereich der Massnahme (A-D) (vgl. Tabelle 4) berücksichtigt.

2.2.3.1 Massnahme «Mechanische Stoppelbearbeitung»

Aus dem Bereich A (Massnahmen zur Reduktion von initialen Schadorganismen) liegen zu dieser spezifischen Massnahme die grösste Anzahl Rückmeldungen vor. Diese Massnahme soll nach Getreide, Raps und Mais zum Einsatz kommen und dient der Unkrautbekämpfung sowie der Förderung der Rotte (<https://pestired.ch/de/massnahmen/>). So soll sowohl Unkräutern, aber auch Schädlingen und Krankheiten vorgebeugt werden. Je nach Bodentyp können unterschiedliche Maschinen bei der Bodenbearbeitung zum Einsatz kommen (Scheibeneggen, Flachgrubber, Schälplug). Für den zusätzlichen Aufwand dieser Massnahmen werden aus dem Projektbudget Beiträge von rund Fr. 120 je ha (PestiRed 2018) ausgezahlt.

Diese Massnahme wird hinsichtlich ihrer Reduktion von Pflanzenschutzmitteln, ihrer Wirkung beim Pflanzenschutz und auch der Wirtschaftlichkeit mehrheitlich positiv wahrgenommen (vgl. Abbildung 5). Negative Rückmeldungen sind selten und betreffen vereinzelt das Potenzial, PSM zu reduzieren, insbesondere aber den Aufwand bzw. die Kosten und entsprechend auch die Wirtschaftlichkeit.

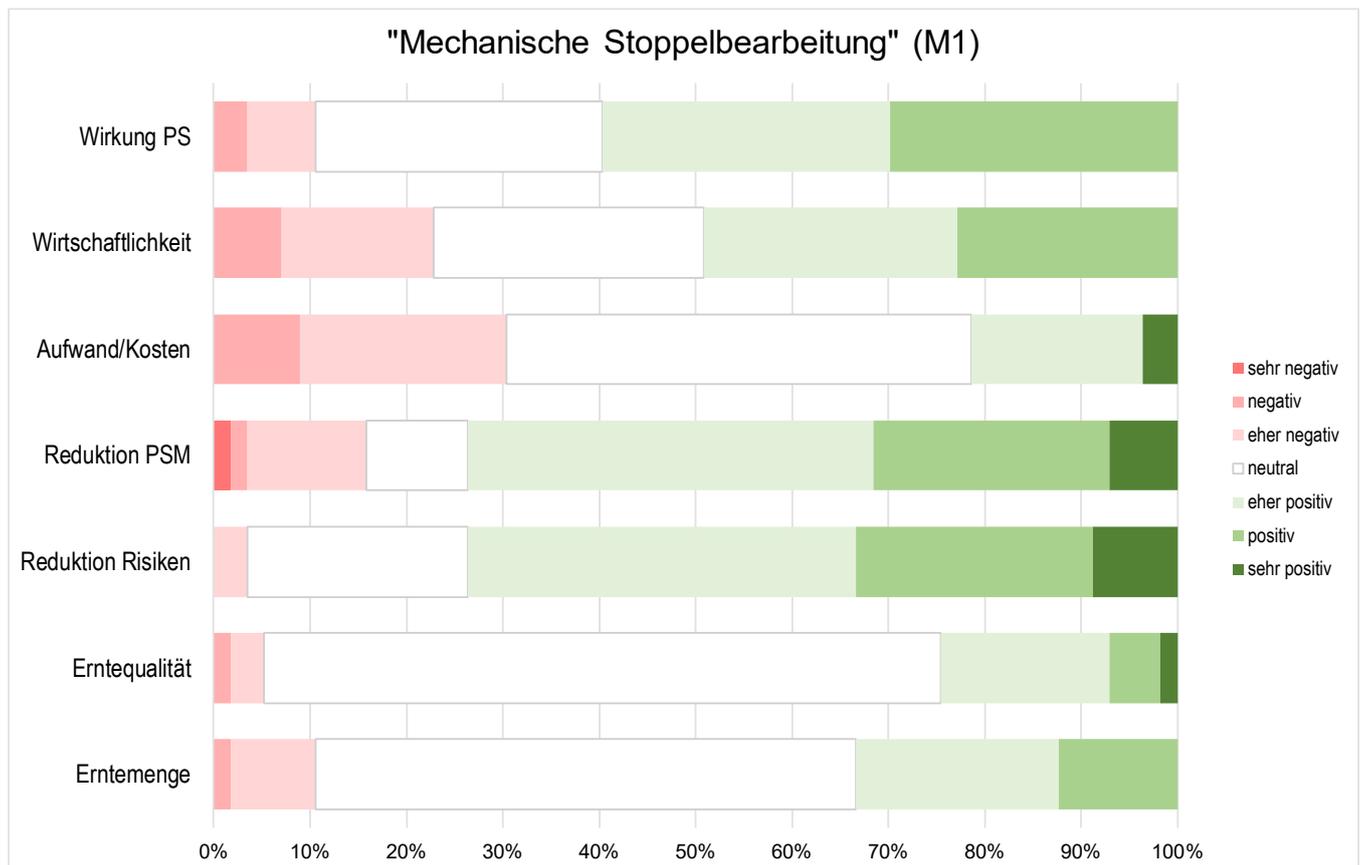


Abbildung 5: Beurteilung der Massnahme «Mechanische Stoppelbearbeitung»; PS: Pflanzenschutz, PSM: Pflanzenschutzmittel. Eigene Darstellung auf Basis von 56 bzw. 57 Antworten (nicht alle antwortenden LandwirtInnen haben alle Merkmale bewertet).

Tabelle 7: Bewertung der Massnahme «Mechanische Stoppelbearbeitung» für die häufigsten Kulturen Weizen, Raps und Gerste. Dargestellt sind Mittelwerte der Bewertungen auf einer 7-stufigen Skala von «1 – sehr negativ, 2 – negativ, 3 – eher negativ, 4 – neutral, ..., 7 – sehr positiv».

Kriterium	Reduktion von PSM	Wirtschaftlichkeit	Pflanzenschutz	Erntemenge	Erntequalität	Aufwand/Kosten	Red. Risiken für Mensch und Umwelt	Antworten
Weizen	5,3	4,8	4,5	4,7	4,3	4,2	5,1	12
Raps	4,4	3,8	4,8	4,3	4,3	3,9	5,1	12
Gerste	4,9	4,5	4,9	4,1	4,0	4,0	5,1	10

Betrachtet man die Bewertung der Massnahme «Mechanische Stoppelbearbeitung» differenziert nach Kulturen, so zeigen sich leichte Unterschiede. Die Wirkung hinsichtlich des Schutzes der Kulturpflanzen wird bei Gerste und Raps positiver bewertet. Die Wirtschaftlichkeit (Kosten-Nutzen) wird bei den Getreiden Weizen und Gerste deutlich besser als bei Raps eingeschätzt, wobei die Kosten bei Raps am kritischsten beurteilt werden. Das Potenzial zur Reduktion von Pflanzenschutzmitteln wird bei Weizen stärker als bei Gerste und Raps wahrgenommen. Der Einfluss auf die Erntemenge und die Erntequalität sind mehrheitlich neutral. Die Antworten zum Potenzial der Risikoreduktion ähnelt i.d.R. der Einschätzung zum Potenzial zur Reduktion von PSM; Unterschiede zwischen den Kulturen sind minim.

2.2.3.2 Massnahme «Resistentere Sorten/Sortenwahl»

Aus den vier von allen Betrieben umgesetzten Grundmassnahmen innerhalb der Vermeidungsmassnahmen (Bereich B) wird die Wahl wenig anfälliger Sorten (geeignete Sortenwahl) näher betrachtet. Unter Berücksichtigung der lokalen und betrieblichen Anbaubedingungen (Fruchtfolge, Pathogen-Situation, Bodentyp) soll die Wahl resistenter Sorten gefördert werden.

Die Massnahme «Sortenwahl» (M7) wurde innerhalb der Grundmassnahmen hinsichtlich ihres Beitrags zur Reduktion von Pflanzenschutzmitteln zusammen mit der allgemeinen Massnahme "Bekämpfungsschwellen und Prognosesysteme" (M9) am positivsten bewertet (vgl. Tabelle 5). Auch die Wirkung des Pflanzenschutzes wird überwiegend positiv bewertet. Kritisch gesehen werden die Kosten. Diese Einschätzung geht einher mit kritischen Anmerkungen insbesondere zur Erntemenge, aber auch zur Erntequalität. Bei der Wahl einer resistenteren Sorte scheinen reduzierte Leistungen (Erntemenge, -qualität) eine Hürde darzustellen.

Auf Ebene der einzelnen Kulturen kann die Bewertung der Sortenwahl stark von den individuellen Erwartungen, den lokalen Anbaubedingungen, den verfügbaren Sorten (Auswahlmöglichkeiten) und der letztlich angebauten Sorte abhängen. Aus den kulturspezifischen Ergebnissen in Tabelle 8 kann man daher lediglich grobe Schlussfolgerungen ziehen. Die Umsetzung dieser Massnahme scheint bei Getreide (Weizen, Gerste und Mais) im Vergleich zu Raps sowohl effektiver als auch wirtschaftlich attraktiver zu sein. Die grundsätzlich eher positive Bewertung der Wirkung der Sortenwahl beim Pflanzenschutz könnte darauf hindeuten, dass hier noch nicht ganz ausgeschöpftes Potenzial besteht.

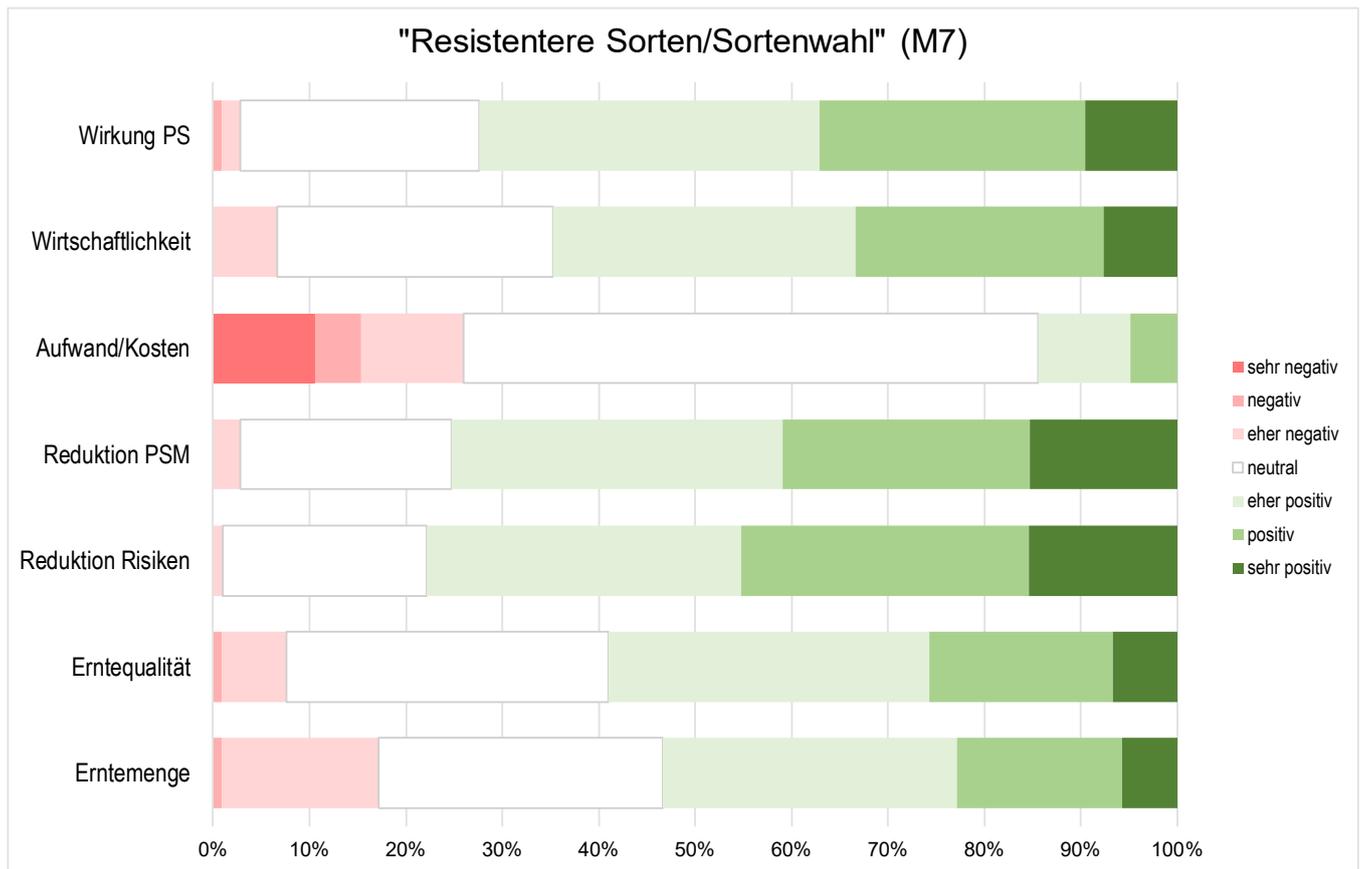


Abbildung 6: Beurteilung der Massnahme «Sortenwahl»; PS: Pflanzenschutz, PSM: Pflanzenschutzmittel. Eigene Darstellung auf Basis von 104-109 Antworten.

Tabelle 8: Bewertung der Massnahme «Sortenwahl» für die Kulturen Weizen, Raps, Mais, Gerste und Erbsen. Dargestellt sind Mittelwerte der Bewertungen auf einer 7-stufigen Skala von «1 – sehr negativ, 2 – negativ, 3 – eher negativ, 4 – neutral, ..., 7 – sehr positiv».

Kriterium	Reduktion von PSM	Wirtschaftlichkeit	Pflanzenschutz	Erntemenge	Erntequalität	Aufwand/Kosten	Red. Risiken für Mensch und Umwelt	Antworten
Weizen	5,5	5,1	5,0	4,8	4,9	4,3	5,5	21
Raps	5,1	4,8	5,0	4,5	4,6	4,2	5,3	18
Mais	5,0	5,3	5,3	4,6	4,7	4,3	5,1	15
Gerste	5,4	5,1	5,3	5,0	5,1	4,7	5,4	14
Erbsen	5,1	5,2	5,1	4,8	5,0	4,0	5,1	10

2.2.3.3 Massnahme «Nützlingsblühstreifen»

Blühstreifen sollen Nützlinge fördern, indem sie diesen einen Lebensraum bieten. Diese Massnahme des präventiven Pflanzenschutzes zielt insbesondere auf Schädlinge ab, soll aber auch vor Krankheiten schützen. Diese Massnahme wird bislang mit Direktzahlungen im Rahmen von Biodiversitätsbeiträgen mit Fr. 2500 je ha gefördert; Nützlingsblühstreifen werden ab dem Jahr 2023 mit Fr 3300 je ha Ackerfläche im Rahmen von Produktionssystembeiträgen unterstützt.

Innerhalb der Vermeidungsmassnahmen wie auch innerhalb aller Massnahmen wird der Nützlingsblühstreifen hinsichtlich seines Potenzials PSM einzusparen am wenigsten gut bewertet (vgl. Tabelle 5). Auch die Wirtschaftlichkeit wird eher negativ bewertet (vgl. Abbildung 7). Diese Bewertung der Praxis steht in einem Gegensatz zu dem grossen Potenzial, das ExpertInnen Nützlingsstreifen zuschreiben (Möhring *et al.* 2021).

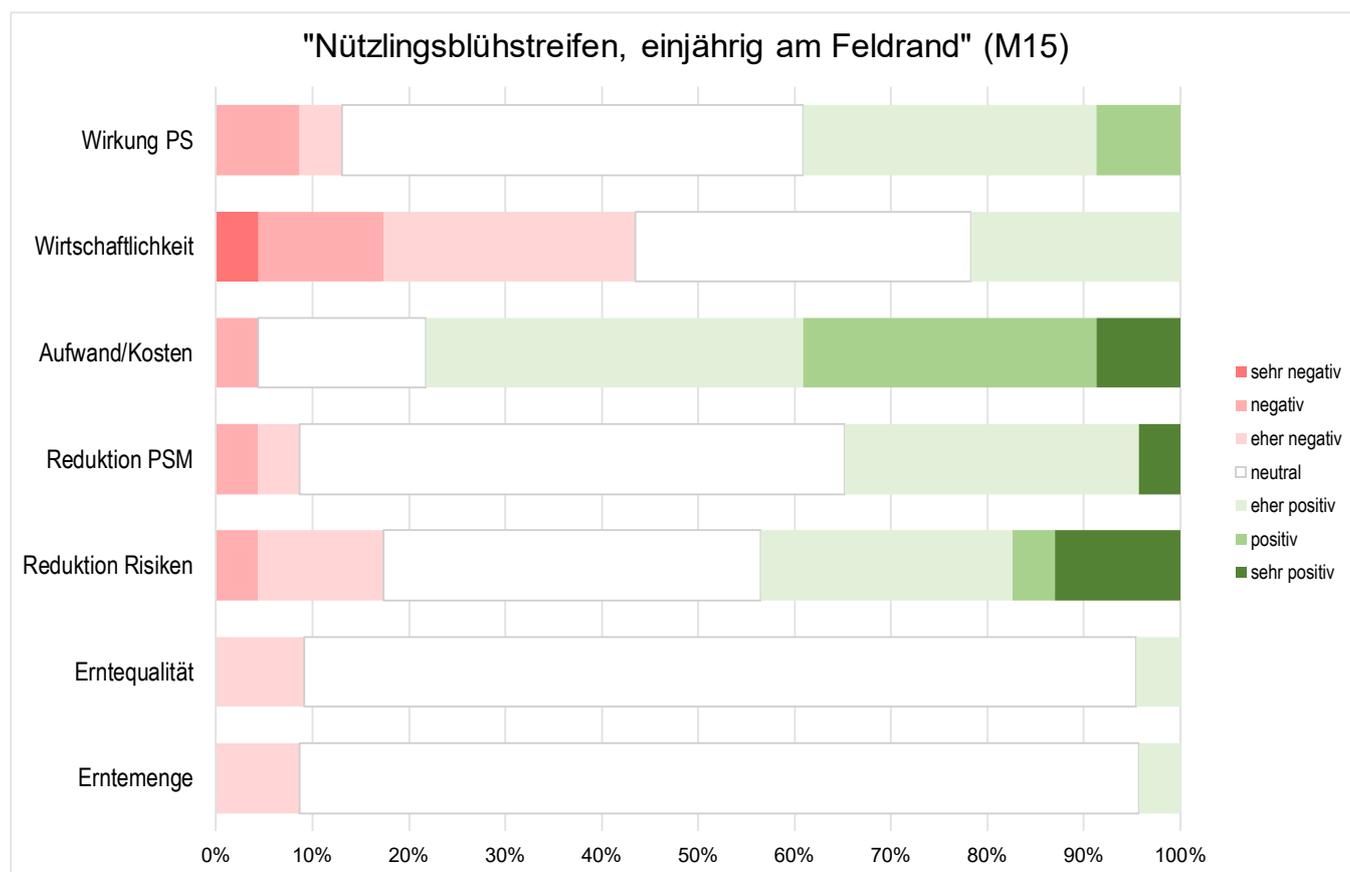


Abbildung 7: Beurteilung der Massnahme «Nützlingsblühstreifen»; PS: Pflanzenschutz, PSM: Pflanzenschutzmittel. Eigene Darstellung auf Basis von 22 bzw. 23 Antworten.

Auch wenn diese Massnahme als am wenigsten effektiv erachtet wird, wird ihr seitens der PestiRed-Betriebe dennoch ein gewisses Potenzial zugeschrieben, PSM zu reduzieren. Überraschend ist, dass die Kosten dieser Massnahme mehrheitlich positiv bewertet werden, und dass parallel die Wirtschaftlichkeit, also das Verhältnis von Kosten und Nutzen, mehrheitlich negativ bewertet wird. Dieses Zwischenergebnis kann einerseits so interpretiert werden, dass die Höhe der Direktzahlungen hinreichend hoch ist (kostendeckend sind); es erscheint aber widersprüchlich, dass jeweils ein gutes Drittel der Antwortenden dieser Massnahme eine tendenziell positive Wirkung hinsichtlich des Pflanzenschutzes als auch der Reduktion von PSM zuschreibt, das Verhältnis von Kosten und Nutzen aber sehr kritisch bewertet wird. Die könnte mit Vorbehalten gegenüber Nützlingsblühstreifen bzgl. ihrer Wirkungen auf den Unkrautdruck in den Folgejahren zusammenhängen (Benz *et al.* 2015).

Differenziert man nach Kulturen (Tabelle 9), so zeigt sich bei Weizen häufig eine kritischere Bewertung als bei Kartoffeln und bei Gerste. Die Kosten und die Wirtschaftlichkeit werden bei Kartoffeln am negativsten bewertet. Dies könnte auf den bei dieser Kultur relativ hohen Deckungsbeitrag je Flächeneinheit erklärbar sein (höhere Opportunitätskosten). Der Einfluss auf die Erntequalität und die Erntemenge hingegen wird von über 80 % der Antwortenden als neutral eingestuft.

Tabelle 9: Bewertung der Massnahme «Nützlingsblühstreifen» für die Kulturen Weizen, Gerste und Kartoffeln. Dargestellt sind Mittelwerte der Bewertungen auf einer 7-stufigen Skala von «1 – sehr negativ, 2 – negativ, 3 – eher negativ, 4 – neutral, ..., 7 – sehr positiv».

Kriterium	Reduktion von PSM	Wirtschaftlichkeit	Pflanzenschutz	Erntemenge	Erntequalität	Aufwand/Kosten	Red. Risiken für Mensch und Umwelt	Antworten
Weizen	3,6	3,6	4,0	3,8	3,8	3,0	3,8	5
Gerste	4,3	4,3	4,3	4,0	4,0	3,0	4,5	4
Kartoffel	4,0	2,8	4,3	4,0	4,0	2,5	4,0	3

2.2.3.4 Massnahme «Mechanische Unkrautbekämpfung ohne Precision Farming-Technologie»

Die mechanische Unkrautbekämpfung ohne Precision Farming-Technologie (PFT) ist die meistgenutzte nicht-chemische Bekämpfungsmassnahme (Bereich C) und gleichzeitig die am häufigsten angewandte spezifische Massnahme. Die ursprünglich stärker differenzierten Massnahmen der Unkrautregulierung (mechanisch; hacken mit Lenksystem; kameragesteuertes Hacken zwischen den Reihen; kameragesteuertes Hacken in den Reihen) wurden im zweiten Jahr in zwei Massnahmen zusammengefasst, je nachdem ob PFT eingesetzt wurde (mechanische Unkrautbekämpfung mit / ohne PFT) aus Gründen der Verständlich- und Übersichtlichkeit. Der (Teil-)Verzicht auf Herbizide wird seit dem Jahr 2019 durch Ressourceneffizienzbeiträge mit Fr. 250 je ha gefördert. Diese Massnahme wird nicht durch Beiträge aus dem Projekt PestiRed unterstützt (Masson 2018).

Die Effektivität dieser Massnahme zur Reduktion des Herbizideinsatzes wird in Abbildung 8 deutlich; von 66 Antworten gibt es lediglich eine negative sowie eine neutrale Bewertung dieses Merkmals; die übrigen 97 % der Bewertungen verteilen sich über den positiven Bereich. Kritisch scheint die Wirtschaftlichkeit; während der Aufwand bzw. die Kosten der mechanischen Unkrautbekämpfung noch überwiegend positiv wahrgenommen wird, so scheinen leistungsseitig teilweise Herausforderungen bei der Erntemenge (33 % der Antworten beurteilen diese negativ) und in geringerem Umfang bei der Erntequalität (15 % negative Rückmeldungen) zu bestehen. Diese Herausforderungen scheinen verstärkt bei Weizen vorzukommen (vgl. Tabelle 10). Im Mais wird die mechanische Unkrautbekämpfung ohne PFT über alle Merkmale am positivsten bewertet.

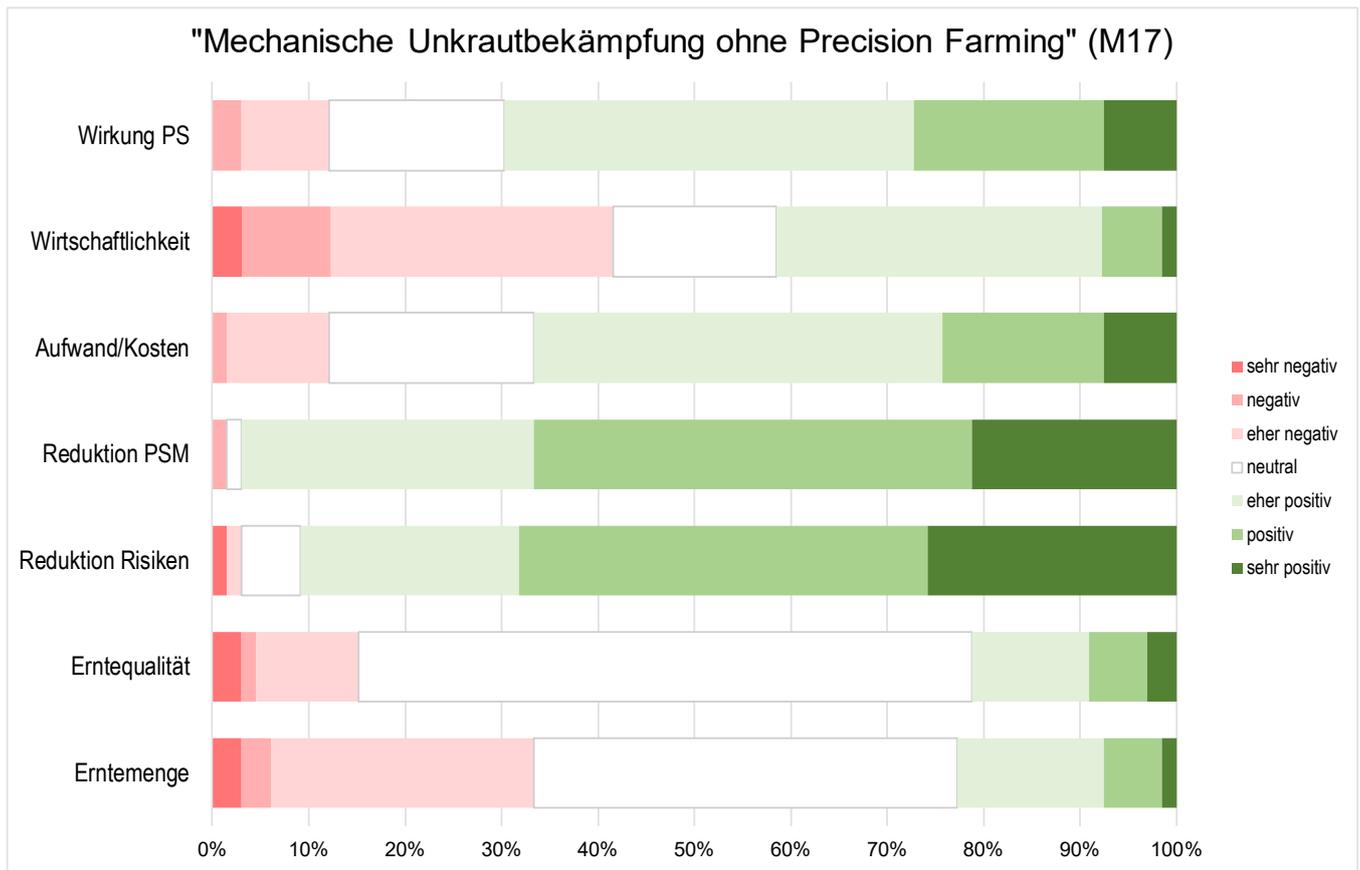


Abbildung 8: Beurteilung der Massnahme «Mechanische Unkrautbekämpfung ohne Precision Farming-Technologie»; PS: Pflanzenschutz, PSM: Pflanzenschutzmittel. Eigene Darstellung auf Basis von 65 bzw. 66 Antworten.

Tabelle 10: Bewertung der Massnahme «Mechanische Unkrautbekämpfung ohne Precision Farming-Technologien» für die Kulturen. Dargestellt sind Mittelwerte der Bewertungen auf einer 7-stufigen Skala von «1 – sehr negativ, 2 – negativ, 3 – eher negativ, 4 – neutral, ..., 7 – sehr positiv».

Kriterium	Reduktion von PSM	Wirtschaftlichkeit	Pflanzenschutz	Erntemenge	Erntequalität	Aufwand/Kosten	Red. Risiken für Mensch und Umwelt	Antworten
Weizen	5,7	4,0	4,5	3,7	4,2	3,5	5,9	15
Gerste	5,2	4,6	5,0	4,1	4,3	3,7	5,1	9
Mais	6,2	4,7	5,6	4,7	4,8	3,8	6,3	9
Erbsen	5,8	4,2	5,3	4,0	4,1	2,8	4,9	9

3 Diskussion

Die Beurteilungen der alternativen Pflanzenschutzmassnahmen durch die LandwirtInnen des Ressourcenprojektes PestiRed erfolgten bislang in zwei Erntejahren. Über die sechsjährige Fruchtfolge können sich die Ergebnisse nochmals verändern, so dass die vorliegenden Analysen Zwischenresultate darstellen. An der Befragung haben sich 87 % der Betriebe beteiligt; eine höhere Beteiligung wäre angesichts der Anzahl verschiedener Massnahmen und Kulturen wünschenswert.

Die Analyse fokussiert auf die Zielsetzung des Projektes, den PSM-Einsatz erheblich zu reduzieren, sowie die Nebenbedingung, dass sich die Wirtschaftlichkeit nicht deutlich verschlechtert. Hinsichtlich des Potenzials den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln zu reduzieren, nehmen die Antwortenden bei allen Massnahmen einen tendenziell positiven Beitrag wahr. Dies bestätigt grundsätzlich die Auswahl an Massnahmen. Die Wirtschaftlichkeit (Kosten-Nutzen-Verhältnis) wird weniger gut bewertet; dies kann sowohl kostenseitig (hohe Arbeitserledigungs- oder Betriebsmittelkosten – vgl. Kapitel 2.2.3.1 zur Stoppelbearbeitung bzw. 2.2.3.2 zur Sortenwahl) als auch leistungsseitig (negative Effekte auf die Erntemenge oder -qualität – vgl. Kapitel 2.2.2.4 zur mechanischen Unkrautbekämpfung) begründet sein. Schliesslich kann sich in dieser Beurteilung auch die Höhe der Beiträge für die Umsetzung der Massnahmen widerspiegeln, seien es Beiträge aus dem Projekt PestiRed oder Direktzahlungen. Hier sei auch auf die anstehenden Analysen der Wirtschaftlichkeit auf Basis von Feldkalenderdaten verwiesen.

Die Wirkungen der Massnahmen auf die Erntemenge und die Erntequalität wird vereinzelt (M13 bis M15) leicht negativ wahrgenommen; beim Grossteil der Massnahmen wurde bislang jedoch kein negativer Effekt auf diese zwei Merkmale wahrgenommen. Bei der gemeinsamen Betrachtung der Urteile zur Erntemenge und Erntequalität zeigt sich ein positiver Zusammenhang: eine positive Beurteilung der Erntemenge geht einher mit einer eben solchen Beurteilung der Qualität.

Die Gesamtbetrachtung aller Massnahmen zeigt, dass effektive Verfahren insbesondere zum Ersatz von Herbiziden verfügbar sind (M2, M4, M17, M18, M19), deren Wirtschaftlichkeit meist als neutral bis eher positiv bewertet wird. Hier können etablierte Verfahren und Technik aus dem biologischen Landbau angewandt werden. Als effektiv werden auch zwei alternative Verfahren (M20) beurteilt, nämlich Attracap sowie Neem, allerdings wird deren Wirtschaftlichkeit negativ wahrgenommen wobei dazu bislang nur wenig Rückmeldungen vorliegen.

Alle Grundmassnahmen bieten für die LandwirtInnen Potenzial zur Einsparung von PSM. Meist wird auch deren Wirtschaftlichkeit als eher positiv beurteilt. Dies zeigt, dass mit vorbeugenden Massnahmen, wie der Wahl einer resistenteren Sorte oder der Anwendung von Bekämpfungsschwellen und Prognosesystemen, PSM zu geringen Kosten eingespart werden können. Dies sind elementare Massnahmen des Ökologischen Leistungsnachweises und es stellt sich die Frage, wieso diese Potenziale bislang nicht ausgeschöpft werden. Um eine breitere Anwendung dieser Massnahmen zu fördern, ist sowohl die Forschung (bei der (Weiter-)Entwicklung von Prognosesystemen wie auch dem Grundlagenwissen zu aktuellen und kulturspezifischen Bekämpfungsschwellen) als auch die Beratung gefordert.

Bei der detaillierten Betrachtung einzelner Massnahmen zeigte sich, dass die Antwortenden das Potenzial den Einsatz von PSM zu reduzieren ähnlich beurteilen wie die Verringerung des von PSM ausgehenden Risikos für Mensch und Umwelt. Diese Fragestellung zielt auf die subjektive Wahrnehmung der Risiken der LandwirtInnen ab. So die LandwirtInnen konkrete Vorstellungen oder Wissen zu den Risiken einzelner Wirkstoffe bzw. PSM haben, würde das bedeuten, dass die Einsparung von PSM dieses Risiko in ähnlichen Umfang senken würde. Eine alternative Erklärung wäre, dass die LandwirtInnen das Risiko einzelner PSM nicht exakt kennen und dieses nur schwer differenzieren können und daher einheitlich bewerten. Da im Projekt ein rein quantitatives Ziel der PSM-Reduktion verfolgt wird, ist die Risikowahrnehmung bzw. die Risikoreduktion, wie sie der Nationale Aktionsplan (NAP) anstrebt, hier nur sekundär. Jedoch sind diese Ergebnisse angesichts der Zielsetzung des NAP interessant und verdienen vertiefte Aufmerksamkeit. Gemäss Finger und Möhring (2022) beeinflusst die Wahrnehmung der von PSM ausgehenden Risiken die Neigung, auf PSM zu verzichten.

In dieser Analyse nicht berücksichtigt wurde eine kantonale Differenzierung. Der Fokus bei der Betrachtung von Einzelmassnahmen lag auf kulturspezifischen Effekten. Angesichts der regional leicht differenzierten Umsetzung (unterschiedliche Fruchtfolgen und Kulturen [vgl. Tabelle 3], Variation der Massnahmenauslegung, Verfügbarkeit von Maschinen) ist eine Analyse auf Basis einer breiteren Datenbasis geplant und zweckmässig. Weiteres Potenzial

bieten vertiefende kulturspezifische Analysen für häufiger angebaute Pflanzen wie Weizen oder Raps. So zielen verschiedene Massnahmen auf Insekten im Raps, wie M14, M20 oder M32 ab, deren Effekte und Wechselwirkungen mit anderen Massnahmen für diese Kultur betrachtet werden könnten.

Offen ist, inwiefern die Beurteilungen durch saisonale Effekte beeinflusst sind. So könnte ein erhöhter (geringerer) Schädlings- oder Krankheitsdruck im Anbaujahr (Möhring *et al.* 2020) die Beurteilung der Massnahmen beeinflussen. In den Ergebnissen spiegeln sich nach zwei Anbaujahren auch keine mittelfristigen Effekte wider, wie ein sich aufbauender Unkrautdruck oder die Etablierung und der Aufbau von Nützlingspopulationen. Die während der sechsjährigen Anbauphase des Projektes gesammelten Daten werden entsprechend vertiefende Analysen ermöglichen. Dann sollen auch bestehende Arbeiten zum Pflanzenschutzmitteleinsatz und dessen Reduktion in der Schweiz (Möhring *et al.* 2020; Wuepper *et al.* 2020; Kaiser und Burger 2022; Möhring und Finger 2022; Möhring *et al.* 2022) stärker berücksichtigt werden. Schliesslich verspricht die Kombination der Befragungsergebnisse mit den angesprochenen Wirtschaftlichkeitsanalysen auf Basis von Feldkalenderdaten ein besseres Verständnis der qualitativen Bewertungen.

Diese Zwischenergebnisse können den ko-innovativen Prozess zwischen den in das Projekt involvierten Akteuren aus Praxis, Beratung und Forschung unterstützen. Die Vorgehensweise bei der jährlichen Befragung der LandwirtInnen wird in diesem Bericht präsentiert, die wesentliche Zielsetzung und damit eng verbundene Fragestellungen behandelt und einzelne, ausgewählte Massnahmen vertieft betrachtet. So kann diese Analyse, Anregungen für Diskussionen innerhalb und ausserhalb des Ressourcenprojektes PestiRed bieten, wie die Zielsetzungen bei der Reduktion von PSM erreicht werden können, ohne dass die Wirtschaftlichkeit der landwirtschaftlichen Produktion in grösserem Umfang sinkt.

4 Ausblick

Die Beurteilungen alternativer Pflanzenschutzmassnahmen durch die LandwirtInnen im Projekt PestiRed erfolgte bislang in den ersten zwei Projektjahren. Anhand von schriftlichen Online-Befragungen wurden die umgesetzten Massnahmen bewertet. Die vorliegende Analyse bildet einen Zwischenstand ab.

Massnahmen zur Einsparung von Herbiziden werden hinsichtlich ihres Reduktionspotenzials vergleichsweise gut bewertet. Grundmassnahmen, welche alle LandwirtInnen im Projekt anwenden, wie die Sortenwahl und die Berücksichtigung von Bekämpfungsschwellen bzw. Prognosesystemen vor dem Einsatz von PSM sind elementare Massnahmen des Ökologischen Leistungsnachweises. Die positiven Bewertungen können jedoch so interpretiert werden, dass hier Potenzial zur Verringerung des PSM-Einsatzes zu geringen Kosten erschlossen werden kann, auch wenn diese Massnahmen im Rahmen des ÖLN bereits umgesetzt werden.

Möglichkeiten zur Vertiefung bieten sowohl regional als auch nach Kultur differenzierte Analysen. Die Berücksichtigung der kulturspezifischen Anbaubedingungen in den Jahren der Bewertung erlaubte ausserdem eine Fundierung der vorliegenden Resultate.

Diese Untersuchung und die erarbeiteten Ergebnisse dienen dazu die Vorgehensweise bei der Massnahmenbeurteilung vorzustellen und erste Zwischenergebnisse zu präsentieren. Auf diese Weise soll der für das Projekt wesentliche ko-innovative Ansatz, d. h. die Zusammenarbeit zwischen Praxis, Beratung und Forschung, belebt werden. So können die vorliegenden Ergebnisse dazu genutzt werden, die bestehenden Massnahmen zu optimieren, als auch die Diskussion zwischen den Akteuren zu beleben und weitere innovative Massnahmen zu entwickeln.

5 Literaturverzeichnis

- Benz R., Jucker P., Albrecht M., Charrière J.-D., Herzog F., Jacot K., Tschumi M., Luka H., Pfiffner L., Ramseier H., Knauer K., Steinmann P., Tschumi E. & Silvestri G., 2015. Blühstreifen für Bestäuber und andere Nützlinge – Wertvolle Nahrungsquellen im Ackerbau. AGRIDEA, Lausanne.
- BLW, 2020. Beitrag für extensive Produktion von Getreide, Sonnenblumen, Eiweisserbsen, Ackerbohnen, Lupinen und Raps. Bundesamt für Landwirtschaft (BLW), Zugang: <https://www.blw.admin.ch/blw/de/home/instrumente/direktzahlungen/produktionssystembeitraege/beitraege-fuer-extensive-produktion.html>.
- Dessart F. J., Barreiro-Hurlé J. & van Bavel R., 2019. Behavioural factors affecting the adoption of sustainable farming practices: a policy-oriented review. *European Review of Agricultural Economics*, 1-55.
- Finger R. & Möhring N., 2022. The adoption of pesticide-free wheat production and farmers' perceptions of its environmental and health effects. *Ecological Economics* **198**, 107463.
- Kaiser A. & Burger P., 2022. Understanding diversity in farmers' routinized crop protection practices. *Journal of Rural Studies* **89**, 149-160.
- Läpple D. & Kelley H., 2015. Spatial dependence in the adoption of organic drystock farming in Ireland. *European Review of Agricultural Economics* **42** (2), 315-337.
- Masson S., 2018. Reduktion von Herbiziden auf der offenen Ackerfläche. AGRIDEA, Direktzahlungen : Ressourceneffizienzbeiträge (REB), Lindau.
- Möhring A., Drobnik T., Mack G., Ammann J. & El Benni N., 2021. Naturalertragseinbussen durch Verzicht auf Pflanzenschutzmittel im Ackerbau: Resultate einer Delphi-Studie. Agroscope, Agroscope Science 125, Ettenhausen.
- Möhring N., Wuepper D., Musa T. & Finger R., 2020. Why farmers deviate from recommended pesticide timing: the role of uncertainty and information. *Pest Management Science* **76** (8), 2787-2798.
- Möhring N. & Finger R., 2022. Pesticide-free but not organic: Adoption of a large-scale wheat production standard in Switzerland. *Food Policy* **106**, 102188.
- Möhring N., Huber R. & Finger R., 2022. Combining ex-ante and ex-post assessments to support the sustainable transformation of agriculture: The case of Swiss pesticide-free wheat production. *Q Open*.
- PestiRed, 2018. Ressourcenprojekt PestiRed - Projektgesuch. IP-SUISSE, Zollikofen.
- Schweizerische Bundesrat 2013: Verordnung über die Direktzahlungen an die Landwirtschaft (Direktzahlungsverordnung, DZV). AS 2013 4145, Stand am 5. Juli 2021, Bern.
- Vanslebrouck I., Van Huylenbroeck G. & Verbeke W., 2002. Determinants of the willingness of Belgian farmers to participate in agri-environmental measures. *Journal of Agricultural Economics* **53** (3), 489-511.
- WBF 2016: Aktionsplan zur Risikoreduktion und nachhaltigen Anwendung von Pflanzenschutzmitteln. Eidgenössisches Departement für Wirtschaft, Bildung und Forschung, Bern, 75.
- Wuepper D., Roleff N. & Finger R., 2020. Does it matter who advises farmers? Pest management choices with public and private extension. *Food Policy*, 101995.

6 Anhang

A1 Fragebogen Anbaujahr 2019-2020

1 Einleitung

Sehr geehrte Landwirtin, sehr geehrter Landwirt

Im Rahmen des PestiRed-Projekts benötigen wir für die Begleitforschung durch Agroscope noch zusätzliche Angaben zu Ihren Erfahrungen mit den alternativen Pflanzenschutzmassnahmen, um belastbare Aussagen zur Wirtschaftlichkeit und der Akzeptanz machen zu können.

Ihre Daten und Angaben werden selbstverständlich vertraulich behandelt.

Vielen Dank, dass Sie sich 20 Minuten Zeit nehmen, diese Umfrage auszufüllen.

In diesem Fragebogen geht es darum, Ihre Einschätzung der Massnahmen und Ihre Einstellung gegenüber dem alternativen Pflanzenschutz zu erheben.

2 Kultur

Welche Kultur haben Sie auf den PestiRed-Parzellen im Anbaujahr 2019/2020 bewirtschaftet?

3 Massnahmen

In den folgenden Fragen geht es um die Massnahmen, die Ihr Betrieb auf der innovativen Parzelle im ersten Projektjahr (2019/2020) angewendet hat und wie Sie diese hinsichtlich verschiedener Punkte beurteilen.

Zu den Grundmassnahmen, welche von allen PestiRed-Landwirtinnen und Landwirten umgesetzt wurden, erfolgt auch eine Beurteilung. Diese Grundmassnahmen sind die Feinoptimierung der Aussaat (Termin, Dichte, Abstand), Verwendung von weniger anfälligen Sorten, einen angepassten Stickstoff-Einsatz, die verstärkte Anwendung von Bekämpfungsschwellen und Prognosesystemen und der Einsatz abdriftmindernder Applikationstechnik. Der Nützlings-Blühstreifen war nur im Kanton Solothurn eine Grundmassnahme und muss angekreuzt werden.

Genauere Informationen zu den Massnahmen finden Sie unter: <https://pestired.ch/de/massnahmen/>.

Welche der folgenden spezifischen Massnahmen haben Sie im Anbaujahr 2019/2020 ausserdem durchgeführt?

4 Befragung zu den einzelnen Massnahmen

Wie beurteilen Sie den Aufwand bzw. die Kosten dieser Massnahme «»??

Aufwand bzw. Kosten können sowohl Betriebsmittel-, Maschinen- und Arbeitskosten, als auch entgangene Leistungen (Mindererträge, Qualitätsabzüge) umfassen.

sehr hoch	hoch	eher hoch	neutral	eher gering	gering	sehr gering
-----------	------	-----------	---------	-------------	--------	-------------

Wie beurteilen Sie die Massnahme «» hinsichtlich folgender Aspekte?

	sehr negativ	negativ	eher negativ	neutral	eher positiv	positiv	sehr positiv
Wirkung des Pflanzenschutzes							
Wirtschaftlichkeit (Kosten-Nutzen-Verhältnis)							
Einfluss auf die Erntemenge							
Einfluss auf die Erntequalität							
Reduktion des Einsatzes von Pflanzenschutzmitteln							
Reduktion der Risiken von PSM für Mensch und Umwelt							

Wie viel Erfahrung konnten Sie bereits vor dem Projekt PestiRed mit der Massnahme «» sammeln?

gar keine	wenig	eher wenig	mittel	eher viel	viel
-----------	-------	------------	--------	-----------	------

Wie waren die Rückmeldungen und Reaktionen zur Massnahme «» von Ihren BerufskollegInnen?

keine erhalten	negativ	eher negativ	neutral	eher positiv	positiv
----------------	---------	--------------	---------	--------------	---------

Sind bei der Durchführung der Massnahme «» organisatorische (z.B. Verfügbarkeit des Lohnunternehmers) oder technische Herausforderungen aufgetreten?

Nein	Ja, und zwar folgende: _____
------	------------------------------

Was spricht für die weitere Umsetzung der Massnahme «» auf Ihrem Betrieb (z.B. positive Nebeneffekte, Synergien mit anderen Massnahmen)?

Was spricht gegen die weitere Umsetzung der Massnahme «» auf Ihrem Betrieb (z.B. unerwünschte Nebeneffekte, Arbeitsspitzen, erhöhtes Produktionsrisiko, Zielkonflikte)?

5 Kombinierte Wirkung der Massnahmen

Wie beurteilen Sie die Gesamtwirkung aller innovativen Massnahmen hinsichtlich folgender Aspekte?

	sehr negativ	negativ	eher negativ	neutral	eher positiv	positiv	sehr positiv
Wirkung des Pflanzenschutzes							
Wirtschaftlichkeit (Kosten-Nutzen-Verhältnis)							
Einfluss auf die Erntemenge							
Einfluss auf die Erntequalität							
Reduktion des Einsatzes von Pflanzenschutzmitteln							
Reduktion der Risiken von PSM für Mensch und Umwelt							

6 Erfahrung mit extensivem Anbau

Bauen Sie auf Ihrem Betrieb Ackerkulturen im Extenso-Verfahren an (Programm "Beiträge für extensive Produktion")? Wenn ja, seit welchem Jahr?

7 Einstellungen zu Pflanzenschutzmitteln

Bitte geben Sie an, wie stark folgende Aussagen auf Sie zutreffen.

	sehr negativ	negativ	eher negativ	neutral	eher positiv	positiv	sehr positiv
Im Vergleich zu Berufskollegen mit ähnlichen Ackerkulturen habe ich bereits vor Projektbeginn weniger Pflanzenschutzmittel eingesetzt.							
Der reduzierte Einsatz von Pflanzenschutzmitteln macht die Arbeit in der Landwirtschaft schwieriger.							
Ich fühle mich gut informiert, wie ich durch alternative Pflanzenschutzmassnahmen den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln reduzieren kann.							
Durch die Teilnahme am Projekt PestiRed verringert sich der Einsatz von chemischen Pflanzenschutzmitteln auf meinem Betrieb.							
Durch das Projekt PestiRed habe ich mein Wissen und meine Kenntnisse im Bereich Pflanzenschutz erweitern können.							

A2 Umsetzung der Massnahmen auf der innovativen PestiRed-Parzelle

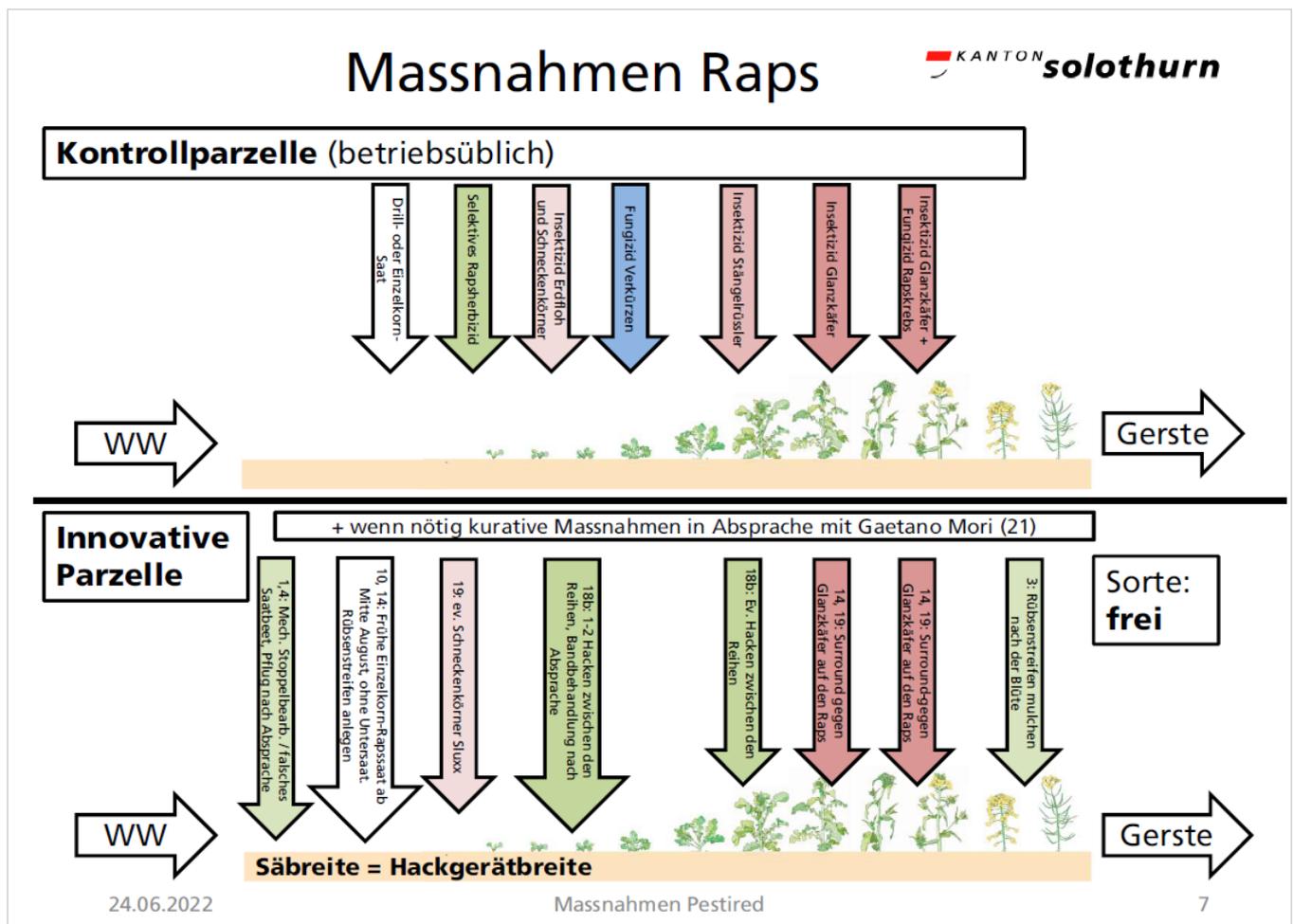


Abb. A.1: Vorschlag zur Umsetzung der Massnahmen in der Kultur Raps im Anbaujahr 2022-2023 in der Region Solothurn. Quelle: Präsentation des kantonalen Beraters Gaetano Mori auf dem PestiRed-Workshop im Sommer 2022 auf dem Wallierhof.

A3 Ergänzende Tabelle

Tabelle A.1: Bewertung der Massnahmen hinsichtlich der Kriterien "Reduktion des Einsatzes von Pflanzenschutzmitteln" (PSM) und "Reduktion der Risiken von PSM für Mensch und Umwelt". Dargestellt sind Mittelwerte der Bewertungen auf einer 7-stufigen Skala von «1 – sehr negativ, 2 – negativ, 3 – eher negativ, 4 – neutral, ..., 7 – sehr positiv). Vgl. im Anhang A1 die exemplarische Darstellung des Fragebogens.

Nr. Massn.-Beschreibung	Bereich ^a	Mittelwert: Reduktion ...		N
		... von PSM	... der Risiken von PSM für Mensch & Umwelt	
1 Mechanische Stoppelbearbeitung	A	4,91	5,12	57
2 Bodenbearbeitung in red. BB-Systemen	A	5,35	5,44	34
3 Zerkleinerung Ernterückstände	A	4,80	4,83	30
4 falsche Saatbettbereitung	A	5,22	5,11	45
6 Optimierung Saat	B	4,71	4,86	104
7 resistenterer Sorten	B	5,29	5,38	104
8 angepasster Stickstoffeinsatz	B	4,49	4,66	103
9 Bekämpfungsschwellen & Prognosesystem	B	5,32	5,37	101
9 Prognosesystem PhytoPre	B	5,00	5,33	9
10 GPS-gesteuerte Saat	B	4,95	4,85	39
11 optimierter Zwischenfruchtanbau	B	4,97	5,09	34
12 Mischungen von Sorten	B	4,48	4,70	23
21 Mischungen von Arten	B	5,00	4,67	6
13 Untersaaten	B	4,73	4,98	40
14 Push-pull-Techniken Rapsglanzkäfer	B	5,10	5,40	10
15 Nützlingsblühstreifen (1-jährig, am Rand)	B	4,30	4,52	23
18 Mechan. Unkrautbekämpfung ohne Prec. Farm.	C	5,82	5,79	66
18 Mechan. Unkrautbekämpfung mit Prec. Farm.	C	6,26	6,13	23
19 Krautvernichtung Kartoffeln nicht-chemisch	C	6,67	5,00	3
20 alternative Verfahren: SluXX	C	4,88	5,38	8
20 alternative Verfahren: Trichogramma	C	4,88	5,00	8
22 Teilflächenbehandlung, chemisch	D	5,47	5,40	15
23 Abdriftmindernde PSM-Techniken	D	4,96	5,65	97

^a Massnahmenbereiche: A – Massnahmen zur Reduktion von initialen Schadorganismen; B – Vermeidungsmassnahmen; C – Nicht-chemische Bekämpfung; D – Chemische Bekämpfung.