



Wirtschaftlichkeit des Verzichts auf Pflanzen- schutzmittel bei Weizen und Raps

Ergebnisse der ersten zwei Erntejahre aus dem
Projekt PestiRed

Alexander Zorn, Alain Bütler, Philippe Mathys



Impressum

Herausgeber	Agroscope Tänikon 1 8356 Ettenhausen www.agroscope.ch
Auskünfte	Alexander Zorn, alexander.zorn@agroscope.admin.ch
Gestaltung	Jacqueline Gabriel
Titelbild	Carole Parodi
Download	www.agroscope.ch/science
Copyright	© Agroscope 2023
ISSN	2296-729X
DOI	https://doi.org/10.34776/as169g

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
Résumé	5
Summary	6
1 Einführung	7
1.1 Das Projekt PestiRed	7
1.2 Fragestellung	7
2 Daten und Methode	8
3 Wirtschaftlichkeit des PSM-Verzichts bei Weizen	11
3.1 Übersicht	11
3.2 Kosten.....	12
3.3 Leistungen	15
3.4 Direkt- und arbeitserledigungskostenfreie Leistung (DAL).....	16
3.5 Diskussion der Ergebnisse der Kultur Weizen	18
4 Wirtschaftlichkeit des PSM-Verzichts bei Raps	19
4.1 Übersicht	19
4.2 Kosten.....	20
4.3 Leistungen	22
4.4 Direkt- und arbeitserledigungskostenfreie Leistung (DAL).....	23
4.5 Diskussion der Ergebnisse der Kultur Raps.....	25
5 Diskussion	26
6 Schlussfolgerungen	27
7 Literaturverzeichnis	27
8 Abbildungsverzeichnis	30
9 Tabellenverzeichnis	31

Zusammenfassung

Wirtschaftlichkeit des Verzichts auf Pflanzenschutzmittel bei Weizen und Raps – Ergebnisse der ersten zwei Erntejahre aus dem Projekt PestiRed

Im Ressourcenprojekt PestiRed versuchen Schweizer Ackerbaubetriebe, den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln (PSM) zu reduzieren. Dazu setzen sie auf eine konsequente Anwendung der Prinzipien des integrierten Pflanzenschutzes.

Die Daten der zwei meistangebauten Kulturen Weizen und Raps der ersten zwei Erntejahre werden hinsichtlich der Auswirkungen des PSM-Verzichts auf die Wirtschaftlichkeit untersucht. Anhand der direkt- und arbeitserledigungs-kostenfreien Leistung werden die Ergebnisse beurteilt.

Die ersten Resultate zeigen, dass der PSM-Verzicht beim Weizen wirtschaftlich gut umsetzbar scheint, da Ertrags-einbussen durch Labelprämien und Direktzahlungen ausgeglichen werden können. Beim Raps ist dies nicht in gleicher Weise möglich, da die Ertragseinbussen die Wirtschaftlichkeit verschlechtern. Dennoch bestehen Möglichkeiten, auch beim Rapsanbau PSM einzusparen.

Um die Wirtschaftlichkeit nicht stark zu beeinflussen, sollten Ertragseffekte beim Verzicht auf PSM berücksichtigt werden. Ausserdem gilt es, die bei einigen Kulturen bestehenden Möglichkeiten der qualitativen Differenzierung zur Vermarktung von PSM-reduzierten oder -freien Lebensmitteln zu nutzen. Die in der Schweiz etablierte und erfolgreiche Verknüpfung von Anreizen durch Direktzahlungen und Anreizen des Marktes, wie es die Analyse beim Weizen exemplarisch zeigt, sollte marktseitig weiterentwickelt und soweit möglich auf andere Kulturen ausgeweitet werden.

Résumé

Rentabilité des cultures de blé et de colza dans le cas d'une utilisation réduite des produits phytosanitaires - Résultats des deux premières années de récolte du projet PestiRed

Dans le cadre du projet d'utilisation durable des ressources PestiRed, des exploitations agricoles suisses spécialisées dans les grandes cultures tentent de réduire l'utilisation des produits phytosanitaires (PPh). A cet effet, elles misent sur une application cohérente des principes de la protection phytosanitaire intégrée.

Les données des deux cultures les plus cultivées, le blé et le colza, des deux premières années de récolte sont analysées quant à l'impact de la réduction des PPh sur la rentabilité. Les résultats sont évalués sur la base des performances sans coûts spécifiques et sans coûts d'exécution du travail.

Les premiers résultats montrent que la renonciation aux PPh dans la culture du blé semble réalisable sur le plan économique, car les pertes de rendement peuvent être compensées par des primes de label et des paiements directs. Pour le colza en revanche, cela n'est pas possible de la même manière, car les pertes de rendement réduisent la rentabilité. Il existe néanmoins des possibilités de diminuer l'utilisation des PPh dans la culture du colza.

Afin de ne pas trop influencer la rentabilité, les effets sur le rendement devraient être pris en compte lorsque l'on envisage de réduire l'utilisation des PPh. En outre, il convient d'utiliser les possibilités de différenciation qualitative existant dans le cas de certaines cultures pour la commercialisation de denrées alimentaires produites avec une utilisation réduite de PPh ou sans PPh. La combinaison entre les incitations par les paiements directs et les incitations du marché, qui a fait ses preuves, comme le montre par exemple l'analyse de la culture du blé, devrait être développée par le marché et étendue, dans la mesure du possible, à d'autres cultures.

Summary

Cost-Efficiency of Forgoing the Use of Plant Protection Products in Wheat and Oilseed Rape Crops – Results from the First Two Harvest Years of the PestiRed Project

Swiss arable farms participating in the PestiRed resource project are trying to reduce their use of plant protection products (PPPs). To do this, they focus on the consistent application of integrated plant protection principles.

Data from the first two harvest years of the two most commonly grown crops, wheat and oilseed rape, are examined in terms of the effects of forgoing PPP use on cost-efficiency. The findings are assessed on the basis of direct-cost-free and work execution-cost-free performance.

Initial results show that forgoing the use of PPPs in wheat can be cost-efficient, since harvest losses can be offset by quality-label premiums and direct payments. This is not true to the same extent with oilseed rape, since crop losses negatively impact profitability. Despite this, there are also ways to save on PPP use in oilseed rape crops.

To lessen the impact on cost-efficiency, harvest effects should be taken into account when forgoing the use of PPPs. Moreover, with some crops it is important to take advantage of existing opportunities to differentiate qualitatively when marketing PPP-reduced or PPP-free foods. As shown in an exemplary fashion by the analysis for wheat, the successful linking of direct-payment incentives and market incentives as practised in Switzerland should be further developed on the market side and extended to other crops wherever possible.

1 Einführung

Pflanzenschutzmittel (PSM) helfen Landwirtinnen und Landwirten, ihre Kulturen vor Ertrags- und Qualitätsverlusten zu schützen. Der Einsatz von PSM kann jedoch mit unerwünschten Auswirkungen auf Mensch und Umwelt verbunden sein. Die mit dem Einsatz von PSM verbundenen Risiken sollen in den kommenden Jahren halbiert werden (Bundesrat, 2017).

Die Reduktion bzw. der Verzicht auf chemisch-synthetische PSM wird im Verhältnis zur heutigen Produktionsintensität Auswirkungen auf die Wirtschaftlichkeit des Pflanzenbaus haben. So sind leistungsseitig einerseits tiefere Mengenerträge bis hin zu Totalausfällen denkbar, andererseits aber auch höhere Preise durch Labelprämien für pestizidfreie Lebensmittel (IP-SUISSE, 2023). Der Verzicht auf Pflanzenschutzmittel verringert die entsprechenden Kosten, kann aber unter Umständen an anderen Positionen zu Mehrkosten führen, z. B. höhere Arbeits- und Maschinenkosten bei der mechanischen Unkrautbekämpfung. Direktzahlungen wie die Produktionssystembeiträge bieten Landwirtinnen und Landwirten einen Anreiz, weniger chemisch-synthetische PSM einzusetzen, indem sie Mehrkosten oder Minderleistungen ausgleichen. Der Verzicht auf PSM kann somit verschiedene Positionen beeinflussen, welche die Wirtschaftlichkeit des Pflanzenbaus bestimmen.

1.1 Das Projekt PestiRed

Das PestiRed-Projekt ist ein Ressourcenprogramm des Bundesamts für Landwirtschaft, das im Jahr 2019 begann und bis 2025 umgesetzt wird. Durch eine konsequente Umsetzung sowie die Weiterentwicklung des integrierten Pflanzenschutzes soll der Einsatz von PSM im Ackerbau soweit wie möglich reduziert werden. Die 65 beteiligten Betriebe setzen dabei prioritär auf präventive Pflanzenschutzmassnahmen, wie eine ausgewogene Fruchtfolge oder die Saat widerstandsfähiger Sorten. Aber auch kurative Massnahmen können eingesetzt werden, wobei zunächst nicht-chemische Verfahren, wie die mechanische Unkrautbekämpfung oder der Einsatz von natürlichen Gegenspielern angewandt werden sollen. Letztlich können auch chemisch-synthetische Pflanzenschutzmittel ausgebracht werden, da die Nebenbedingung im Projekt ist, dass sich die Wirtschaftlichkeit des Ackerbaus nicht stark verschlechtert. Das Ziel von PestiRed ist, den Einsatz von Pestiziden in der Fruchtfolge um mindestens 75 % zu reduzieren und gleichzeitig den Rentabilitätsverlust auf 10 % zu begrenzen (www.pestired.ch).

Die am Projekt PestiRed teilnehmenden Betriebe verteilen sich auf die Kantone Genf (GE), Waadt (VD) und Solothurn (SO), wobei jeder Betrieb über eine Kontrollparzelle und eine innovative Parzelle verfügt. Die Betriebe setzen auf der innovativen Parzelle verschiedene Massnahmen ein, um weniger chemisch-synthetische PSM zu verwenden. Auf der Kontrollparzelle wird die gleiche Kultur gemäss der üblichen Bewirtschaftungsmethode angebaut. Die Auswirkungen der Massnahmen werden durch den Vergleich der Parzellen auf Ebene Betrieb bestimmt. Am Projekt beteiligt sind sowohl Betriebe, welche die Grundanforderungen des ökologischen Leistungsnachweises (im Folgenden «ÖLN» bzw. «Nicht-Extenso») erfüllen als auch Betriebe, welche zusätzlich zu den Grundanforderungen Anbauverfahren mit reduziertem PSM-Einsatz anwenden (im Folgenden «Extenso»¹).

1.2 Fragestellung

Ziel dieses Beitrags ist es, einen Überblick über die wirtschaftlichen Ergebnisse der ersten beiden Erntejahre (2020 und 2021) der zwei häufig angebauten Kulturen Weizen und Raps im Projekt zu geben. Die Analyse vergleicht die Wirtschaftlichkeit zwischen innovativen und Kontrollparzellen dieser zwei Kulturen. Im Fokus stehen Unterschiede bei der Erntemenge, den erzielten Preisen, welche die Qualität der Ernteprodukte widerspiegeln, und den Kosten der Anbauverfahren. Berücksichtigt werden ausserdem aktuelle Direktzahlungen, welche die Reduktion von PSM fördern sollen. Im folgenden Kapitel werden die Methode und die verwendeten Daten vorgestellt. Im Anschluss werden die Ergebnisse der Kulturen Weizen und Raps präsentiert, abschliessend werden die Ergebnisse diskutiert.

¹ Der Begriff «Extenso» geht zurück auf das frühere Extenso-Programm zum Verzicht auf gewisse PSM (Fungizide, Insektizide, Wachstumsregulatoren und chemisch-synthetische Stimulatoren). Im Rahmen der Produktionssystembeiträge lautet das im Jahr 2023 eingeführte Nachfolgeprogramm gegenwärtig «Beiträge zum Verzicht auf PSM». Dennoch wird im Folgenden der griffige und eingeführte Begriff «Extenso» verwendet.

2 Daten und Methode

In dieser Analyse werden Daten aus den zwei ersten Erntejahren (2020-2021) des Projektes PestiRed verwendet. Diese Daten wurden erfasst mit Hilfe elektronischer Feldkalender und durch zusätzliche Erhebungen. Letztere dienen dazu, die erzielten Verkaufspreise und die Qualität der Ernte zu erfassen. Mit den Feldkalendern erfassen die Landwirtinnen und Landwirte die einzelnen Anbauschnitte, die dabei verwendeten Betriebsmittel sowie die aufgewendete Arbeitszeit. Genutzt wird das System Acorda in den Kantone Genf (GE) und Waadtland (VD) sowie die IP-SUISSE Feldkalender App im Kanton Solothurn (SO).

Die Wirtschaftlichkeitsanalyse basiert auf den Angaben der Betriebe in den Feldkalendern. Dies umfasst die direkten Kosten (Saatgut, Dünger und PSM) und die Arbeitserledigungskosten (Maschinenkosten und Arbeitskosten). Die Maschinenkosten werden mit Hilfe des Kalkulationstool Tractoscope berechnet (Gazzarin, 2020; Gazzarin und Lips, 2018). Die eingesetzte Arbeit wird mit einem einheitlichen Stundenansatz von Fr. 28.- bewertet (Gazzarin, 2020). Die Leistungen ergeben sich aus den erfassten Erntemengen (auf Basis der Lieferscheine), den erzielten Grundpreisen, der Berücksichtigung kulturspezifischer qualitätsabhängiger Zu- und Abschläge, veräusserten Nebenprodukten, wie Stroh, eventuellen Labelprämien (z. B. eine Preisprämie für den Pestizidverzicht) sowie Direktzahlungen, welche mit dem Anbauverfahren verknüpft sind. Massnahmenspezifische Beiträge des Projektes, welche die Mehrkosten der Umsetzung von Massnahmen ausgleichen sollen, werden im Folgenden nicht berücksichtigt, um die Wirtschaftlichkeit bei der allgemeinen Anwendung darzustellen.

Angegeben sind jeweils die Mittelwerte (arithmetische Mittel) von Kosten und Leistungen sowie die Variationskoeffizienten. Letztere sind ein Mass für die relative Streuung. Der Variationskoeffizient gibt an, wie viel Prozent des Mittelwerts die Standardabweichung beträgt.

Aus dem Saldo der genannten Leistungen und Kosten ergeben sich für den Vergleich der Parzellen die direkt- und arbeitserledigungskostenfreie Leistung (DAL). Anhand der DAL wird die Wirtschaftlichkeit der Parzellen verglichen. Für die Berechnung müssen die Betriebe vollständige Daten für beide Parzelle geliefert haben. Das heisst, dass sowohl die Feldkalenderdaten (Betriebsmittel, Maschinen, Arbeitszeiten) als auch die Angaben zu Ertrag und Preisen weitestgehend und plausibel vorlagen. Kleinere Datenlücken in den Feldkalenderdaten wurden anhand von Standardwerten aus der betriebswirtschaftlichen Datensammlung REFLEX gefüllt (AGRIDEA, 2020b). Betriebe, deren Kulturen wesentlich durch äussere Einflüsse wie zum Beispiel Hagel betroffen war, wurden aus der Analyse ausgeschlossen.

Weizen wurde während der Erntejahre 2020 und 2021 von 26 Betrieben auf jeweils zwei Parzellen angebaut. Davon wurden die Daten von 20 Betrieben als vollständig und nutzbar für die Analyse bewertet. Bei zwei Betrieben wurde die Ernte durch Hagel beeinträchtigt, bei drei Betrieben stehen wesentliche Datenlücken einer Analyse entgegen und ein Betrieb pflanzte auf einer Parzelle Brotweizen, auf der anderen jedoch Futterweizen. Von den 20 analysierten Datenpaaren (Kontroll- und innovative Parzelle) stammen 15 aus dem Erntejahr 2020 und 5 aus dem Jahr 2021. Der Anteil der Betriebe, welche auf der Kontrollparzelle bereits auf gewisse PSM verzichteten (frühere sog. «Extenso»-Programm mit Verzicht auf Fungizide und Insektizide), liegt bei 65 % (vgl. Tab. 1) und damit leicht über dem Schweizer Durchschnitt von 58,9 % bei Brotgetreide im Jahr 2022 (Swiss granum, 2023b).

Raps wurde insgesamt von 19 Betrieben angebaut. Von diesen konnten 12 Betriebe in der Analyse verwendet werden. Die Ernte von drei Betrieben wurde durch Hagel beeinträchtigt. Bei 4 Betrieben fehlten wesentliche Daten (wie Erntemenge oder Preisdaten). Von den 12 analysierten Datenpaaren stammen 6 aus dem Erntejahr 2020 und 6 aus dem Jahr 2021. Der Anteil der Betriebe, welche auf der Kontrollparzelle bereits auf gewisse PSM verzichteten (frühere «Extenso»-Programm), liegt bei 83 %. Tabelle 1 zeigt eine Übersicht der Betriebe in der Analyse.

Tabelle 1: Anzahl Betriebe pro Jahr und Kultur im PestiRed Projekt, analysierte Betriebe und der Anteil Betriebe im sog. Extenso-Anbau.

Kultur	Weizen		Raps	
	2020	2021	2020	2021
Erntejahr				
Betriebe mit jew. Kultur	17	9	9	10
ausgeschlossene Betriebe	2	4	3	4
Betriebe in der Analyse	15	5	6	6
Anteil «Extenso»-Anbau in Analyse	60 %	80 %	100 %	67 %

Unterschiede in den Kosten und Leistungen zwischen den Parzellen resultieren aus der Projektidee, auf der innovativen Parzelle den integrierten Pflanzenschutz möglichst weitgehend umzusetzen. Dazu wenden alle Betriebe verschiedene Grundmassnahmen (optimierte Saat, Sortenwahl, Stickstoff-Einsatz, Bekämpfungsschwellen und Prognosesystem, Abdriftminderung) und individuell zusätzliche spezifische Massnahmen an (vgl. Übersichts-Tabelle der Massnahmen im Anhang A.1). In der Tabelle 2 ist für spezifische Massnahmen die Umsetzungsrate nach Kultur und Parzellen durch die betrachteten Betriebe dargestellt.

Die Übersicht zeigt grosse Unterschiede zwischen Massnahmen, die häufig angewandt wurden (z. B. die mechanische Stoppelbearbeitung) und Massnahmen, die nur gelegentlich in den Kulturen Weizen und Raps zum Einsatz kamen (z. B. die Zerkleinerung von Ernterückständen bzw. ein Nützlingsblühstreifen). Dies kann auf die spezifischen Anbaubedingungen (Vorkultur bzw. Fruchtfolge), bestehende Erfahrungen mit gewissen Massnahmen oder auch die Verfügbarkeit der Technologie (Unkrautbekämpfung mit Precision-Farming-Technologie) zurückzuführen sein.

Tabelle 2: Umsetzungshäufigkeit der spezifischen Massnahmen nach Kulturen und Parzellen (Erntejahre 2020 und 2021 zusammengefasst).

Nr.	Massn.-Bereich	Massnahme	Weizen		Raps	
			innovative P.	Kontrollp.	innovative P.	Kontrollp.
1	A	Mechanische Stoppelbearbeitung	13	12	9	11
2	A	Bodenbearbeitung in reduzierten Bodenbearbeitungssystemen	8	10	4	3
3	A	Zerkleinerung von Ernterückständen		1	2	1
4	A	Falsche Saatbettbereitung / Unkrautkuren	7	4	6	4
10	B	GPS-gesteuerte Saat (Parallelfahrssysteme)	1	1	0	0
11	B	Optimierter Zwischenfruchtanbau	0	0	0	0
12	B	Mischungen Sorten/Arten	9	3	1	0
13	B	Untersaaten	6	0	9	5
14	B	Push-pull Techniken Rapsglanzkäfer	0	0	7	1
15	B	Habitat-Management: Nützlings-Blühstreifen	4	0	1	0
17	C	Mechanische Unkrautbekämpfung ohne Precision Farming-Technologie	14	5	0	0
18	C	Mechanische Unkrautbekämpfung mit Precision Farming-Technologie	0	0	0	0
20	C	Einsatz von Antagonisten, Medizinalpflanzen, thermische Verfahren, pflanzenbasierte Naturstoffe, entomopathogene Pilze	1	2	6	4
22	D	Teilflächenbehandlung chemisch	0	0	0	0

Vergleicht man die Umsetzung von Massnahmen zwischen den Parzellen, so wird deutlich, dass gewisse Massnahmen bereits Teil des bestehenden Anbausystems sind, da diese auch auf der Kontrollparzelle angewandt wurden, z. B. die mechanische Stoppelbearbeitung oder die falsche Saatbettbereitung. Grosse Unterschiede zwischen den Weizenparzellen zeigen sich bei der mechanischen Unkrautbekämpfung ohne Precision Farming-Technologien (14-mal eingesetzt auf der innovativen Parzelle gegenüber 5 Anwendungen auf der Kontrollparzelle), sowie bei den Massnahmen Mischungen von Sorten/Arten und Untersaaten. Beim Raps scheinen der Einsatz von Push-pull-Techniken gegen den Rapsglanzkäfer sowie die Verwendung von Untersaaten bislang weniger übliche Massnahmen darzustellen.

Über die Massnahmenbereiche ist die Umsetzung von Massnahmen zur Reduktion initialer Schadorganismen (Bereich A) relativ hoch und scheint gleichzeitig recht etabliert bei den betrachteten Betrieben, da meist nur geringe Unterschiede zwischen den Parzellen auffallen (vgl. Tabelle 2). Die Umsetzungsrate der Massnahmenbereiche B (Vermeidungsmassnahmen) und C (nicht-chemische Bekämpfung) ist im Mittel niedriger. Allerdings sind hier die Unterschiede zwischen den Parzellen ausgeprägter, so dass diese Massnahme bislang weniger gebräuchlich bzw. neuartiger scheinen. Auf den innovativen Parzellen wird beim Weizen häufig der optimierte Zwischenfruchtanbau, Sortenmischungen, Untersaaten und die mechanische Unkrautbekämpfung eingesetzt. Beim Raps werden Untersaaten, Push-pull-Techniken sowie der Einsatz von Antagonisten auf den innovativen Parzellen häufig angewandt.

3 Wirtschaftlichkeit des PSM-Verzichts bei Weizen

Die Ergebnisse für Weizen basieren auf 20 Betrieben und den Erntejahren 2020 und 2021. Die folgenden Analysen stützen sich auf die Gegenüberstellung der zwei auf einem Betrieb angebauten Weizenparzellen, der innovativen und der Kontrollparzelle. Der überwiegende Teil der Beobachtungen (15 von 20 bzw. 75 %) stammt aus dem Jahre 2020. Diese beiden Jahre waren in Bezug auf das Wetter und die agronomischen Bedingungen für Weizen sehr unterschiedlich. Das Erntejahr 2020 war für die Schweizer Getreideproduktion ein gutes Jahr mit hohen Durchschnittserträgen von 63,9 dt/ha. Im Jahr 2021 waren die Wetterbedingungen für die Pflanzenproduktion im Allgemeinen weniger günstig, da Spätfröste und starke Regenfälle den Anbau beeinflussten. Der Durchschnittsertrag lag 2021 mit 53,2 dt/ha deutlich niedriger (Swiss granum, 2023).

3.1 Übersicht

Die untenstehende Tabelle 3 enthält die Kosten-Leistungsrechnung für die Kultur Weizen. Zur Beurteilung der Wirtschaftlichkeit werden die direkt- und arbeitserledigungskostenfreie Leistung (DAL) herangezogen, die auf der Saldierung relevanter Kosten- und Leistungspositionen basieren. Der Vergleich dieser Kennzahl zeigt, dass die DAL der innovativen Parzelle rund 90 Fr./ha höher sind als auf der Kontrollparzelle. Geringere Weizenerträge der innovativen Parzelle (Ertragsdifferenz von 4 dt/ha) können durch höhere Prämien und Beiträge ausgeglichen werden. Da sich die Direkt- und Arbeitserledigungskosten zwischen den Weizenparzellen nur geringfügig unterscheiden, führt die höhere Leistung der innovativen Parzellen zu einer entsprechend höheren Wirtschaftlichkeit. In den folgenden Kapiteln werden einzelne Bereiche der Kosten-Leistungsrechnung näher betrachtet.

Tabelle 3: Kosten-Leistungs-Rechnung der Kultur Weizen (Erntejahre 2020 und 2021).

		Innovative Parzelle		Kontrollparzelle	
		Mittelwert	Variationskoeffizient	Mittelwert	Variationskoeffizient
Durchschnittl. Parzellengrösse	Ar	126	28 %	134	44 %
Ertrag	dt/ha	57,95	23 %	62,01	21 %
Preis	Fr./dt	48,20	11 %	47,50	12 %
Prämie	Fr./dt	5,41	126 %	3,02	153 %
Abzüge	Fr./dt	0,15	244 %	0,11	308 %
Zuschläge	Fr./dt	0,51	136 %	0,74	161 %
Hauptleistung	Fr./ha	3105	29 %	3200	29 %
Nebenleistung (Stroh)	Fr./ha	104	190 %	90	180 %
Extensio-Beitrag	Fr./ha	260	75 %	260	75 %
Ressourceneffizienzbeiträge	Fr./ha	298	71 %	135	123 %
Weitere Beiträge	Fr./ha	132	146 %	48	203 %
GESAMTLEISTUNG	Fr./ha	3898	29 %	3733	25 %
Saatgut	Fr./ha	309	34 %	237	18 %
Dünger	Fr./ha	206	36 %	214	35 %
Pflanzenschutz	Fr./ha	11	185 %	132	75 %
Direktkosten	Fr./ha	526	23 %	583	23 %
Maschinenkosten, inkl. Maschinenmiete	Fr./ha	457	65 %	392	71 %
Lohnunternehmerkosten	Fr./ha	222	136 %	198	135 %
Arbeitskosten	Fr./ha	207	45 %	166	57 %
Arbeitserledigungskosten	Fr./ha	886	47 %	756	46 %
DAK: Direkt- und Arbeitserledigungskosten	Fr./ha	1412	32 %	1339	30 %
DAL: Direkt- und arbeitserledigungskostenfreie Leistung (Gesamtleistung-DAK)	Fr./ha	2486	46 %	2394	40 %

3.2 Kosten

Von der Reduktion des Pflanzenschutzmitteleinsatzes sind primär Auswirkungen auf die Direktkosten für Pflanzenschutzmittel zu erwarten. Daneben können gewisse Massnahmen jedoch auch die Saatgutkosten (Massnahmen «Weniger anfällige Sorten» und «Untersaaten») sowie die Düngerkosten (Massnahme «Angepasster Stickstoffeinsatz») beeinflussen.

Der reduzierte Einsatz von chemisch-synthetische PSM senkt die Kosten für PSM auf der innovativen Parzelle (vgl. Abbildung 1). So fallen auf diesen Parzellen die Kosten für PSM um über 90 % im Vergleich zur Kontrollparzelle (vgl. Tabelle 3). Allerdings liegen die PSM-Kosten der Kontrollparzellen mit durchschnittlich 132 Fr./ha bereits auf einem tiefen Niveau gegenüber Standardwerten des Nicht-Extenso-Anbaus (PSM-Kosten von 254 Fr./ha, vgl. AGRIDEA, 2020a). Dieses Kostenniveau ist durch Extenso-Parzellen erklärbar (mit Standard-PSM-Kosten von 63 Fr./ha Winterweizen, AGRIDEA, 2020a).

Der Rückgang der PSM-Kosten ist besonders ausgeprägt beim Nicht-Extenso-Anbau, welcher auf der Kontrollparzelle höhere Ausgangskosten (im Mittel 207 Fr./ha) aufweist als der Extenso-Anbau (91 Fr./ha). Überraschenderweise liegen die mittleren absoluten Kosten für PSM je Hektare auf den innovativen Parzellen beim Nicht-Extenso-Anbau unter jenen des Extenso-Anbaus. Insgesamt können 15 Betriebe (75 %) auf der innovativen Parzelle beim Weizenanbau vollständig auf (Ausgaben für) PSM verzichten; beim Extenso-Anbau setzten auch drei Betriebe auf der Kontrollparzelle keine PSM ein.

Bei den Kosten für Saatgut resultieren Unterschiede zwischen den Parzellen vor allem aus der Verwendung von Untersaaten. Insgesamt wurden auf vier innovativen Parzellen Untersaaten eingesät, während dies auf den Kontrollparzellen nicht vorkam. Meist wurde auf beiden Parzellen die gleiche Sorte angebaut, so dass in diesem Fall keine Kostenunterschiede resultieren. Drei Betriebe säten auf den innovativen Parzellen eine andere Sorte, fünf Betriebe nutzten Sortenmischungen. Nur geringe Unterschiede sind feststellbar bei den Düngerkosten², welche auf den innovativen Parzellen etwas geringer sind.

Bei der Betrachtung der Summe der Direktkosten zeigt sich, dass die geringe, durchschnittliche Kostensenkung auf den innovativen Parzellen im Wesentlichen auf Einsparungen von PSM zurückzuführen ist. Die Einsparungen werden teilweise durch die zusätzlichen Kosten für Untersaaten geschmälert (vgl. Abbildung 1). Einsparungen werden vor allem beim Nicht-Extenso-Anbau bei Pflanzenschutzmitteln im Vergleich der zwei Parzellen erzielt (Einsparung von 199 Fr./ha). Beim Extenso-Anbau resultierte unter dem Strich nur eine geringe Senkung der Direktkosten, da höhere Saatgutkosten die Einsparungen bei PSM (78 Fr./ha) nahezu ausglich.

² Die Verwendung von Gülle wurde nicht monetär bewertet; da im Falle der Ausbringung von Wirtschaftsdüngern meist beide Parzellen gedüngt wurden. Bei der Verwendung von Wirtschaftsdünger gehen mit der Einsparung von Kosten für Mineraldünger höhere Ausbringungskosten einher.

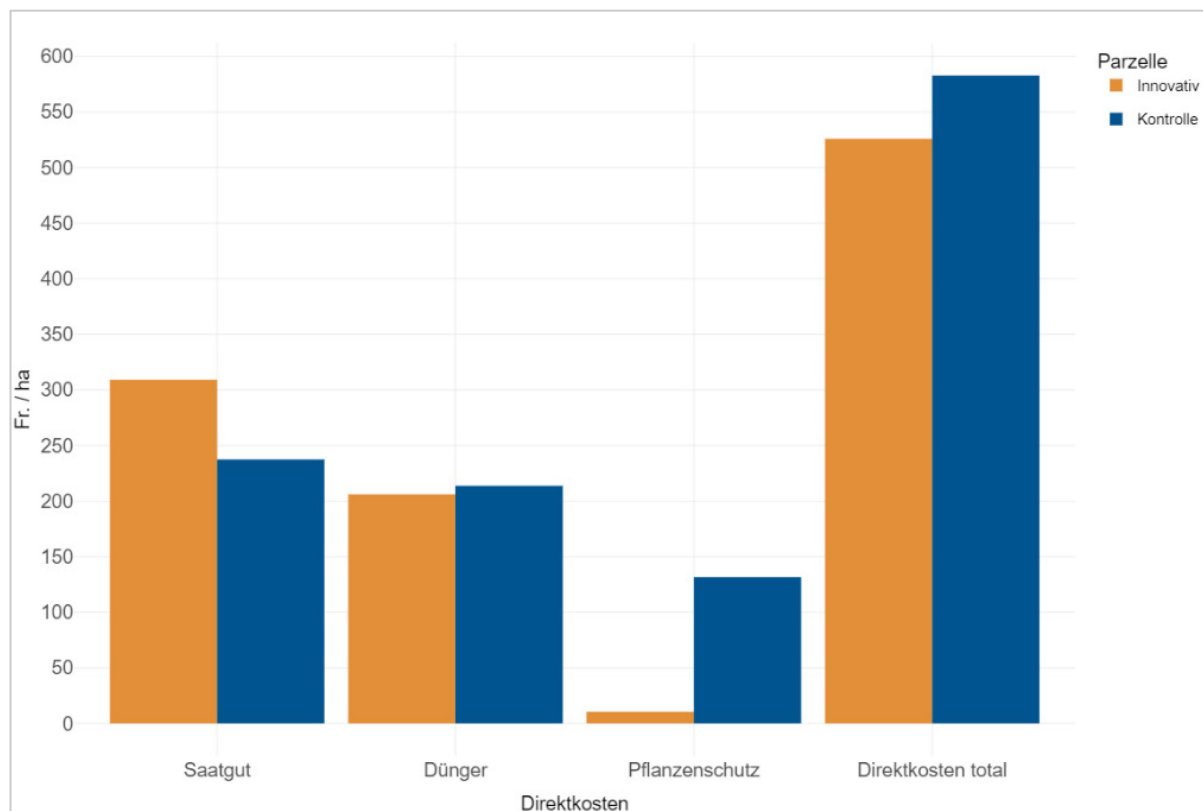


Abbildung 1: Direktkosten im Vergleich zwischen den innovativen und Kontroll-Parzellen beim Weizenanbau (Erntejahre 2020 und 2021).

Die Arbeitserledigungskosten als Summe von Maschinen-, Arbeitskosten und Lohnunternehmerkosten (vgl. die Ergebnisse in Tabelle 3) sind nach Kategorien sowie gesamthaft dargestellt. Der Verzicht auf PSM resultiert in höheren Arbeitserledigungskosten. Diese sind auf der innovativen Parzelle um 17 % höher als auf der Kontrollparzelle. Sowohl die Maschinen- (17 %), die Lohnunternehmerkosten (12 %) als auch die Arbeitskosten (25 %) nehmen auf der innovativen Parzelle zu. Die Struktur der Arbeitserledigungskosten verändert sich nur gering; den grössten Anteil machen auf beiden Parzellen mit etwas über 50 % die Maschinenkosten aus.

Unterschiede bei den Maschinenkosten resultieren aus der Art und Anzahl der Maschineneinsätze auf den Parzellen. Die wichtigsten Maschineneinsätze sind: mechanische Unkrautbekämpfung, Düngung, Bodenbearbeitung, Ernte, Aussaat, Pflanzenschutz und Pflügen. Kostenrelevant sind insbesondere Unterschiede im Pflanzenschutz, der Unkrautbekämpfung sowie der Bodenbearbeitung. Mit dem Verzicht auf PSM werden die entsprechenden Überfahrten stark reduziert, während andere Arbeitsschritte wie die Saat (Untersaaten), die Zerkleinerung von Ernterückständen oder die mechanische Unkrautbekämpfung auf den innovativen Parzellen häufiger angewandt werden. Die höheren Maschinenkosten auf den innovativen Parzellen sind auf die im Mittel grössere Anzahl Arbeitsschritte zurückzuführen.

Analog zu den Maschinenkosten steigen die Arbeitskosten. Die Zunahme wie auch die beobachtete grosse Streuung der Arbeitskosten kann durch die manuelle Unkrautbekämpfung erklärt werden. Auch bei der Bodenbearbeitung fallen teils hohe und stark streuende Arbeitskosten auf. Die Unterscheidung nach ÖLN- und Extenso-Anbau zeigt bei letzterem höhere Kostensteigerungen der Arbeitserledigungskosten insgesamt und den differenzierten Unterkategorien.

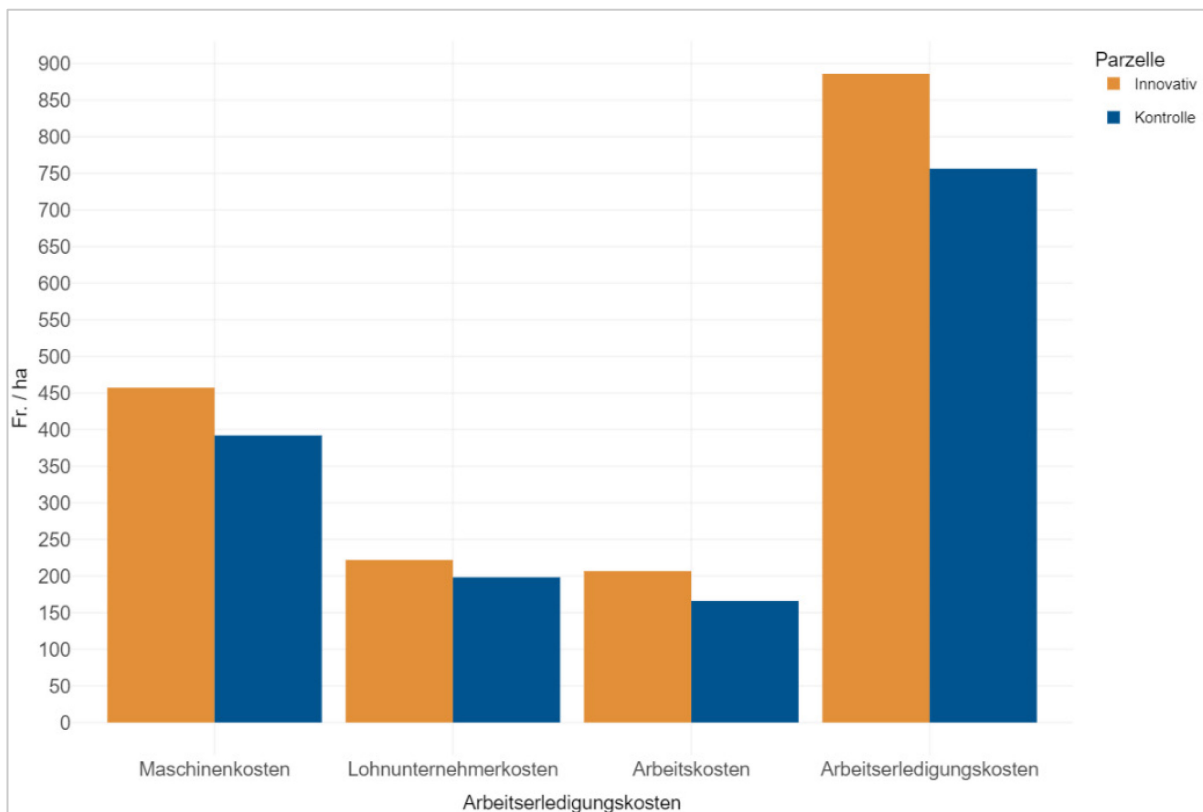


Abbildung 2: Arbeiterledigungskosten im Vergleich zwischen den innovativen und Kontroll-Parzellen beim Weizenanbau (Erntejahre 2020 und 2021).

Während die Direktkosten beim Verzicht auf PSM auf den innovativen Parzellen um 10 % abnehmen, nehmen die Arbeiterledigungskosten um 17 % zu. Unter dem Strich steigen die Direkt- und Arbeiterledigungskosten bzw. die Gesamtkosten um 5 % (vgl. Abbildung 3).

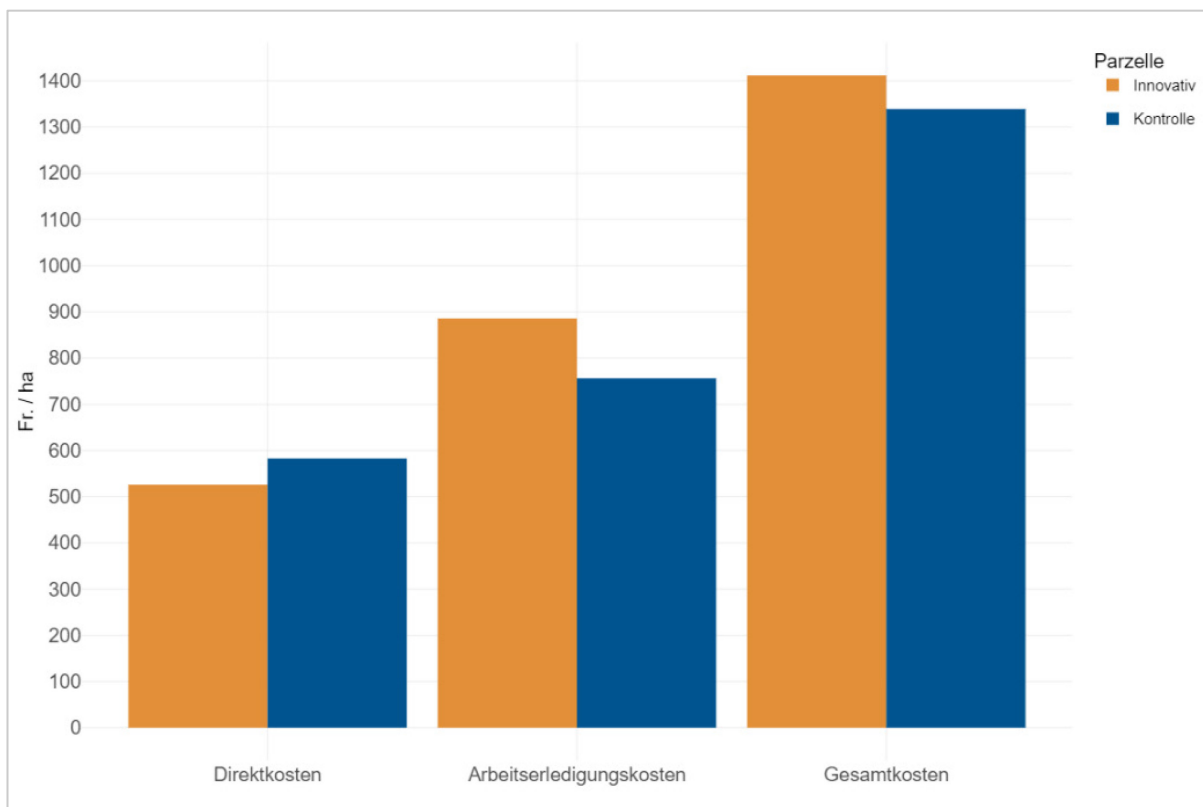


Abbildung 3: Direkt-, Arbeiterledigungs- und Gesamtkosten im Vergleich zwischen den innovativen und Kontroll-Parzellen beim Weizenanbau, (Erntejahre 2020 und 2021).

3.3 Leistungen

Die Leistungen aus dem Weizenanbau sind in zwei Kategorien unterteilt: die Hauptleistung aus dem Verkauf des Hauptproduktes, dem Weizen, und die Nebenleistung aus dem Verkauf von Stroh sowie die dem Produktionsverfahren zurechenbaren Direktzahlungen. Dazu zählen Produktionssystem- (Verzicht auf PSM) und Ressourceneffizienzbeiträge (Einsatz präziser Applikationstechnik, schonende Bodenbearbeitung). Nicht berücksichtigt werden allgemeine Versorgungssicherheitsbeiträge.

Die Grund- bzw. Richtpreise können grundsätzlich differenziert werden nach Brot- und Futterweizen. Beim Brotweizen hängt der Preis von der Qualitätsklasse ab. Diese wird anhand eines Qualitätsindex auf Basis der Backeigenschaften einer Sorte festgelegt. Bei Brotweizen sind die Möglichkeiten, durch den Verzicht auf PSM Preiszuschläge (Labelprämien) zu erhalten sehr ausdifferenziert. Neben der IP-SUISSE-Prämie für den Verzicht auf Fungizide und Insektizide (abhängig von der Qualitätsklasse: 4–8 Fr./dt) wird der zusätzliche Verzicht auf Herbizide mit 10 Fr./dt belohnt.

Der Verzicht auf chemisch-synthetische PSM resultiert in einem geringeren mittleren physischen Ertrag auf den innovativen Parzellen. Gegenüber der Kontrollparzelle ergibt sich ein um 7 % niedrigerer Ertrag. Der Grundpreis (ohne Zu-, Abschläge und Qualitätsprämien) unterscheidet sich kaum, während bei den Prämien ein markanter Unterschied deutlich wird (vgl. Abbildung 4). ÖLN-Betriebe mit einem höheren Ausgangsniveau des Weizenetrags verzeichnen höhere Ertragseinbussen (im Mittel 11 % niedrigere Erträge auf der innovativen Parzelle) im Vergleich mit dem Extenso-Anbau (im Mittel 3 % niedrigere Erträge) (vgl. Abbildung 5).

Im Unterschied zum Weizenanbau zeigt sich beim Weizenpreis ein gegenteiliges Bild: Im Schnitt erzielen die Betriebe auf der innovativen Parzelle 8 % höhere Preise gegenüber der Kontrollparzelle. Preisunterschiede sind vor allem auf Unterschiede bei den erzielten Prämien (um Fr. 2.39 höhere Prämie, vgl. Tabelle 3 oben) zurückzuführen. Aber auch der Grundpreis (Fr. 0.70 höher) sowie die Zuschläge (um Fr. 0.23 geringer) und Abschläge (um Fr. 0.04 höher) unterscheiden sich, sind jedoch weniger bedeutend. In Bezug auf den Grundpreis, der zwischen Fr. 35.– und 54.– je dt Weizen variiert (nach Klassen und Sorten), beträgt der Prämienzuschlag bis zu 30 % des Grundpreises. Grosse Prämien-Unterschiede zwischen den Parzellen betragen Fr. 10.– je Dezitonne Weizen, was in etwa dem Prämienzuschlag für pestizidlosen Anbau der IP-SUISSE entspricht.

Der Haupterlös ergibt sich durch die Bewertung des erzielten Ertrags mit dem Preis. Die gegenläufigen Ertrags- bzw. Preiseffekte nivellieren sich, so dass im Mittel nur geringe Unterschiede im Umfang von 3 % zwischen den Parzellen resultieren. Die Hauptleistung der Kontrollparzelle liegt mit Fr. 3200.– je ha Weizen rund Fr. 100.– über jener der innovativen Parzelle (vgl. Tabelle 3 und Abbildung 6).

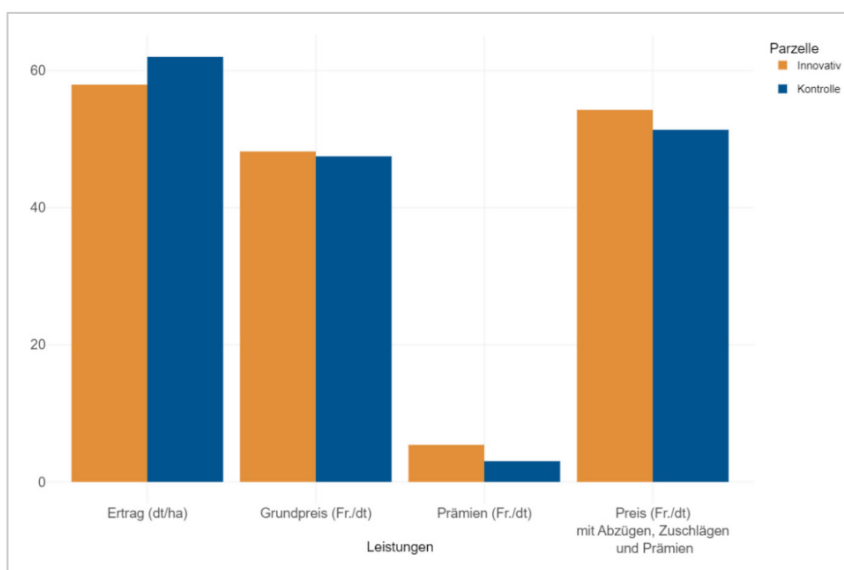


Abbildung 4: Ertrag, Grundpreis, Prämien sowie resultierender Preis im Vergleich zwischen den innovativen und Kontroll-Parzellen beim Weizenanbau, (Erntejahre 2020 und 2021).

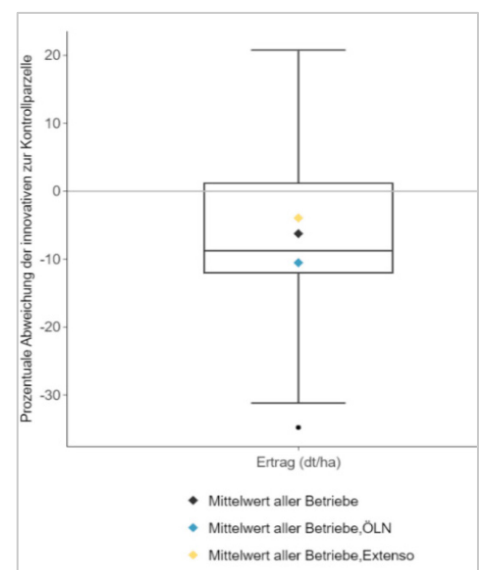


Abbildung 5: Kastengrafik der prozentualen Ertragsunterschiede der innovativen Parzellen gegenüber den Kontrollparzellen (0) auf Betriebsebene beim Weizenanbau.

Neben den erzeugten Hauptprodukten kann die Wirtschaftlichkeit der Parzellen durch spezifische Beiträge, welche mit dem Anbauverfahren zusammenhängen, sowie Nebenleistungen bzw. -produkte (z. B. Stroh) beeinflusst werden. Die zusätzlichen Einnahmen (Nebenleistung), die in die Analyse einfließen, sind die Einnahmen aus dem Verkauf von Stroh sowie aus Direktzahlungen (Produktionssystembeiträge, wie z. B. Extenso bzw. Verzicht auf PSM, und Ressourceneffizienzbeiträge). Die Stroheinnahmen betragen im Durchschnitt 104 Fr./ha auf den innovativen Parzellen und 90 Fr./ha auf den Kontrollparzellen. Die wenigen Beobachtungen und die geringen Unterschiede weisen auf eine untergeordnete Bedeutung der Nebenleistung Stroh für die Wirtschaftlichkeit des Verzichts auf PSM (Abbildung 6).

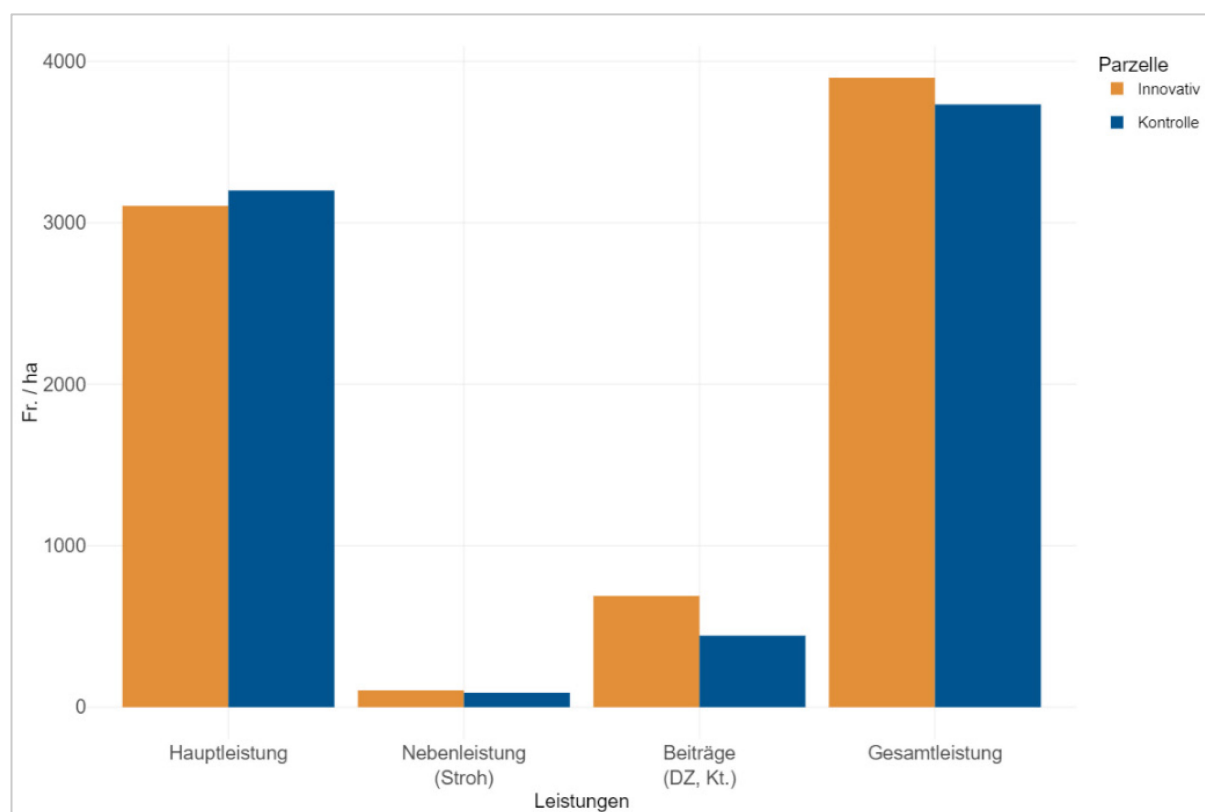


Abbildung 6: Haupt-, Neben- und Gesamtleistung im Vergleich zwischen den innovativen und Kontroll-Parzellen beim Weizenanbau, (Erntejahre 2020 und 2021).

Im Gegensatz dazu unterscheiden sich die Direktzahlungen deutlich zugunsten der innovativen Parzellen. Höhere Beiträge resultieren v. a. aus Ressourceneffizienzbeiträgen (Differenz von 163 Fr./ha zugunsten der innovativen Parzelle) aber auch aus höheren «weiteren Beiträgen» (84 Fr./ha, z. B. kantonale Zahlungen). Der Anteil der betrachteten Beiträge an der Gesamtleistung variiert je nach Art der Parzelle. Auf den innovativen Parzellen betrug der Anteil dieser Direktzahlungen an der Gesamtleistung durchschnittlich 19 %, während er auf den Kontrollparzellen nur 11 % betrug.

3.4 Direkt- und arbeitserledigungskostenfreie Leistung (DAL)

Aus dem Saldo der betrachteten Leistungen und Kosten ergibt sich die Kenngrösse DAL. Beim Weizenanbau ergibt sich für die ersten zwei Anbaujahre beim Verzicht auf Pflanzenschutzmittel eine leicht bessere Wirtschaftlichkeit als auf der Kontrollparzelle. Die erhöhten Kosten des Anbaus können durch höhere Leistungen ausgeglichen werden. Letztere gehen auf höhere Qualitätsprämien und Direktzahlungen zurück.

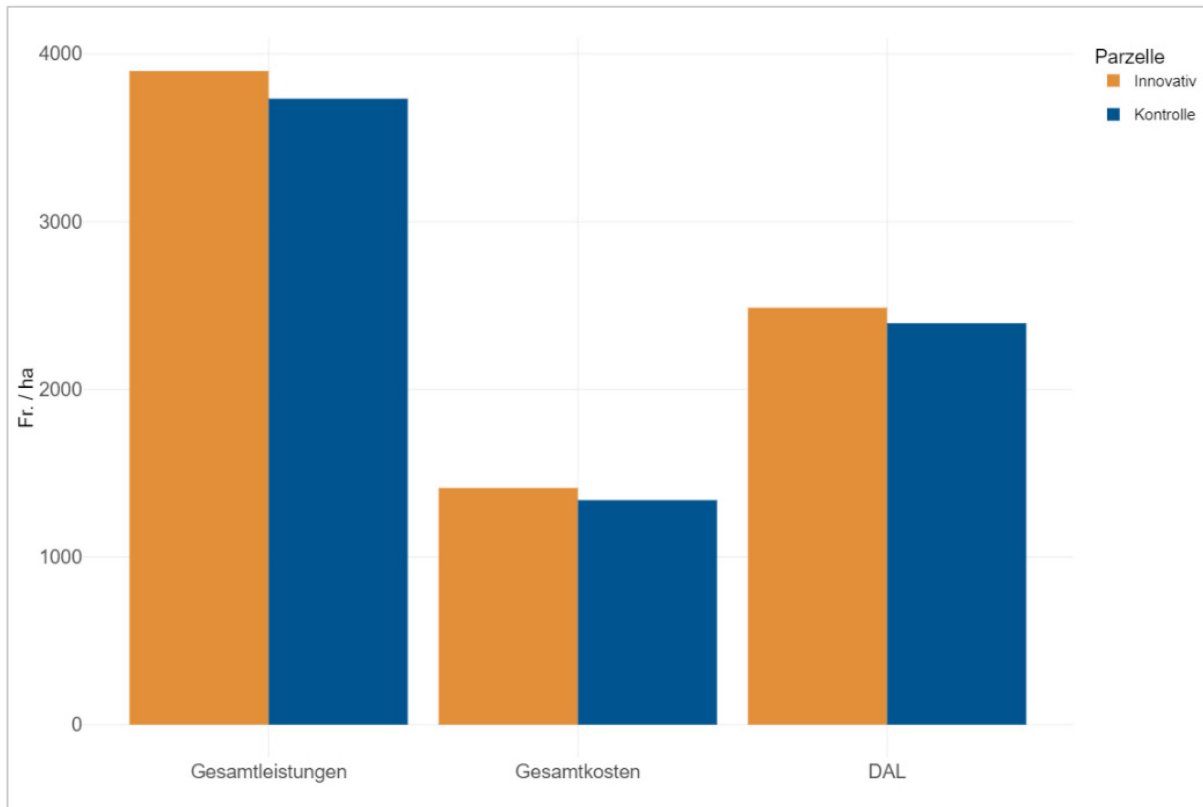


Abbildung 7: Kosten, Leistungen und DAL im Vergleich zwischen den innovativen und Kontroll-Parzellen beim Weizenanbau, (Erntejahre 2020 und 2021).

Die Differenzierung nach Anbauform (Standard-ÖLN bzw. Nicht-Extenso gegenüber Extenso-Anbau) zeigt (vgl. Abbildung 8), dass beim Nicht-Extenso-Anbau im Vergleich der Parzellen beim Verzicht auf chemisch-synthetische PSM auf der innovativen Parzelle im Mittel ein leicht schlechteres Ergebnis erzielt wird, was auf geringere Leistungen aber auch geringe Kosten zurückgeht. Im Gegensatz dazu erreicht der Extenso-Anbau auf der innovativen Parzelle ein besseres Ergebnis, welches durch höhere Leistungen aber auch höhere Kosten zurückzuführen ist.

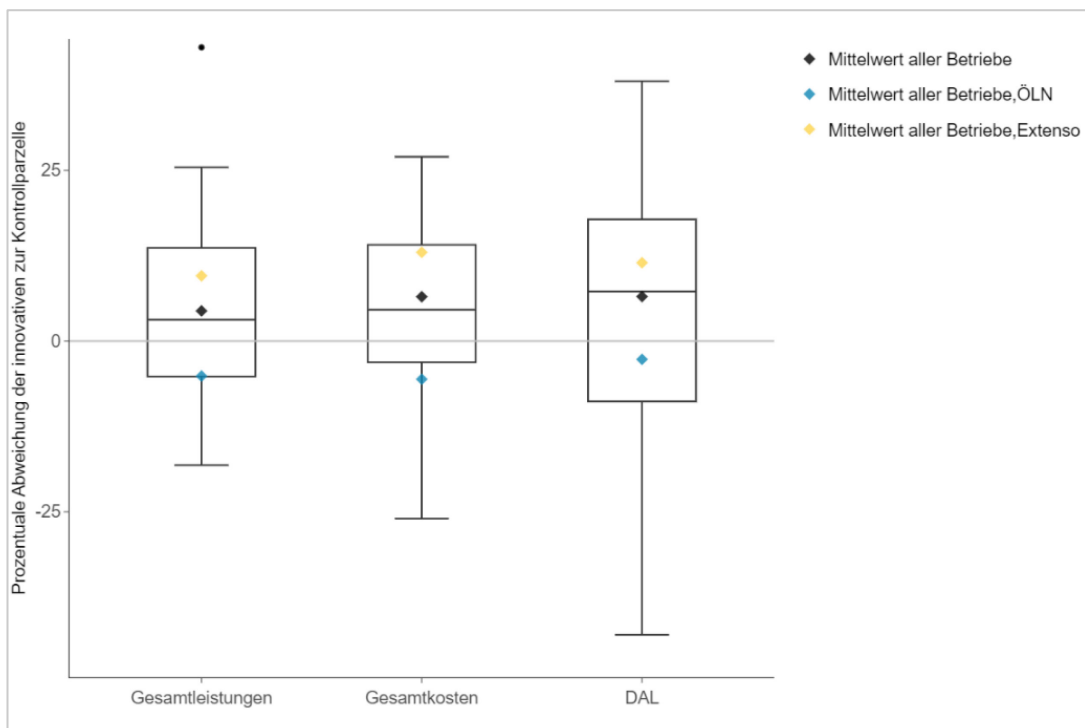


Abbildung 8: Kastengrafiken (Box-Plots) der prozentualen Unterschiede bei Gesamtleistungen, Gesamtkosten und DAL der innovativen Parzellen gegenüber den Kontrollparzellen beim Weizenanbau, (Erntejahre 2020 und 2021).

3.5 Diskussion der Ergebnisse der Kultur Weizen

Gemäss den vorliegenden Ergebnissen der Erntejahre 2020 und 2021 ist der Verzicht auf chemisch-synthetische PSM im Weizenanbau möglich, ohne dass sich die Wirtschaftlichkeit verschlechtert. Dieses Resultat kann so allerdings nicht verallgemeinert werden, da es auf einer geringen Zahl von Beobachtungen aus nur zwei Anbaujahren basiert. 65 % der betrachteten Betriebe verzichteten beim Extenso-Anbau, auch auf der Kontrollparzelle, auf gewisse PSM (Fungizide, Insektizide, Wachstumsregulatoren und chemisch-synthetische Stimulatoren). Dieser Anteil ist rund 6 %-Punkte höher als der schweizweite Extenso-Anteil beim Brotgetreideanbau. Diese Betriebe haben vermutlich Erfahrungen beim Verzicht auf PSM; möglicherweise begünstigen auch die am Standort gegebenen Anbaubedingungen den PSM-Verzicht. So werden verschiedene den Ertrag beeinflussende Faktoren in dieser Studie nicht kontrolliert, wie der Standort (Boden, Wetter, angrenzende Vegetation, Anbausysteme, Kulturen) oder die Vorkulturen.

Deutliche Unterschiede zwischen den Parzellen zeigen sich beim Ertrag, den Prämien, Beiträgen bzw. Direktzahlungen, Pflanzenschutzkosten und den Arbeiterledigungskosten. Der Verzicht auf chemisch-synthetische PSM geht mit geringeren Erträgen einher, die durch Prämien des Marktes wie auch Beiträge ausgeglichen werden können. Der Verzicht auf PSM hat höhere Kosten der Arbeiterledigung zur Folge, welche durch Einsparungen bei den Kosten der PSM nicht aufgewogen werden können. Dies verdeutlicht den arbeitssparenden Effekt von chemisch-synthetischen PSM.

Die saisonale Variation der Anbaubedingungen spiegelt sich in den mittleren in der Schweiz erzielten Weizenerträgen wider. Während im Jahr 2020 im Schnitt 63,9 dt/ha geerntet wurden, lag der mittlere Weizenertrag 2021 bei 53,3 dt/ha, was den vielen Niederschlägen der Anbausaison 2021 geschuldet war. Dieser saisonale Effekt ist auch in den vorliegenden Ergebnissen des PestiRed-Projekts zu erkennen. Das durchschnittliche Ertragsniveau des Projekts liegt jeweils unterhalb des schweizweiten Mittels, was durch den hohen Extenso-Anteil erklärt werden kann. Im für den Weizenanbau ungünstigeren Jahr 2021 ist der Ertragsabstand ausgeprägter (vgl. Abbildung 9).

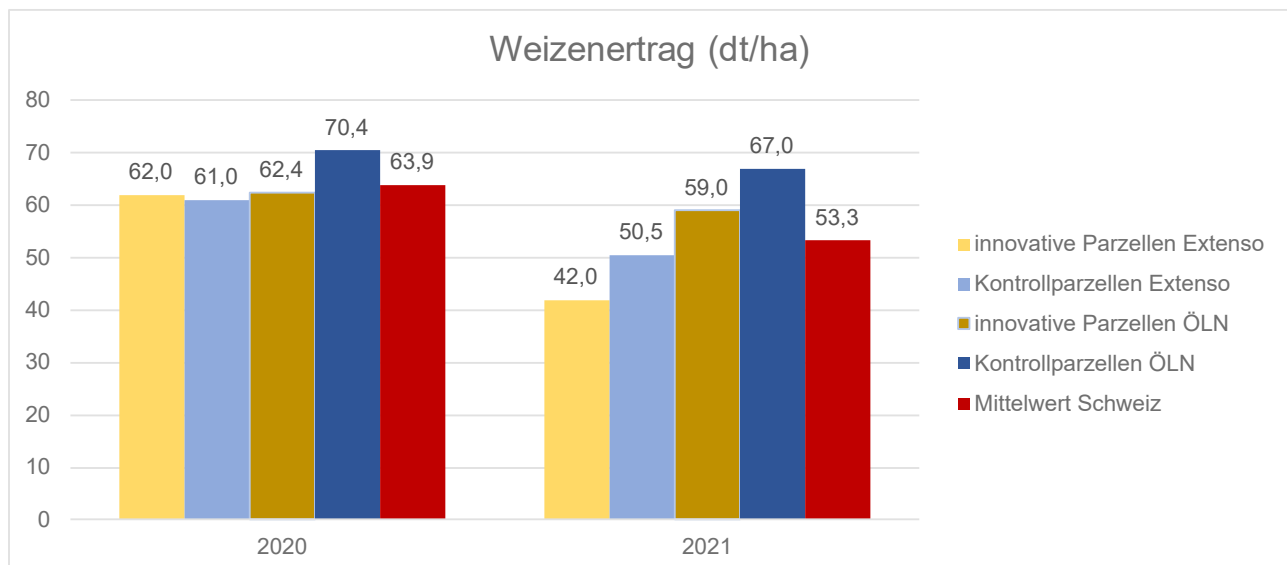


Abbildung 9: Mittlere Weizenerträge der Parzellen im Projekt PestiRed und schweizweit in den Erntejahren 2020 und 2021. Quelle: Eigene Daten und Swiss granum (2023a).

4 Wirtschaftlichkeit des PSM-Verzichts bei Raps

Zum Rapsanbau stehen 12 Beobachtungspaare zur Auswertung zur Verfügung, die sich je zur Hälfte auf die Jahre 2020 und 2021 verteilen. Bemerkenswert ist der hohe mittlere Anteil von 83 % Extenso-Parzellen (Tabelle 1); lediglich zwei Betriebe setzten im Erntejahr 2021 auf der Kontrollparzelle ein Produktionsverfahren mit üblichem PSM-Einsatz um. Der Flächenanteil der Extenso-Produktion an der Schweizer Rapsfläche betrug im Jahr 2022 lediglich 25 % (Swiss granum, 2023b). Die spezifische Ausgangslage, dass ein Grossteil der Betriebe beim Standardverfahren auf der Kontrollparzelle bereits auf PSM verzichtet ist bei der weiteren Analyse, welche sich auf den Vergleich der innovativen mit der Kontrollparzelle stützt, zu berücksichtigen.

Die betrachteten Jahre waren in Bezug auf die agronomischen Bedingungen sehr unterschiedlich. Wie beim Weizen war das Jahr 2020 auch für den Anbau von Raps günstiger. Die Erträge beliefen sich im Schweizer Durchschnitt auf 34,8 dt/ha, was etwa dem 10-jährigen Ertragsmittel entspricht. Im Jahr 2021 waren die Erträge im Schweizer Durchschnitt infolge ungünstiger Witterung und eines erhöhten Schädlingsdrucks schweizweit mit 30,8 dt/ha rund 11 % niedriger als im ersten Projektjahr.

4.1 Übersicht

Die Kosten-Leistungsrechnung von Raps ist in Tabelle 4 dargestellt. Die DAL der innovativen Parzellen liegt mit einem um 400 Fr./ha geringeren Ergebnis deutlich, rund ein Drittel unterhalb des Ergebnisses der Kontrollparzelle. Dies geht zurück auf geringere Erträge bei ähnlichen Produktionskosten. Zwar liegen die erlösten Gesamtpreise wie auch die Beiträge auf der innovativen Parzelle leicht über jenen der Kontrollparzelle. Allerdings kann der negative Effekt der Ertragsdifferenz bei den Leistungen weder durch höhere Preise noch durch Prämien ausgeglichen werden.

Tabelle 4: Kosten-Leistungs-Rechnung der Kultur Raps (Erntejahre 2020 und 2021).

	Einheit	Innovative Parzelle		Kontrollparzelle	
		Mittelwert	Variationskoeffizient	Mittelwert	Variationskoeffizient
Durchschnittliche Parzellengrösse	Ar	119	34 %	121	33 %
Ertrag	dt/ha	19,16	53 %	24,57	42 %
Preis	Fr./dt	82,34	16 %	81,48	17 %
Prämie	Fr./dt	5,50	119 %	4,92	109 %
Abzüge	Fr./dt	0,79	292 %	0,63	279 %
Zuschläge	Fr./dt	0,83	346 %	0,83	346 %
Hauptleistung	Fr./ha	1743	64 %	2226	54 %
Extenso-Beitrag	Fr./ha	333	47 %	333	47 %
Ressourceneffizienzbeiträge	Fr./ha	300	89 %	250	81 %
Weitere Beiträge	Fr./ha	64	264 %	47	346 %
GESAMTLEISTUNG	Fr./ha	2440	40 %	2857	34 %
Saatgut	Fr./ha	257	45 %	185	50 %
Dünger	Fr./ha	388	57 %	397	56 %
Pflanzenschutz	Fr./ha	40	112 %	139	93 %
Direktkosten	Fr./ha	684	42 %	721	35 %
Maschinenkosten, inkl. Maschinenmiete	Fr./ha	534	55 %	543	40 %
Lohnunternehmerkosten	Fr./ha	259	85 %	259	83 %
Arbeitskosten	Fr./ha	239	53 %	210	42 %
Arbeitserledigungskosten	Fr./ha	1033	31 %	1013	27 %
DAK: Direkt- und Arbeitserledigungskosten	Fr./ha	1717	27 %	1734	24 %
DAL: Direkt- und arbeitserledigungskostenfreie Leistung (Gesamtleistung-DAK)	Fr./ha	723	130 %	1123	69 %

4.2 Kosten

Der Pflanzenschutzmitteleinsatz auf den innovativen Parzellen des Rapsanbaus liegt deutlich unter jenem der Kontrollparzellen. Die Ausgaben für PSM liegen Fr. 99/ha bzw. 71 % tiefer. In beiden Anbauformen, dem Nicht-Extenso- wie auch dem Extenso-Anbau, wurden die PSM-Ausgaben der innovativen Parzelle zu ähnlichen Anteilen verringert, nämlich um 72 % (Nicht-Extenso) bzw. 71 % (Extenso). Das Ziel PSM weitestgehend einzusparen wird auch bei den Extenso-Parzellen, welche bereist auf der Kontrollparzelle ihren PSM-Einsatz verringern, deutlich. Fünf Betriebe setzten keine PSM ein auf der innovativen Parzelle; zwei dieser fünf Betriebe gelang dies auch auf der Kontrollparzelle.

Die Einsparungen bei den Ausgaben für PSM werden durch Mehrkosten bei der Saat zu einem grossen Teil kompensiert. Dies geht auf den häufigeren Einsatz von Untersaaten auf den innovativen Parzellen zurück (vgl. Tabelle 2). Die Düngerkosten unterscheiden sich nur geringfügig um 2,3 % zwischen den Parzellen.

Die Direktkosten der innovativen Parzellen liegen mit insgesamt 684 Fr./ha etwa 5 % unterhalb jenen der Kontrollparzellen (721 Fr./ha). Aufgrund der höheren Ausgangskosten können beim Nicht-Extenso-Anbau durch den Verzicht auf PSM höhere absolute Einsparungen realisiert werden.

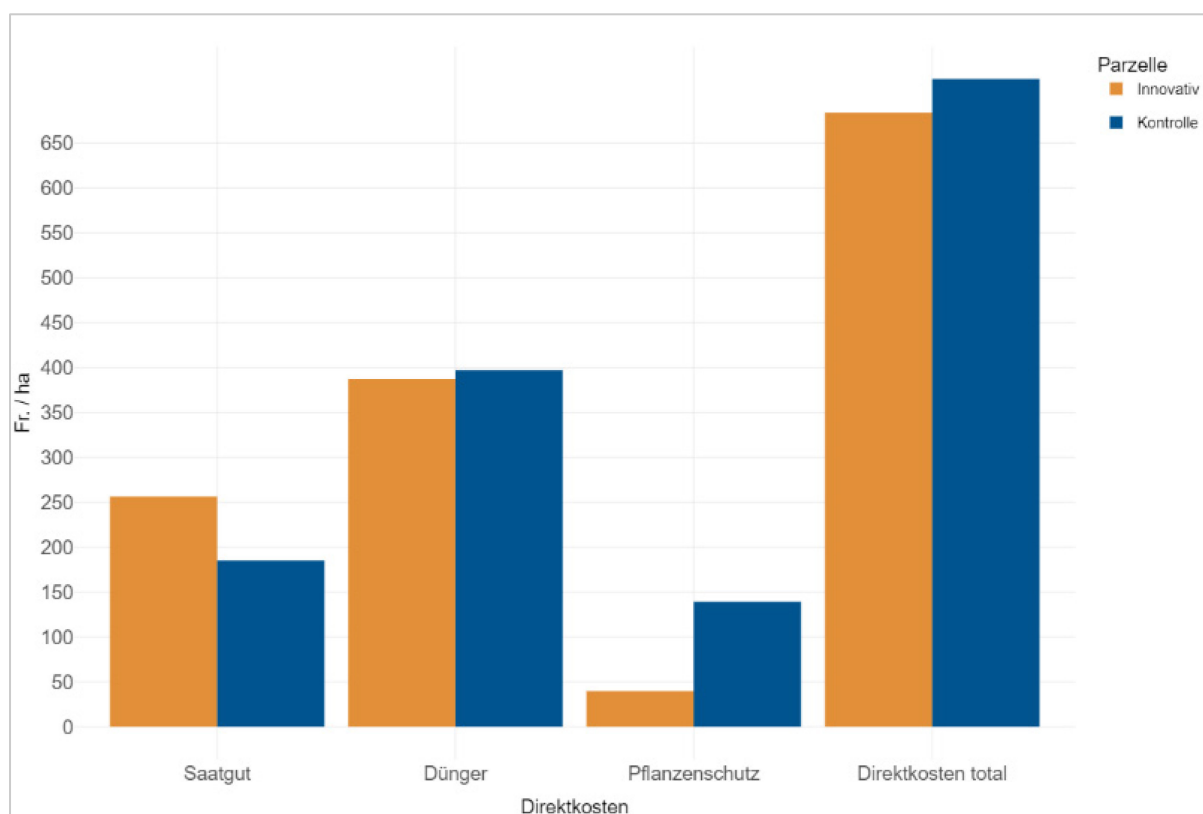


Abbildung 10: Direktkosten im Vergleich zwischen den innovativen und Kontroll-Parzellen beim Rapsanbau (Erntejahre 2020 und 2021).

Die grafische Darstellung der Arbeitserledigungskosten und ihrer Unterkategorien in Abbildung 11 weist nur geringe Unterschiede zwischen den Parzellen aus. Die Maschinenkosten sind auf der innovativen Parzelle geringfügig niedriger, während umgekehrt die Lohnunternehmer- und Arbeitskosten höher sind. Gesamthaft ergeben sich Arbeitserledigungskosten von 1033 Fr./ha auf der innovativen Parzelle und Mehrkosten von 68 Fr./ha gegenüber der Kontrollparzelle.

Die Einsparung von Kosten durch den Verzicht auf die Ausbringung von chemisch-synthetischen PSM bei den Arbeitserledigungskosten werden durch Mehrkosten infolge häufigerer Untersaaten und Zerkleinerung von Ernterückständen kompensiert. Darüber hinaus gibt es keine grossen Unterschiede zwischen den Anbauverfahren. Beim Raps kann die Anzahl Überfahrten durch den Verzicht auf PSM leicht reduziert werden (9,9 Überfahrten auf der innovativen Parzelle gegenüber 10,5 auf der Kontrollparzelle) bei identischen Lohnunternehmerkosten.

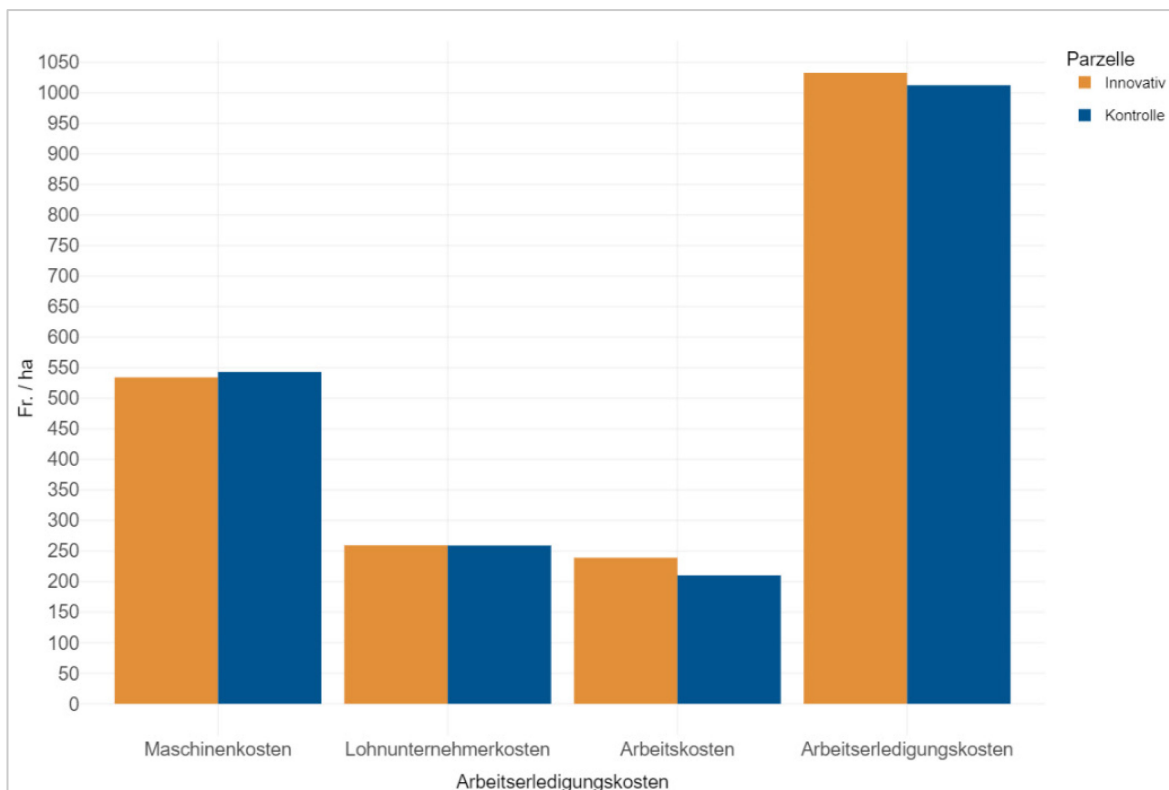


Abbildung 11: Arbeitserledigungskosten im Vergleich zwischen den innovativen und Kontroll-Parzellen beim Rapsanbau (Erntejahre 2020 und 2021).

Die gesamthafte Betrachtung der Direkt- und Arbeitserledigungskosten (DAK) zeigt nur geringe Unterschiede (1,0 %) zwischen den Parzellen: beim Rapsanbau werden geringere Direktkosten durch höhere Arbeitserledigungskosten nahezu ausgeglichen (vgl. Abbildung 12). Die Streuung der Direkt-, der Arbeitserledigungskosten und deren Summe ist auf den innovativen Parzellen beim Rapsanbau jeweils höher (vgl. die Variationskoeffizienten in Tabelle 4).

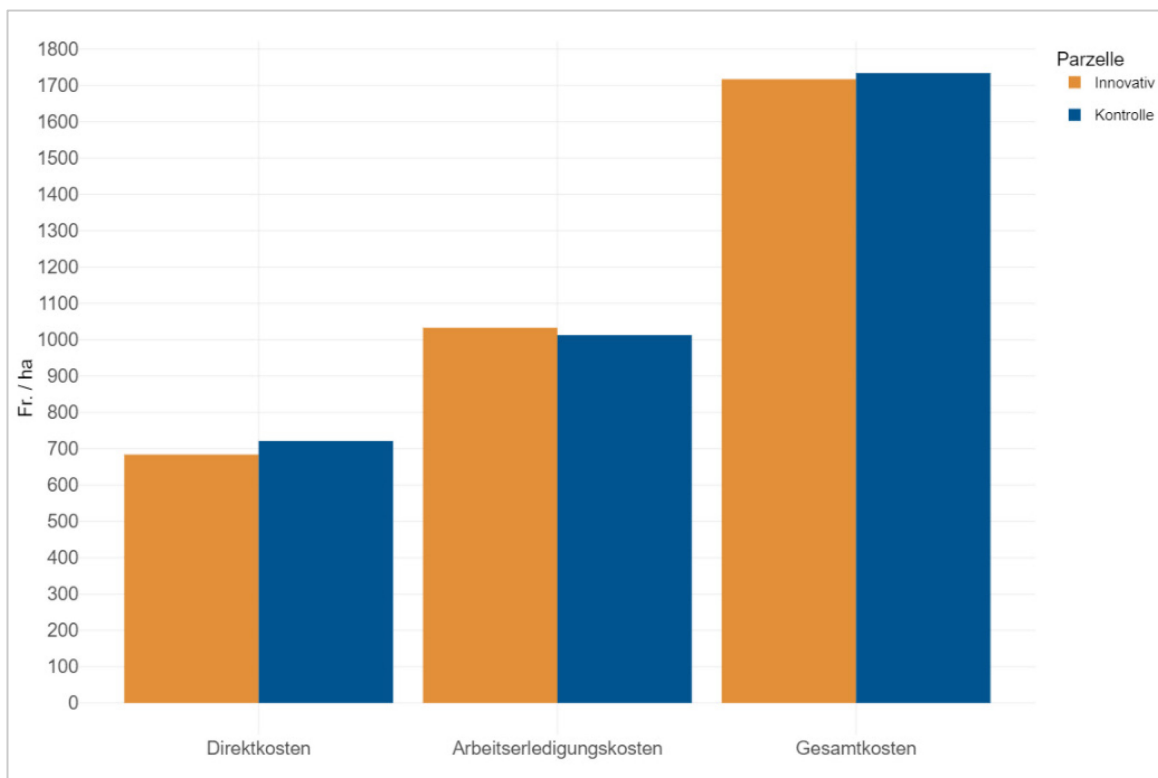


Abbildung 12: Direkt-, Arbeitserledigungs- und Gesamtkosten im Vergleich zwischen den innovativen und Kontroll-Parzellen beim Rapsanbau (Erntejahre 2020 und 2021).

4.3 Leistungen

Der Vergleich der Erntejahre 2020 und 2021 zeigt einen deutlichen Ertragsunterschied zwischen den Parzellen. Während sich auf der Kontrollparzelle ein mittlerer Ertrag von 24,6 dt/ha ergibt liegt jener der innovativen Parzellen mit 19,6 dt/ha um rund 22 % niedriger (vgl. Tabelle 4 und Abbildung 13). Das grundsätzlich niedrige Ertragsniveau auf den Kontrollparzellen ist teilweise erklärbar durch den hohen Extenso-Anteil von 83 % an den Parzellen (vgl. Tabelle 1). Die Kastengrafik in Abbildung 14 zeigt die Verteilung der prozentualen Ertragsdifferenzen der innovativen Parzellen gegenüber der Kontrollparzelle auf Ebene der einzelnen Betriebe. Im Mittel ergibt sich eine Ertragsdifferenz von 22 %. Im Nicht-Extenso-Anbau ist die Differenz ausgeprägter (39 % niedrigerer Ertrag); hier ist der Referenzertrag der Kontrollparzelle (35,5 dt/ha) höher. Im Extenso-Verfahren geht mit dem weitergehenden Verzicht auf chemisch-synthetische PSM der Ertrag weniger stark zurück (17 %), dies aber in Bezug auf ein sehr geringes Ertragsniveau (22,4 dt/ha) auf den entsprechenden Kontrollparzellen.

Beim Rapsanbau sind die Qualitätszuschläge weniger differenziert als beim Weizen: Prämien sind erhältlich für HOLL-Raps (5 Fr./dt, HOLL steht für High Oleic Low Linolenic, das sind Sorten mit hohen Ölsäuren- und tiefem Linolensäuregehalt) und für den Verzicht auf PSM (IP-Suisse-Prämie von 10 Fr./dt) (AGRIDEA, 2020b). Ausserdem gibt es i. d. R. keine Nebenleistungen (wie das Stroh beim Weizen). Der Grundpreis wie auch die Prämien auf den innovativen Parzellen sind etwas höher als auf den Kontrollparzellen. Gesamthaft ergibt sich eine Preisdifferenz von 1.60 Fr./dt nach Berücksichtigung von Prämien, Zu- und Abschlägen.

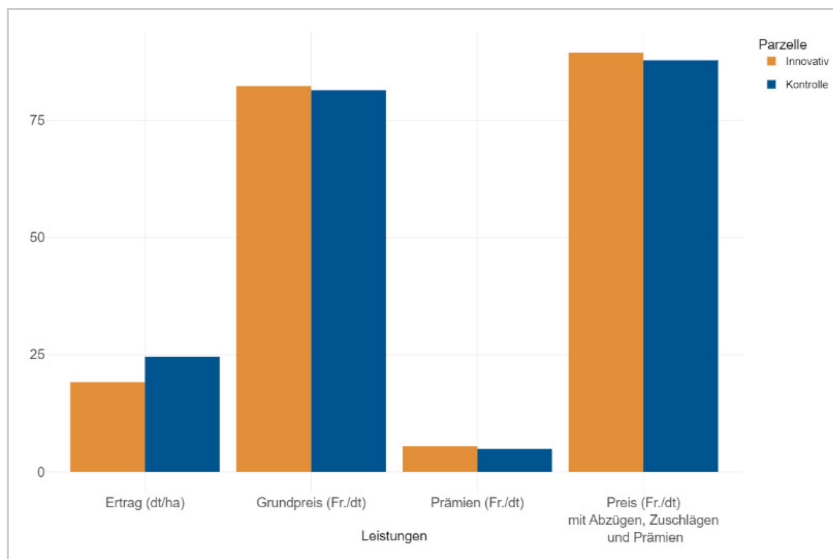


Abbildung 13: Ertrag, Grundpreis, Prämien sowie resultierender Preis im Vergleich zwischen den innovativen und Kontroll-Parzellen beim Rapsanbau (Erntejahre 2020 und 2021).

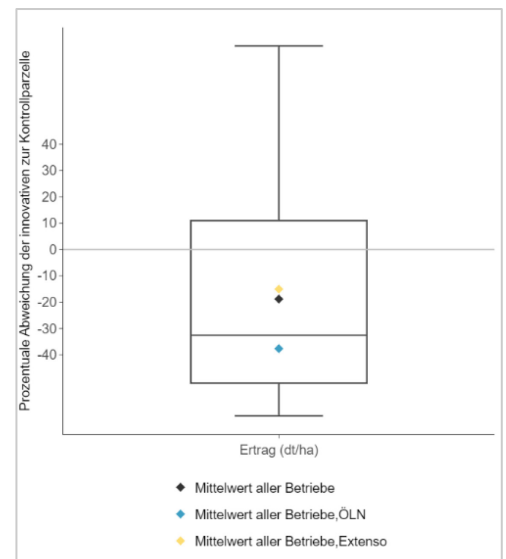


Abbildung 14: Kastengrafik der prozentualen Ertragsunterscheide der innovativen Parzellen gegenüber den Kontrollparzellen (0) auf Betriebsebene beim Rapsanbau.

Bei der Hauptleistung (Ertrag × Preis) ergibt sich eine grosse Leistungsdifferenz von 483 Fr./ha (vgl. Tabelle 4 sowie Abbildung 15). Dies entspricht einem Rückgang von 22 % und entspricht damit exakt der Ertragsdifferenz zwischen Parzellen. Die geringen Unterschiede beim Grundpreis und den erlösten Prämien beeinflussen die erzielten Leistungen kaum; wesentlich für die Wirtschaftlichkeit ist der erzielte Ertrag.

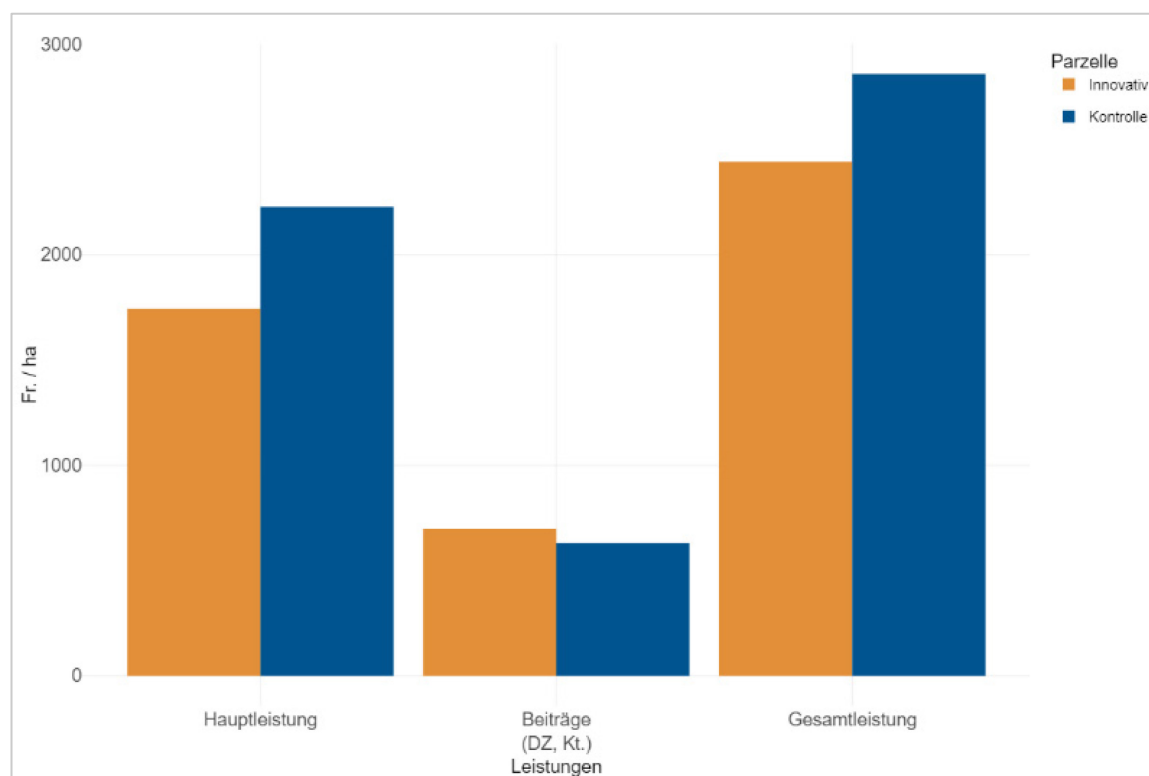


Abbildung 15: Hauptleistung, Beiträge und Gesamtleistung im Vergleich zwischen den innovativen und Kontroll-Parzellen beim Rapsanbau (Erntejahre 2020 und 2021).

Bei den Direktzahlungen und kantonalen Beiträgen gibt es beim Raps nur geringe Unterschiede zwischen den Parzellen. Für die innovative Parzelle werden spezifische Beiträge in Höhe von 697 Fr./ha ausgerichtet; dies sind 67 Fr./ha bzw. 10 % mehr als auf der Kontrollparzelle. Die Differenzierung nach Anbauweise zeigt, dass die zwei ÖLN-Betriebe keine zusätzlichen Direktzahlungen bzw. Beiträge bekommen, erhalten die Betriebe mit Extenso-Anbau auf der Kontrollparzelle 757 Fr./ha und beim weitergehenden Verzicht auf PSM auf der innovativen Parzelle 837 Fr./ha Direktzahlungen.

Bei der Summe der Leistungen aus dem Produkterlös und verfahrensabhängigen Direktzahlungen ergibt dies eine Gesamtleistung von 2440 Fr./ha auf der innovativen Parzelle. Dies ist eine um 417 Fr./ha geringere Gesamtleistung (15 % geringer) gegenüber der Kontrollparzelle.

4.4 Direkt- und arbeitserledigungskostenfreie Leistung (DAL)

In Abbildung 16 sind die Leistungen, die Kosten und die aus der Differenz resultierende DAL abgebildet. Da die betrachteten Erzeugungskosten sich auf den Parzellen nahezu entsprechen ergibt sich bei der DAL eine ähnliche Differenz wie bei der erzielten Gesamtleistung in Höhe von 400 Fr./ha (vgl. Tabelle 4 und Abbildung 16). Die DAL liegt auf der innovativen Parzelle um 36 % niedriger als auf der Kontrollparzelle. Im Mittel verschlechtert sich die Wirtschaftlichkeit deutlich. Dies gilt beim Vergleich der Parzellen sowohl für Extenso- (um 34 % geringere DAL) als auch für Nicht-Extenso-Betriebe (um 42 % geringere DAL) (vgl. Abbildung 17). Auffällig ist die grundsätzlich starke Streuung der DAL-Unterschiede zwischen den Parzellen in Abbildung 17. Auf den innovativen Parzellen ist die Streuung der DAL deutlich ausgeprägter (Variationskoeffizient von 130 %) als auf den Kontrollparzellen (Variationskoeffizient von 69 %, vgl. Tabelle 4).

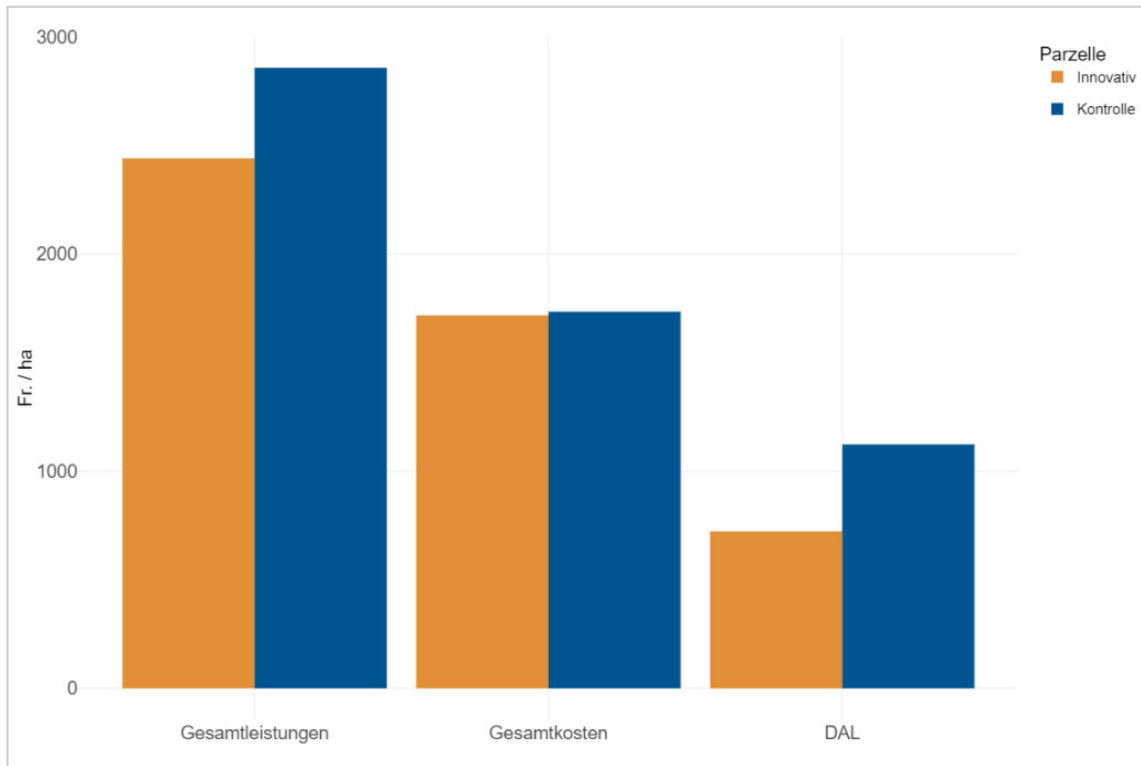


Abbildung 16: Leistungen, Kosten und DAL im Vergleich zwischen den innovativen und Kontroll-Parzellen beim Rapsanbau (Erntejahr 2020 und 2021).

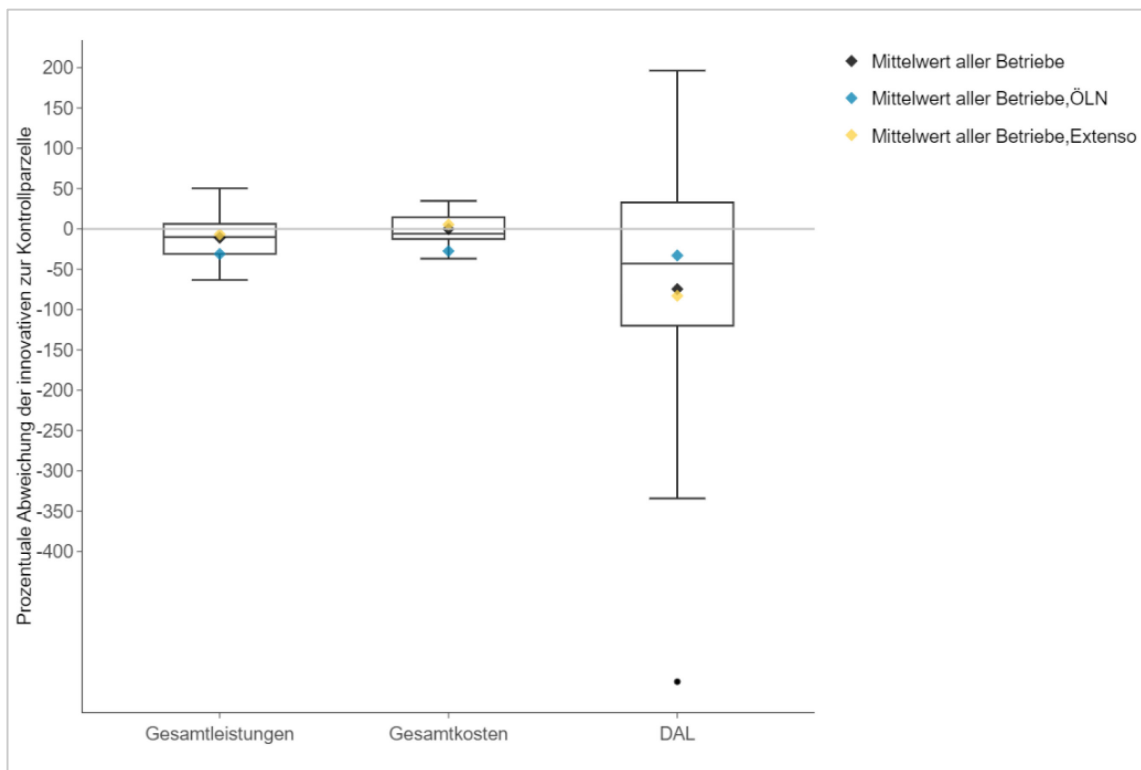


Abbildung 17: Kastengrafiken (Box-Plots) der prozentualen Unterschiede beim Ertrag, dem erzielten Preis und der resultierenden Hauptleistung zwischen den Parzellen beim Rapsanbau (Erntejahre 2020 und 2021).

4.5 Diskussion der Ergebnisse der Kultur Raps

Die vorliegenden Ergebnisse zeigen für die Jahre 2020 und 2021 und die in jedem Jahr jeweils sechs beobachteten Parzellenpaare eine deutlich verringerte Wirtschaftlichkeit des Rapsanbaus bei einem weitergehenden Verzicht auf chemisch-synthetische PSM. Dieses Resultat ist insbesondere auf deutliche Ertragsseinbussen auf den innovativen Parzellen zurückzuführen im Vergleich mit den Kontrollparzellen. Im Vergleich zum schweizerischen Mittel ist zu bedenken, dass in diesem Projekt der Anteil an Extensoflächen mit 83 % weit über dem Durchschnitt liegt. Die Ertragsunterschiede könnten in Bezug auf Nicht-Extenso-Erträge noch grösser ausfallen. Die im Projekt PestiRed vorgegebene Nebenbedingung, dass der Verzicht auf chemisch-synthetische PSM die Wirtschaftlichkeit nicht deutlich (um mehr als 10 %) verringert, konnte im Rapsanbau im Mittel der betrachteten Parzellen bislang nicht erreicht werden. Beim Verzicht auf chemisch-synthetische PSM im Rapsanbau sollten mögliche Ertragseffekte stärker berücksichtigt werden.

Diese Zwischenergebnisse aus dem Projekt PestiRed können nicht verallgemeinert werden, da diese auf einer geringen Zahl von Beobachtungen aus nur zwei Anbaujahren beruhen. Darüber hinaus basiert der Grossteil der Beobachtungen der Kontrollparzellen auf einem reduzierten PSM-Einsatz (Extenso-Anbau).

Aus den Ergebnissen können folgende Hypothesen gezogen werden: Da die monetären Einsparungen von PSM auf den Extenso-Kontrollparzellen (PSM-Kosten von 95 Fr./ha) gegenüber den ÖLN-Kontrollparzellen (362 Fr./ha) wie auch aktuellen Standardwerten des Deckungsbeitragskatalogs (PSM-Kosten von 324 Fr./ha gemäss Agridea, 2023) jeweils über 70 % der Kosten betragen, scheinen beim Rapsanbau gemäss ÖLN-Standard chemisch-synthetische PSM-Einsparungen im anvisierten Umfang grundsätzlich möglich. Der ambitionierte Versuch, auf den innovativen Extenso-Parzellen darüber hinaus chemisch-synthetische PSM einzusparen, schlägt sich im anbautechnisch herausfordernden Jahr 2021 in einem deutlichen Ertragsrückgang nieder, der weder durch Einsparungen noch durch höhere Preise ausgeglichen werden kann. Der grosse Preisabstand zu Bio-Raps (mit einem Richtpreis von aktuell 210 Fr./dt gegenüber dem Grundpreis von 114 Fr./dt Raps) könnte ein Hinweis auf den Umfang der Herausforderungen sein, die mit der weiteren PSM-Reduktion beim Rapsanbau einhergehen, und eine Orientierung zum Umfang des erforderlichen Mehrpreises darstellen.



Abbildung 18: Mittlere Rapsertäge der innovativen Parzellen im Projekt PestiRed und schweizweit in den Jahren 2020 und 2021. Quelle: Eigene Daten und Swiss granum (2023a).

5 Diskussion

Die ersten Ergebnisse der Analysen der Wirtschaftlichkeit des Verzichts auf chemisch-synthetische PSM- illustrieren die Möglichkeiten wie auch die Herausforderungen, im Ackerbau auf PSM zu verzichten. Beim Weizenanbau scheint eine Verringerung des monetären PSM-Einsatzes im angestrebten Umfang offenbar recht gut umsetzbar. Geringere Erträge und höhere Produktionskosten werden einerseits durch höhere Prämien am Markt sowie andererseits Direktzahlungen der öffentlichen Hand kompensiert, so dass die Wirtschaftlichkeit gehalten bzw. sogar leicht verbessert werden kann. Beim Anbau von Raps zeigen sich beim PSM-Verzicht höhere Ertragseinbussen, die weder durch Kostenreduktion noch durch höhere Marktleistungen oder Direktzahlungen ausgeglichen werden. Der Verzicht auf PSM resultierte in den ersten beiden Projektjahren in einer deutlich verringerten Wirtschaftlichkeit des Rapsanbaus. Die Differenz der DAL zwischen den Parzellen (34 % geringer auf der innovativen Parzelle) überschreitet den angepeilten Wert von max. 10 % geringerer Wirtschaftlichkeit deutlich.

Diese ersten Ergebnisse der Wirtschaftlichkeitsanalyse müssen mit Vorsicht interpretiert werden und können nicht verallgemeinert werden. Dies begründet sich in der Saisonalität der landwirtschaftlichen Erzeugung, welche am jeweiligen Standort besonderen Umweltbedingungen ausgesetzt ist, welche in der Analyse allerdings nicht berücksichtigt sind. Die Zuordnung der Unterschiede zwischen den Parzellen wird bis anhin vereinfachend dem PSM-Verzicht zugeschrieben; inwieweit anderer Faktoren die Ergebnisse beeinflusst haben, erfordert vertiefte Analysen.

Ausserdem ist der hohe Anteil von Betrieben zu nennen, welche den Weizen und insbesondere den Raps bereits standardmässig (auch auf der Kontrollparzelle) mit verringertem PSM-Einsatz im Extenso-Programm anbauen. Dies bringt einerseits mit sich, dass die Landwirtinnen und Landwirte teils wohl schon über Erfahrungen beim PSM-Verzicht verfügen und ihr bestehendes Anbausystem (z B. die Sortenwahl oder andere präventive Massnahmen) entsprechend ausgerichtet ist. Gleichzeitig ist eine weitere Reduktion des PSM-Verzichts in diesem Fall umso herausfordernder und mit einem zunehmenden Produktionsrisiko verbunden, wie die Analyse des Rapses mit einem hohen Anteil von Extenso-Flächen zeigt. Darüber hinaus weist der Anbau im Projekt einen Versuchscharakter auf, bei welchem die Landwirte ein gewisses Risiko bewusst eingehen, welches im Falle grösserer Ertragsverluste seitens des Projektes entschädigt wird. Schliesslich erfolgte die Auswahl der Betriebe und der Flächen nicht zufällig. Die Übertragbarkeit der Ergebnisse ist daher nicht gegeben.

Zur Sicherung der Wirtschaftlichkeit ist beim Verzicht auf PSM einerseits wichtig, dass das Ertragsrisiko nicht stark zunimmt. Der Flächenertrag ist betrieblich als auch gesellschaftlich eine wichtige Zielgrösse der landwirtschaftlichen Erzeugung. Hier wären Informationen bzw. Daten interessant, wie der Verzicht auf gewisse chemisch-synthetische PSM bzw. die Umsetzung gewisser Massnahmen das Ertragsrisiko beeinflussen. Aufgrund der vielfältigen Faktoren, welche den Ertrag quantitativ und qualitativ beeinflussen, der unterschiedlichen präventiven und kurativen Massnahmen und der Umsetzung des Projektes auf Praxisbetrieben sind die Ertragseffekte einzelner PSM bzw. Massnahmen im Projekt PestiRed allerdings schwierig zu erfassen.

Der Verzicht auf chemisch-synthetische PSM resultiert in den meisten Fällen in geringeren Erträgen auf den innovativen Parzellen. Um diesen Ertragsverlust zu kompensieren sind höhere Erlöse oder Beiträge erforderlich. Label und Qualitätszuschläge erlauben den Nutzen des PSM-Verzichts an die Konsumentinnen und Konsumenten zu kommunizieren und in Wert zu setzen. Ausserdem setzt der Staat durch Direktzahlungen Anreize zum Verzicht auf chemisch-synthetische PSM indem Mehrkosten oder Ertragsausfälle zumindest teilweise kompensiert werden. Beim Weizen ergänzen sich marktseitige Label und staatliche Programme idealtypisch, indem unterschiedliche Niveaus des PSM-Verzichts in entsprechende Qualitätsprämien differenziert werden. Es gilt für andere Kulturen, ähnliche Rahmenbedingungen anzustreben, indem die Akteure entlang Wertschöpfungskette sich einbringen, um das höhere Produktionsrisiko beim Verzicht auf chemisch-synthetische PSM mitzutragen und monetäre Anreize zu geben.

In dieser Analyse wurde der Verzicht auf chemisch-synthetische PSM rein monetär betrachtet. Erste gemeinsame Analysen der Wirtschaftlichkeit und der PSM-Reduktion im Projekt PestiRed weisen eine positive Korrelation dieser Grössen auf. Das bedeutet die monetäre Reduktion stellt die mengenmässige PSM-Reduktion relativ gut dar. Der Nationale Aktionsplan Pflanzenschutzmittel (Bundesrat, 2017) adressiert die Halbierung der mit dem Einsatz von PSM für Mensch und Umwelt verbundenen Risiken. Interessant wäre es, zusätzlich die Risiken, welche je Einheit PSM variieren können, auch zu berücksichtigen.

Diese Analyse basiert auf den ersten zwei Projektjahren. Die Analysen mehrere Anbaujahre wie auch der gesamten Fruchtfolge nach der sechsjährigen Umsetzung werden tiefergehende Auswertungen erlauben. Es ist darüber hinaus zu erwarten, dass mehr Beobachtungen die teils beobachtete grosse Streuung der Ergebnisse verringern werden.

6 Schlussfolgerungen

Der Ansatz des Projektes PestiRed durch eine konsequente Anwendung sowie Weiterentwicklung des integrierten Pflanzenschutzes den chemisch-synthetische PSM-Einsatz zu verringern ohne dass sich die Wirtschaftlichkeit verschlechtert, scheint gemäss den ersten Resultaten beim Weizen erfolgreich umsetzbar. Beim Raps hat der Verzicht auf chemisch-synthetische PSM Ertragsseinbussen zur Folge, welche die Wirtschaftlichkeit deutlich verringern.

Die Wirtschaftlichkeit des Ackerbaus wird wesentlich bestimmt durch den Ertrag und die erzielten Preise. Die Direktzahlungen zielen auf die Abdeckung von Mehrkosten bzw. Ertragsausfällen. Beim Verzicht auf chemisch-synthetische PSM ist es wichtig, dass Betriebe das Ertragsniveau soweit als möglich halten und Mindererträge durch höhere Leistungen ausgleichen können. Dies bedingt die Inwertsetzung des PSM-Verzichts durch Label bzw. Qualitätszeichen und eine entsprechende preisliche Differenzierung. Der Schweizer Lebensmittelmarkt und die Wertschätzung qualitativ hochwertiger Lebensmittel bietet dazu gute Rahmenbedingungen. Die Analyse des Weizenanbaus illustriert dies beispielhaft.

7 Literaturverzeichnis

AGRIDEA (2020a). Deckungsbeiträge 2020. AGRIDEA, Lindau.

AGRIDEA (2020b). REFLEX 2020 – Betriebswirtschaftliche Datensammlung. AGRIDEA, Lindau.

AGRIDEA (2023). Deckungsbeiträge 2023. AGRIDEA, Lindau.

Bundesrat (2017). Aktionsplan zur Risikoreduktion und nachhaltigen Anwendung von Pflanzenschutzmitteln – Bericht des Bundesrates. Bundesrat, Bern.

Gazzarin, C., Lips, M. (2018). Methodische Grundlagen für die Berechnung der Maschinenkosten, Agroscope Science Nr. 79. Agroscope, Ettenhausen.

Gazzarin, C. (2020). Maschinenkosten 2021, Agroscope Transfer 408. Agroscope, Ettenhausen.

IP-SUISSE (2023). Anbauempfehlung Ernte 2024, IP-SUISSE Pflanzenbau. Schweizerische Vereinigung integriert produzierender Bauern und Bäuerinnen (IP-SUISSE), Zollikofen.

Swiss granum (2023a). Durchschnittliche Erträge. Schweizerische Branchenorganisation Getreide, Ölsaaten und Eiweisspflanzen (Swiss granum), Bern.

Swiss granum (2023b). Produktionsflächen nach Anbauweise. Schweizerische Branchenorganisation Getreide, Ölsaaten und Eiweisspflanzen (Swiss granum), Bern. Literaturverzeichnis

Anhang

Tabelle A.1: Übersicht der Grund- und spezifischen Massnahmen im Projekt PestiRed nach Massnahmenbereichen und ihr jeweiliger erwarteter Beitrag zur Einsparung von PSM.

Bereich	Nr.	Massn.- Art *	Massnahme	Beitrag zur Zielerreichung **		
				Krank- heiten	Unkräuter	Schädling/ Nützlinge
Massnahmen zur Reduktion initialer Schadorganismen (A)	1	S	Mechanische Stoppelbearbeitung	x	xx	xxx
	2	S	Bodenbearbeitung in reduzierten Bodenbearbeitungssystemen	xxx	xx	
	3	S	Zerkleinerung von Ernterückständen	xxx		xxx
	4	S	Falsche Saatbettbereitung / Unkrautkuren	xxx	xxx	
	5	S	<i>ko-innovativ A</i>			
Vermeidungs- massnahmen (B)	6	G	Feinoptimierung Aussaat a Termin b Dichte (tief) c Abstand (hoch)	xx-xxx	xx-xxx	xx-xxx
	7	G	Sorten - weniger anfällig	xxx		xx
	8	G	Stickstoff - angepasster Einsatz	xx	xx	xx
	9	G	Bekämpfungsschwellen & Prognosesysteme: Anwendung intensivieren	xxx		xxx
	10	S	GPS-gesteuerte Saat (Parallelfahrssysteme)		xx	
	11	S	Optimierter Zwischenfruchtanbau	x	xx	
	12	S	Mischungen Sorten/Arten a mind. 2 Sorten b mind. 2 Arten	xx	x	xx
	13	S	Untersaaten	xxx	xx	xxx
	14	S	Push-pull Techniken Rapsglanzkäfer			xx
	15	S	Habitat-Management: Nützlings-Blühstreifen a 1-jährig in Kultur b 1-jährig am Rand Kultur c mehrjährig am Rand	x-xxx		x-xxx
16	S	<i>ko-innovativ B</i>				
Nicht- chemische Bekämpfung (C)	17	S	Mechanische Unkrautbekämpfung ohne Precision Farming-Technologie		xxx	x
	18	S	Mechanische Unkrautbekämpfung mit Precision Farming-Technologie		xx	
	19	S	Krautvernichtung Kartoffeln nicht-chemisch	xx		

				Beitrag zur Zielerreichung **		
Nicht-chemische Bekämpfung (C)	20	S	Einsatz von Antagonisten, Medizinalpflanzen, thermische Verfahren, pflanzenbasierte Naturstoffe, entomopathogene Pilze	xxx		xxx
	21	S	<i>ko-innovativ C</i>			
Chemische Bekämpfung (D)	22	S	Teilflächenbehandlung chemisch	xxx	xxx	xxx
	23	G	Abdrift-mindernde PSM-Techniken	xx	xx	xx
	24	S	<i>ko-innovativ D</i>			

* Massnahmen-Art: S – spezifische Massnahme; G – Grundmassnahme

** Beitrag zur Zielerreichung "x – gering", "xx – mittel", "xxx – hoch";

Massnahmenbeschreibungen mit konkreten Informationen sind zu finden auf <https://pestired.ch/de/massnahmen/>.

8 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Direktkosten im Vergleich zwischen den innovativen und Kontroll-Parzellen beim Weizenanbau (Erntejahre 2020 und 2021).	13
Abbildung 2: Arbeiterledigungskosten im Vergleich zwischen den innovativen und Kontroll-Parzellen beim Weizenanbau (Erntejahre 2020 und 2021).	14
Abbildung 3: Direkt-, Arbeiterledigungs- und Gesamtkosten im Vergleich zwischen den innovativen und Kontroll-Parzellen beim Weizenanbau, (Erntejahre 2020 und 2021).	14
Abbildung 4: Ertrag, Grundpreis, Prämien sowie resultierender Preis im Vergleich zwischen den innovativen und Kontroll-Parzellen beim Weizenanbau, (Erntejahre 2020 und 2021).	15
Abbildung 5: Kastengrafik der prozentualen Ertragsunterscheide der innovativen Parzellen gegenüber den Kontrollparzellen (0) auf Betriebsebene beim Weizenanbau.	15
Abbildung 6: Haupt-, Neben- und Gesamtleistung im Vergleich zwischen den innovativen und Kontroll-Parzellen beim Weizenanbau, (Erntejahre 2020 und 2021).	16
Abbildung 7: Kosten, Leistungen und DAL im Vergleich zwischen den innovativen und Kontroll-Parzellen beim Weizenanbau, (Erntejahre 2020 und 2021).	17
Abbildung 8: Kastengrafiken (Box-Plots) der prozentualen Unterschiede bei Gesamtleistungen, Gesamtkosten und DAL der innovativen Parzellen gegenüber den Kontrollparzellen beim Weizenanbau, (Erntejahre 2020 und 2021).	17
Abbildung 9: Mittlere Weizenerträge der Parzellen im Projekt PestiRed und schweizweit in den Erntejahren 2020 und 2021.	18
Abbildung 10: Direktkosten im Vergleich zwischen den innovativen und Kontroll-Parzellen beim Rapsanbau (Erntejahre 2020 und 2021).	20
Abbildung 11: Arbeiterledigungskosten im Vergleich zwischen den innovativen und Kontroll-Parzellen beim Rapsanbau (Erntejahre 2020 und 2021).	21
Abbildung 12: Direkt-, Arbeiterledigungs- und Gesamtkosten im Vergleich zwischen den innovativen und Kontroll-Parzellen beim Rapsanbau (Erntejahre 2020 und 2021).	21
Abbildung 13: Ertrag, Grundpreis, Prämien sowie resultierender Preis im Vergleich zwischen den innovativen und Kontroll-Parzellen beim Rapsanbau (Erntejahre 2020 und 2021).	22
Abbildung 14: Kastengrafik der prozentualen Ertragsunterscheide der innovativen Parzellen gegenüber den Kontrollparzellen (0) auf Betriebsebene beim Rapsanbau.	22
Abbildung 15: Hauptleistung, Beiträge und Gesamtleistung im Vergleich zwischen den innovativen und Kontroll-Parzellen beim Rapsanbau (Erntejahre 2020 und 2021).	23
Abbildung 16: Leistungen, Kosten und DAL im Vergleich zwischen den innovativen und Kontroll-Parzellen beim Rapsanbau (Erntejahr 2020 und 2021).	24
Abbildung 17: Kastengrafiken (Box-Plots) der prozentualen Unterschiede beim Ertrag, dem erzielten Preis und der resultierenden Hauptleistung zwischen den Parzellen beim Rapsanbau (Erntejahre 2020 und 2021).	24
Abbildung 18: Mittlere Rapsenerträge der innovativen Parzellen im Projekt PestiRed und schweizweit in den Jahren 2020 und 2021.	25

9 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Anzahl Betriebe pro Jahr und Kultur im PestiRed Projekt, analysierte Betriebe und der Anteil Betriebe im sog. Extenso-Anbau.	9
Tabelle 2: Umsetzungshäufigkeit der spezifischen Massnahmen nach Kulturen und Parzellen (Erntejahre 2020 und 2021 zusammengefasst).	9
Tabelle 3: Kosten-Leistungs-Rechnung der Kultur Weizen (Erntejahre 2020 und 2021).	11
Tabelle 4: Kosten-Leistungs-Rechnung der Kultur Raps (Erntejahre 2020 und 2021).	19