



Schlussbericht Umsetzungsphase 2017-2022

Berner Pflanzenschutzprojekt: Umweltgerechten Pflanzenschutz fördern



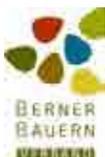
Impressum

Herausgeber

Amt für Landwirtschaft und Natur
des Kantons Bern

in Zusammenarbeit mit

BEBV
Berner Bauern Verband



Redaktion

Michel Gygax, Regula Schwarz, Sandra Ott, Thomas Steiner, alle LANAT-ASP
Michaela Burkhart, Christa Kunz, Dominik Füglistaller, Maria Haller, Fabio Mascher, Hans Ramseier,
Simon Spycher, Philipp Studer, Sabrina Winkelmann, alle HAFL
Claudia Minkowski, Irene Wittmer, AWA
Roy Kasteel, Agroscope

Titelbild

Fachstelle Pflanzenschutz, 2016

Version

Zollikofen, 25. März 2024
Version 11 vom 17. Juni 2024

Inhalt

Zusammenfassung	5
1. Zusammenstellung der erfolgten Arbeiten im letzten Projektjahr (2022)	7
1.1 Durchgeführte Weiterbildung	7
1.2 Umgesetzte Massnahmen im 2022	7
2. Tabellarische Übersicht zum Stand der Umsetzung und zur Zielerreichung	8
2.1 Anzahl teilnehmende Betriebe pro technische, organisatorische oder strukturelle Neuerung und Jahr sowie insgesamt	8
2.2 Zielerreichung bei den Massnahmen 2-11 im Jahr 2022	9
2.3 Kosten pro Massnahme und Jahr	13
3. Beurteilung des Standes der Umsetzung und der Zielerreichung in Bezug auf die Planung gemäss den Gesuchsunterlagen, sowie Beurteilung, ob eine Massnahme nach Projektende selbsttragend sein wird.....	13
3.1 Beurteilung des Standes der Umsetzung und der Zielerreichung in Bezug auf die Planung gemäss den Gesuchsunterlagen	14
3.2 Beurteilung, ob eine Massnahme nach Projektende selbsttragend sein wird	18
4. Umgesetzte Massnahmen im Bereich der Beratung und der Kommunikation.....	19
4.1 Vorinformation für Landwirtinnen und Landwirte	19
4.2 Schulungen für Erhebungsstellenleitende und Kontrollorganisationen	20
4.3 Informationsanlässe im Rahmen der allgemeinen Weiterbildung	20
4.4 Informationsanlässe für die Monitoring-Landwirte	20
4.4.1 Vorarbeiten und Organisation des Gewässer-Monitorings	20
4.4.2 Informationsveranstaltungen sowie Weiterbildungen für die Monitoring-Landwirte	21
5. Umgesetzte Massnahmen im Bereich der Kommunikation an die Öffentlichkeit.....	21
6. Ergebnis der Umsetzungskontrolle im letzten Projektjahr 2022	21
7. Resultate des Wirkungsmonitorings und der wissenschaftlichen Begleitung.....	23
7.1 Einleitung	23
7.1.1 Hintergrund und Einbettung ins Ressourcenprojekt	23
7.1.2 Ziele	23
7.1.3 Organisation der wissenschaftlichen Begleitung	24
7.2 Methodik.....	24
7.2.1 Umsetzung von Massnahmen	24
7.2.2 Messungen in Gewässern (Gewässer-Monitoring) und Kläranlagenausläufen (ARA-Monitoring)	24
7.2.3 Auswirkungen auf die Produktion	30
7.2.4 Prozessverständnis und Rückschlüsse auf die Wirksamkeit von Massnahmen	30
7.3 Resultate	33
7.3.1 Umsetzung von Massnahmen	33

7.3.2	Reduktion der Gewässereinträge	34
7.3.3	Auswirkungen auf die Produktion	41
7.3.4	Prozessverständnis und Rückschlüsse auf die Wirksamkeit von Massnahmen	47
7.4	Erkenntnisse und Ausblick wissenschaftliche Begleitung	51
8.	Kosten und Beiträge	53
9.	Fazit über das ganze Projekt	54
9.1	Was wurde erreicht und welche sind die Schlüsselfaktoren zur Zielerreichung?	54
9.1.1	Hohe Projektbeteiligung: Eine entscheidende Voraussetzung für die Zielerreichung	54
9.1.2	Breite Information und Kommunikation an die Projektteilnehmenden vor und während des Projektes	55
9.1.3	Enge Zusammenarbeit mit den Projektteilnehmenden in den zwei Piloteinzugsgebieten	55
9.1.4	Praxistaugliche Massnahmen mit Sofortwirkung	55
9.1.5	Massnahmen, die an den lokalen Schaderregerdruck angepasst und umgesetzt werden konnten	55
9.1.6	Reduziertes finanzielle Risiko durch die an die Massnahme angepasste Entschädigung	56
9.2	Projektführung	56
9.2.1	Zusammenarbeit in der Trägerschaft	56
9.2.2	Digitale Erfassung der Betriebe und der Massnahmen	56
9.3	Beurteilung der Nachhaltigkeit der umgesetzten technischen, organisatorischen und strukturellen Neuerungen	56
9.3.1	Investitionsmassnahmen	57
9.3.2	Jährlich wiederkehrende Massnahmen	57
9.4	Schlussfolgerungen und Perspektiven	57
10.	Literaturverzeichnis	60
	Abkürzungen	62
Anhänge 64		
	Anhang 1: Chronologie 1.1.2022 bis 31.12.2022	64
	Anhang 2: Liste der Veranstaltungen, die im Rahmen der Weiterbildung durchgeführt wurden. Anmerkung: ÖLN und PS-Kurse sind Weiterbildungsveranstaltungen, die in der Regel im Rahmen der üblichen Weiterbildung durchgeführt wurden.	65
	Anhang 3: Liste der Waschplatz-Anlässe:	67
	Anhang 4: Liste der Informationsanlässe für die Monitoring-Landwirte	68
	Anhang 5: Liste der Medienanlässe (rot) und Medienmitteilungen (blau), sowie von Informationsveranstaltungen für diverse Institutionen, die während des Projektdauer durchgeführt wurden.	69
	Anhang 6: Berechnung der eingesparten Fungizid- und Insektizidwirkstoffe	71

Zusammenfassung

Am 1. Januar 2017 wurde das Berner Pflanzenschutzprojekt (BPP) gestartet. Das Ressourcenprojekt nach Art. 77a und 77b Landwirtschaftsgesetz (SR 910.1) dauert von 2017 bis 2024 (bzw. bis Ende Juli 2025 mit allen Abschlussarbeiten). In den Jahren 2017 bis 2022 wurden gezielte Fördermassnahmen auf landwirtschaftlichen Betrieben umgesetzt. In den darauffolgenden zwei Jahren werden das Gewässer-Monitoring in den ausgewählten Oberflächengewässern und die wissenschaftliche Begleitung fortgesetzt, um den Erfolg des Projekts im Hinblick auf seine Nachhaltigkeit zu überprüfen.

Das BPP wurde als Anreizsystem konzipiert, um die Umweltrisiken durch Pflanzenschutzmittel (PSM) - insbesondere für Oberflächengewässer - mit praxistauglichen Massnahmen zu reduzieren, ohne das Produktionspotenzial negativ zu beeinflussen. Dies sollte durch die Umsetzung von zehn verschiedenen Massnahmen erreicht werden, für die Beiträge ausbezahlt wurden. Die meisten Massnahmen standen auch Bio-Betrieben und auf die biologische Bewirtschaftung umstellenden Betrieben offen.

Das Projekt traf den Nerv der Zeit: Bereits beim Projekt-Start wurde das Thema Pflanzenschutzmittel (und Biozide) in der Öffentlichkeit breit und kritisch diskutiert. Deshalb wurde das Projekt auch von Anfang an von der Politik und den Medien eng begleitet, was für die Projektleitung und alle Betroffenen eine erhebliche Herausforderung darstellte.

Gesamthaft beteiligten sich im letzten Projektjahr 3'558 Betriebe am BPP. Dies entspricht rund 64 Prozent der Acker-, Gemüse-, Obst- und Rebbau-Betriebe des Kantons. Von den teilnehmenden Betrieben wurden 254 Betriebe biologisch bewirtschaftet (gesamtbetrieblich oder teilweise) oder sie stellten ihre Betriebe auf die biologische Bewirtschaftung um. Die Gesamtkosten des BPP beliefen sich bis Ende 2022 auf CHF 61'766'007. Davon übernahm der Bund CHF 49'337'500. Die restlichen CHF 12'428'729 wurden vom Kanton Bern und der Berner Landwirtschaft getragen. Noch nicht berücksichtigt sind die Kosten für die Abschlussarbeiten in den Jahren 2023-2025.

Während der sechsjährigen Umsetzungsphase nahm die Beteiligung am Projekt bzw. an den Massnahmen ständig zu. Dank der Projektadministration über die Internetplattform «Gesamtlösung EDV Landwirtschaft» (GELAN) konnte das Projekt zielführend und schlank geführt werden. Die Umsetzung im Bereich Beratung und Information wurde durch die Corona-Pandemie erschwert, so dass in den Jahren 2021 und 2022 geplante Weiterbildungsanlässe abgesagt werden mussten.

Die Umsetzung der anspruchsvollen wissenschaftlichen Begleitung ist mit einer gewissen Verzögerung gut angelaufen. Am Gewässer-Monitoring in zwei ausgewählten Piloteinzugsgebieten, welches einen wesentlichen Bestandteil der wissenschaftlichen Begleitung ist, beteiligen sich mit einer Ausnahme alle Betriebe am Projekt. Projektbegleitend wurden an der BFH-HAFL und auf Landwirtschaftsbetrieben agronomische Versuche durchgeführt. Im Gewässer-Monitoring werden die allermeisten im Gebiet eingesetzten Pflanzenschutzmittel-Wirkstoffe mit hoher zeitlicher Auflösung und Abdeckung gemessen. Untersucht wurden zwei Einzugsgebiete sowie der Ablauf von drei Kläranlagen (ARA). Die bisher wichtigsten Ergebnisse, bezogen auf die Projektziele (LANAT und BEBV 2015) und unterteilt in den Kategorien Gewässer-Monitoring, Verzicht-Massnahmen sowie agronomische Ziele, lassen sich folgendermassen zusammenfassen:

Gewässer-Monitoring und PSM-Einträge:

- Dank dem Bau von Waschplätzen konnten die Punkteinträge, gemessen als PSM-Frachten aus den untersuchten ARA, um 65 bis 79 % reduziert werden (Abbildung 6). Somit wurde das Projektziel einer Reduktion der Punkteinträge von 30 % deutlich übertroffen.

- Die Gewässerbelastungen, gemessen an den gesetzlichen Anforderungen nach der Gewässer-schutzverordnung (GSchV), welche als Projektziele definiert wurden, sank in den zwei untersuch-ten Piloteinzugsgebieten um rund 40 bzw. um 80 % (Abbildung 5). Somit konnte auch das Pro-jektziel einer 20% Reduktion der Anzahl Überschreitungen der gesetzlichen Anforderungen in diesen Gebieten erreicht werden.

Die Gewässerbelastung konnte zwar hinsichtlich der GSchV und zum Teil auch bezüglich der Risiken für Gewässerorganismen deutlich reduziert werden. Werden jedoch alle Wirkstoffe einheitlich anhand von stoffspezifischen chronischen Qualitätskriterien (CQK) beurteilt, zeigt sich, dass die Anzahl CQK-Über-schreitungen immer noch recht hoch ist (Abbildung 5) und die Gewässerorganismen nach wie vor einem Risiko ausgesetzt sind. Es ist aber auch erkennbar, dass die Phasen mit starken Überschreitungen in beiden Bächen seltener geworden sind und somit die Höhe der Belastungen insgesamt abgenommen hat (Abbildung 4). Wie der positive Trend noch verstärkt werden könnte, um die CQK-Überschreitungen sukzessive weiter zu reduzieren, ist Gegenstand des wissenschaftlichen Schlussberichts.

Verzicht-Massnahmen und agronomische Ziele:

- Auf 7.4 zusätzliche Prozentpunkte offene Ackerfläche wurden keine Herbizide eingesetzt. Das definierte Ziel von 10 zusätzlichen Prozentpunkten wurde jedoch nicht erreicht. Gründe dafür sind im Kapitel 3.1 dargestellt.
- Auf 4'072 ha wurde der Einsatz von Fungiziden und Insektiziden reduziert. Angestrebt wurden 7'645 ha. Dieses Ziel wurde somit bezogen auf den Flächenanteil nicht erreicht. Mengenmässig konnten jedoch geschätzte 1'770 kg Fungizid- und 22 kg Insektizid-Wirkstoffe jährlich eingespart werden, was einer 32- bzw. 20- prozentigen Reduktion des Fungizid- bzw. Insektizid-Einsatzes im Ackerbau entspricht.
- Dank der sehr hohen Ausbringungsquote (62% der Maisflächen) von Trichogramma-Schlupfwes-pen konnte der Maiszünslerbefall auf 3 bis 7 % befallene Pflanzen gehalten werden, was deutlich unter der Bekämpfungsschwelle von 10 bis 30 % (je nach Verwendungszweck des Mais) liegt.
- Schlussendlich wurde das Produktionspotenzial durch die Umsetzung der Massnahmen nicht we-sentlich beeinträchtigt (Abbildungen 12 und 13).

Somit konnten die Projektziele bezüglich Gewässerbelastungen und Produktionspotenzial sowie Teile der agronomischen Ziele, wie sie im Projektgesuch von 2015 (LANAT und BEBV 2015) formuliert wur-den, insgesamt erreicht werden.

Das BPP hat aufgezeigt, dass die Umweltrisiken durch PSM-Wirkstoffe für Oberflächengewässer mit ei-ner Kombination von praxistauglichen Massnahmen in sechs Jahren reduziert werden konnten. Damit die Massnahmen seitens der landwirtschaftlichen Praxis akzeptiert und umgesetzt werden, mussten be-stimmte Voraussetzungen erfüllt werden: Beispielsweise mussten die Risiken (v.a. Ertragsausfälle) kal-kulierbar sein, indem die Mehrkosten oder der Zusatzaufwand der Massnahmen nachvollziehbar berech-net werden konnten, oder es mussten aus vorgelagerten Branchen entsprechende Produkte (z.B. biolo-gische Bekämpfungsmöglichkeiten) angeboten werden. Eine weitere Reduktion der PSM-Risiken be-dingte ein vertieftes Verständnis der lokalen Gegebenheiten der Einzugsgebiete (wie z.B. Topographie, Gewässeranschlüsse, Kurzschlüsse), damit spezifische und zielgerichtete Massnahmen vorgeschlagen werden konnten.

Der genaue Beitrag der umgesetzten Massnahmen zur Reduktion der Gewässerbelastungen und zur Zielerreichung ist noch Gegenstand von Untersuchungen im Rahmen der wissenschaftlichen Begleitung. Die endgültige Beurteilung der Wirkung der Massnahmen ist somit erst mit dem Abschluss der wissen-schaftlichen Begleitung in 2025 zu erwarten. Erste Hinweise zeigen jedoch, dass dank der Sanierung von Waschplätzen, der Einrichtung von 3 m breiten Querstreifen am Feldrand (Pufferstreifen) entlang von Wegen und Strassen und des Verzichts von Wirkstoffen, die Zielvorgaben erreicht werden konnten.

1. Zusammenstellung der erfolgten Arbeiten im letzten Projektjahr (2022)

1.1 Durchgeführte Weiterbildung

Im letzten Projektjahr wurden verschiedene Weiterbildungsanlässe durchgeführt. An diesen Weiterbildungen stand das BPP stets im Mittelpunkt des Interesses: Die wichtigsten Erkenntnisse und Lehren aus dem Projekt wurden zahlreichen Personen, vor allem aus der Landwirtschaft (Landwirtinnen und Landwirte sowie Beraterinnen und Berater), vorgestellt. Die durchgeführten Weiterbildungsanlässe erreichten etwa 500 bis 600 Fachinteressierte. Mit Ausnahme der Innovationsplattform der Agroline wurden diese Anlässe von der Fachstelle Pflanzenschutz zusammen mit dem INFORAMA organisiert.

An drei sogenannten ÖLN- und Pflanzenschutzkursen (Anhang 2) wurden agronomische Erkenntnisse aus dem BPP ca. 150 teilnehmenden Landwirtinnen und Landwirten präsentiert und kommentiert.

Am 20. Mai 2022 fand eine Pflanzenschutztagung zum Thema «*Informationen zu agrarpolitischen Massnahmen*» statt. Auslöser für die Tagung war die ab 1. Januar 2023 geplante Einführung der neuen ÖLN-Bestimmungen im Bereich Pflanzenschutz. Diese neuen Bestimmungen dienen der Umsetzung des ersten Teils der parlamentarischen Initiative 19.475 «Das Risiko beim Einsatz von Pestiziden reduzieren».

An der Innovationsplattform der Agroline vom 29. Juni 2022, organisiert durch den Agroline-Beratungsdienst der Fenaco, wurden Massnahmen zur Drift- und Abschwemmungsreduktion, sowie Erkenntnisse aus dem BPP erläutert. Diese Feldveranstaltung wurde von etwa 300 - 350 Personen besucht.

1.2 Umgesetzte Massnahmen im 2022

Einen Überblick der im letzten Projektjahr umgesetzten Massnahmen gibt Tabelle 1 wieder.

In diesem sechsten und letzten Projektjahr (2022) beteiligten sich insgesamt 3'558 Betriebe an den verschiedenen Massnahmen, mit insgesamt 10'008 angemeldeten Massnahmen (Tabelle 2). Die Beiträge für die Massnahmen beliefen sich im sechsten Jahr auf rund CHF 17.5 Mio. Durch die hohe Zunahme der Spritzenfüll- und Waschplätze im letzten Projektjahr – zahlreiche Betriebe wollten oder mussten auf Grund der neuen ÖLN-Anforderungen ihren Waschplatz noch vor Ende 2022 fertigstellen – mussten die Beiträge der Massnahmen 3 bis 11 um linear 9.5 % reduziert werden. Die Investitionsmassnahme «Spritzenfüll- und Waschplatz» war gemäss Vereinbarung mit den Projektteilnehmenden von der Reduktion nicht betroffen. Die vom Kanton bewilligten und budgetierten Mittel stimmten gut mit den Vorgaben gemäss Grossratsbeschluss vom 2. Juni 2016 überein.

Tabelle 1: Überblick über die einzelnen Massnahmen 2022 (Auswertung GELAN, Stand Januar 2023)

Nr.	Massnahmen (Zahlen gerundet)	Anzahl Betriebe	Anzahl Hekta- ren	Anzahl Kilo- meter	Auszah- lung in Franken *
	Investitionsmassnahme				
2	Spritzenfüll- und Waschplatz	254			10'010'000
	Jährliche Massnahmen				
3	Querstreifen am Feldrand	1'529		1'398	2'530'400
4	Begrünung der Fahrspuren	146		165	149'300
5	Herbizid-Verzicht	519		1'534	554'700
6.1	Totalherbizid-Verzicht (Glyphosat-Verzicht) Frühjahreskulturen	2'221	9'244		1'673'200
6.2	Totalherbizid-Verzicht (Glyphosat-Verzicht) Herbstkulturen	1'737	6'885		623'100
7	Reduzierter Fungizid- und Insektizideinsatz	852	4'072		737'000
	Massnahmen mit Verpflichtung während gesamter Projektdauer				
8	Trichogramma-Einsatz	2177	6'692		908'400
9a	Seitliches Einnetzen Beeren	33	11		10'000
9b	Seitliches Einnetzen Obst	61	86		77'800
9c	Seitliches Einnetzen Reben	35	42		38'000
10	Verwirrungstechnik	108	343		154'800
11	Verzicht auf Herbizide im Rebbau	42	147		199'600

* Auszahlungen der Massnahmen 3-11 wurden aus Budgetgründen um 9.5% gekürzt.

2. Tabellarische Übersicht zum Stand der Umsetzung und zur Zielerreichung

2.1 Anzahl teilnehmende Betriebe pro technische, organisatorische oder strukturelle Neuerung und Jahr sowie insgesamt

Die teilnehmenden Betriebe hatten in den sechs Jahren rund 48'800 Massnahmen angemeldet und umgesetzt (Tabelle 2). Die Massnahmen 2 bis 4 und 8 bis 10 standen auch den biologisch bewirtschafteten Betrieben zur Verfügung. Umstellungsbetriebe (Umstellung von konventionell auf Bio) konnten auch die Massnahmen 5 und 11 anmelden. Die Anzahl der teilnehmenden Betriebe und die Anzahl der angemeldeten Massnahmen stieg von Jahr zu Jahr kontinuierlich an. Ein leichter Rückgang bei der Massnahme 6.1 «Totalherbizid-Verzicht in Frühjahreskulturen» ist vermutlich auf Einschränkungen beim Totalherbizid-Einsatz auf gepflügten Parzellen zurückzuführen: Um das Erosionsrisiko zu minimieren beschloss der Steuerungsausschuss am 17. September 2019 den Pflug-Einsatz bei der Massnahme 6 auszuschliessen; diese Änderung galt ab dem 4. Projektjahr.

2.2 Zielerreichung bei den Massnahmen 2-11 im Jahr 2022

Es sind grundsätzlich zwei Kategorien von Zielen zu unterscheiden:

- Oberziele (übergeordnete Ziele)
- Planungsziele

Oberziele oder übergeordnete Ziele sind Wirkungsziele, die im Projektgesuch von 2015 (LANAT und BEBV 2015) definiert wurden. Diese Ziele zeigen, welche Umweltwirkung oder welche Reduktionsziele mit der Umsetzung des BPP zu erwarten sind. Planungsziele zeigen hingegen, wie die erwarteten Oberziele zu erreichen sind, d.h. sie zeigen den Weg, wie die Nachhaltigkeit im Bereich Pflanzenschutz verbessert werden kann. Beide Zielarten sind gekoppelt: Werden die Massnahmen wie geplant akzeptiert und umgesetzt, dann ist davon auszugehen, dass auch die Oberziele erreicht werden.

Beim Projektgesuch von 2015 stand die Ermittlung der Planungsziele im Vordergrund, d.h. die erwartete Beteiligung an den verschiedenen Massnahmen musste zuerst geschätzt werden. Da keine Erfahrungswerte bekannt waren, basierten die entsprechenden Schätzungen auf Fachwissen des Projektteams, auf Annahmen bezüglich Akzeptanz der entsprechenden Massnahme sowie auf Gesprächen mit Fachpersonen. Am Beispiel der Massnahme 6.1 (Totalherbizid-Verzicht Frühjahreskulturen) wurde die erwartete Beteiligung wie folgt berechnet:

- Anzahl ha Frühjahreskulturen im Kanton BE: 18'713 ha (Stand 2015)
- Eine 60-prozentige Beteiligung wurde am Projektende geschätzt: 11'228 ha

Die in Tabelle 3 aufgeführte Prozent-Zielerreichung stellt demzufolge das Verhältnis zwischen effektiver und vom Projektteam geschätzter Beteiligung dar. Für die Massnahme 6.1: $(9'244 \text{ ha} / 11'228 \text{ ha}) \times 100 = 82 \%$.

In einer zweiten Phase wurden die Oberziele definiert. Gestützt auf Expertenwissen (intern wie auch extern) wurde die Umwelt- und Reduktionswirkung der berechneten Planungsziele geschätzt.

Die in Tabelle 3 und 4 aufgeführte Zielerreichung werden im Kapitel 3 kommentiert und beurteilt.

Tabelle 2: Anzahl **teilnehmende Betriebe** an den einzelnen Massnahmen von 2017 bis 2022 und insgesamt (gemäss GELAN-Auswertungen der entsprechenden Jahresabschlüsse)

Massnahmen	2017	2018	2019	2020	2021	2022	Insgesamt
Anzahl teilnehmende Betriebe	2'646	3'104	3'220	3'429	3'512	3'558	
Anzahl Massnahmen	4'956	7'653	8'085	8'992	9'088	10'088	48'782
Anzahl Massnahmen/ Betrieb im Ø	1.87	2.47	2.51	2.62	2.59	2.84	
2 Anzahl Füll- und Waschplätze ausbezahlt	8	20	30	76	91	254	479
3 Querstreifen am Feldrand *	625	840	1010	1250	1400	1529	6654
4 Begrünung der Fahrspuren	99	113	130	130	130	146	748
5 Herbizid-Verzicht	225	282	340	440	450	519	2256
6.1 Totalherbizid-Verzicht Frühjahreskulturen	1890	2203	2220	2380	2280	2221	13194
6.2 Totalherbizid-Verzicht Herbstkulturen (erst ab 2018 möglich)	--	1563	1540	1630	1630	1737	8100
7 Reduzierter Fungizid- und Insektizideinsatz	489	669	730	810	820	852	4370
8 Trichogramma-Einsatz	1325	1642	1780	2020	2040	2177	10984
9a Seitliches Einnetzen Beeren	21	29	25	31	31	33	170
9b Seitliches Einnetzen Obst	53	58	55	58	56	61	341
9c Seitliches Einnetzen Reben	16	21	25	29	31	35	157
10 Verwirrungstechnik	83	97	95	100	95	108	578
11 Verzicht auf Herbizide im Rebbau	33	37	40	40	37	42	229

* Beitrag wurde 2018 von CHF 1 auf CHF 2 pro Laufmeter erhöht

Tabelle 3: Geschätzte Beteiligung gemäss Projektgesuch vom 2015 und effektive Beteiligung bei Projekt-Ende (GELAN-Erhebung von Januar 2023), sowie die Ziel-Erreichung in % (Planungsziele)

Massnahmen (Zahlen gerundet)	Geschätzte Beteiligung bei Projekt- Ende	Effektive Beteiligung bei Projekt- Ende	Zielerrei- chung in % (gerundet)
Investitionsmassnahme			
2 Spritzenfüll- und Waschplatz (Anzahl)	318	474	150
Jährliche Massnahmen			
3 Querstreifen am Feldrand (km)	2'380	1'398	59
4 Begrünung der Fahrspuren (km)	255	165	65
5 Herbizid-Verzicht (ha)*	3'816	1'534 (mit REB 2'813)	40 (74% mit REB)
6.1 Totalherbizid-Verzicht (Glyphosat-Verzicht) Frühjahr- reskulturen (ha)	11'228	9'244	82
6.2 Totalherbizid-Verzicht (Glyphosat-Verzicht) Herbstkultu- ren (ha)	6'534	6'885	105
7 Reduzierter Fungizid- und Insektizideinsatz (ha)	7'645	4'072 (+ 1'050 zu- sätzliche Extenso- Flächen)	53 (67% mit zusätzlichen Extenso-Flä- chen)
Massnahmen mit Verpflichtung während gesamter Pro- jekt-dauer			
8 Trichogramma-Einsatz (ha)	2'800	6'692	239
9a Seitliches Einnetzen Reben / Beeren (ha)	89	53	60
9b Seitliches Einnetzen Obst (ha)	38	86	226
10 Verwirrungstechnik (ha)	240	343	143
11 Verzicht auf Herbizide im Rebbau (ha)	60	147	245

* im 2019 wurden über die Direktzahlungsverordnung (Bundesprogramm) Beiträge für die Reduktion von Herbiziden auf der offenen Ackerfläche (sogenannte REB-Massnahmen) eingeführt

Tabelle 4: Definierte Oberziele gemäss Projektgesuch von 2015 und Zielerreichung bei Projekt-Ende (2022)

Massnahmenbereich	Oberziele	Zielerreichung
Investitionen (Spritzenfüll- und Waschplatz)	30% Reduktion der Gesamtfracht von PSM im Auslauf von ARAs	Total wurden 474 Spritzenfüll- und Waschplatz realisiert. Gemäss ARA-Monitoring konnten die PSM-Frachten um 65 bis 79 % reduziert werden.
Abschwemmungs-Reduktion (Querstreifen am Feldrand; Begrünung der Fahrspuren)	20% Reduktion der Anzahl Überschreitungen der numerischen Anforderung an die Wasserqualität für PSM in den Gewässern	Die Anzahl Überschreitungen der numerischen Anforderung an die Wasserqualität für PSM konnten gemäss Monitoring in den zwei Piloteinzugsgebieten um deutlich > 20 % reduziert werden. Der Beitrag der einzelnen Massnahmen muss noch mittels Modellrechnungen untersucht und abgeschätzt werden.
Herbizidverzicht	Auf zusätzliche 10% der OAF werden keine Herbizide (Total- oder Selektivherbizide) eingesetzt	Im Rahmen des BPP wurde auf 1'534 ha auf Herbizide verzichtet, d.h. auf 4 % zusätzliche OAF. Werden die REB-Flächen berücksichtigt wurden insgesamt 7.4 % zusätzliche OAF ohne Herbizid bewirtschaftet. Das Ziel von 10 % wurde somit knapp erreicht.
Reduktion der Fungizid- und Insektizideinsätze	Auf 30% der Getreide- / Rapsfelder werden die Fungizid- und Insektizidmengen um 20% reduziert	Auf 4'072 ha wurde der Einsatz von Fungiziden und Insektiziden reduziert. Angestrebt wurden 7'645 ha. Die Zielerreichung liegt somit bei 53 % Flächenanteil. Werden die zusätzlichen Extenso-Flächen berücksichtigt (+ 1'050 ha) liegt die Zielerreichung bei 67 %. Mengenmässig konnten mit dem BPP geschätzte 1'770 kg Fungizid-Wirkstoffe und 22 kg Insektizid-Wirkstoffe eingespart werden. Bezogen auf die Zielerreichung entspricht dies einer 32- bzw. 20- prozentigen Reduktion des Fungizid- bzw. Insektizid-Einsatzes.
Nützlinge aussetzen (Trichogramma im Mais)	In Regionen mit hohem Maiszünsler-Befall: flächendeckende Ausbringung von Trichogramma-Schlupfwespen	Ende des Projektes wurden 62% der Maisflächen mit Trichogramma behandelt. Dank dieser hohen Ausbringungsquote konnte der Maiszünslerbefall auf sehr tiefem Niveau (3 bis 7 %) gehalten werden und somit Insektizid-Behandlung verhindert werden.
Einnetzung (Obst und Reben)	50% der Reben sowie 25% der Obstanlagen werden eingenetzt	Die angestrebte Einnetzung wurde deutlich erreicht. Dank der Einnetzung konnten zusätzliche Insektizid-Einsätze verhindert werden.

2.3 Kosten pro Massnahme und Jahr

Über die Projektjahre stieg die Beteiligung an den Massnahmen kontinuierlich. Dies zeigt sich an den Kosten und an den ausbezahlten Beiträgen pro Massnahme und Jahr (Tabelle 5).

Tabelle 5: Kosten in CHF pro Massnahme und Jahr, brutto

Berner Pflanzenschutzprojekt, Beiträge 2017-2022						
Jahr	2017	2018	2019	2020	2021	2022
	Beiträge	Beiträge	Beiträge	Beiträge	Beiträge	Beiträge
Nr. Massnahmen						Reduktion um 9.5%
2 Anzahl Füll- und Waschplätze	157'426	399'000	810'500	1'896'000.00	2'345'700.00	10'010'000.00
3 Querstreifen am Feldrand (km *)	241'400	840'000	1'320'000	2'016'000.00	2'500'000.00	2'530'400.00
4 Begrünung der Fahrspuren (km)	109'500	130'000	140'000	138'000.00	158'000.00	149'300.00
5 Herbizid-Verzicht (ha)	273'200	305'000	436'000	500'800.00	560'000.00	554'700.00
6a Totalherbizid-Verzicht Frühjahrskulturen (ha)	1'914'000	2'143'000	2'226'000	2'004'600.00	1'960'000.00	1'673'200.00
6b Totalherbizid-Verzicht Herbstkulturen (ha)		550'000	623'000	638'700.00	646'000.00	623'100.00
7 Reduzierter Fungizid- und Insektizideinsatz (ha)	360'600	548'000	668'000	765'600.00	796'000.00	737'000.00
8 Trichogramma-Einsatz (ha)	679'500	792'000	867'000	975'300.00	1'000'500.00	908'400.00
9a Seitliches Einnetzen Beeren (ha)	7'000	13'000	10'000	10'000.00	11'000.00	10'000.00
9b Seitliches Einnetzen Obst (ha)	70'400	77'000	80'000	86'000.00	87'000.00	77'800.00
9c Seitliches Einnetzen Reben (ha)	17'000	30'000	30'000	36'000.00	39'000.00	38'000.00
10 Verwirrungstechnik	138'200	153'000	162'000	166'000.00	171'500.00	154'800.00
11 Verzicht auf Herbizide im Rebbau	152'800	179'000	192'000	198'000.00	192'000.00	199'600.00
Auszahlung TOTAL	4'121'026	6'159'000	7'564'500	9'431'000.00	10'466'700.00	17'666'300.00
*) Erhöhung des Beitrages von CHF 1 auf CHF 2 ab 2018						
Bei den Beiträgen Kürzungen durch Kontrollen nicht berücksichtigt, Beiträge Brutto						

Anmerkung: Pro Jahr wurden total ca. CHF 80'000 bis 100'000 weniger Beiträge ausbezahlt, dies infolge Nichteinhalten von Vertragsbedingungen (siehe Kapitel 6). In den Jahresabrechnungen erscheinen die Nettoszahungen, Kapitel 8, Tabelle 13.

3. Beurteilung des Standes der Umsetzung und der Zielerreichung in Bezug auf die Planung gemäss den Gesuchsunterlagen, sowie Beurteilung, ob eine Massnahme nach Projektende selbsttragend sein wird

Das BPP wurde so konzipiert, dass Punkteinträge wie auch diffuse Einträge von PSM-Wirkstoffen mit einem «Paket» von Massnahmen reduziert werden können. Der Anteil der Punktquellen an den Gesamteinträgen wurde in einer Analyse von Agroscope als 40 % angegeben (Korkaric et al. 2022), wobei der Wert je nach Quelle zwischen 20 und 60 % liegt. Bei den diffusen Einträgen (Drift, Abschwemmung, Drainage, Kurzschlüsse, usw.) sind die Literatur-Angaben weniger deutlich, da die Ursachen von diffusen Einträgen komplex und vielsichtig sind. Demzufolge war die Philosophie des Projektes, ein Bündel von verschiedenen Massnahmen umzusetzen, um eine nachhaltige Wirkung auf den Gewässerschutz zu erreichen. Grundsätzlich kann jede der gewählten Massnahmen einen Beitrag zur PSM-Reduktion leisten, sei es über eine direkte oder eine indirekte Wirkung. Dabei ist die Sensibilisierung der Landwirtinnen und Landwirte für die Problematik ein entscheidender Faktor für den Erfolg.

Im Projekt wurden Massnahmen mit verschiedenen planerischen, technischen und agronomischen Umsetzungsanforderungen sowie mit unterschiedlichen Risiken eines Ertragsverlusts vorgeschlagen. Einerseits bedingt der Verzicht auf Herbizide eine gewisse Planung. Günstige meteorologische Bedingungen bei der Durchführung der Massnahme sind notwendig, und es ist mit einem Risiko von grösseren Ertragseinbussen zu rechnen. Andererseits sind Massnahmen, wie z.B. der Trichogramma-Einsatz, mit geringeren Umsetzungs- und Ertragsrisiken verbunden. Da die teilnehmenden Betriebe frei waren, die für

ihren Betrieb geeigneten Massnahmen zu wählen, stellte die Abschätzung der Beteiligung an einer Massnahme eine besondere Herausforderung dar. Basierend auf Fachwissen des Projektteams und Annahmen zur Akzeptanz der entsprechenden Massnahme wurde die Beteiligung bestmöglich geschätzt.

Wie oben beschrieben (Kapitel 2.2) muss zwischen Oberzielen und Planungszielen unterschieden werden. Die Beurteilung der Oberziele ist grundsätzlich Bestandteil der wissenschaftlichen Begleitung, die Mitte 2025 abgeschlossen wird. Eine erste Einschätzung zu dieser Zielerreichung ist im Kapitel 7 beschrieben. In der Folge werden die Planungsziele beurteilt und kommentiert, d.h. ob die erwartete Beteiligung an den verschiedenen Massnahmen erreicht werden konnte. Wenn dies nicht der Fall war, wurde versucht, die Gründe zu erfahren.

3.1 Beurteilung des Standes der Umsetzung und der Zielerreichung in Bezug auf die Planung gemäss den Gesuchsunterlagen

Bei gewissen Massnahmen war die Beteiligung deutlich höher als erwartet, bei anderen tiefer als ursprünglich geschätzt (Tabelle 3). Aus technischer oder agronomischer Sicht ist dies keine Überraschung: Massnahmen, welche eher praxiserprobt oder mit relativ wenig Risiken oder Aufwand in der Umsetzung verbunden sind (z.B. Trichogramma-Einsatz oder Verwirrungstechnik) wiesen eine sehr gute Beteiligung auf. Bei Massnahmen, die mit ungewissem Ausgang, v.a. bei den Erträgen, oder mit erheblichem Mehraufwand (wie z.B. Querstreifen am Feldrand oder Verzichtmassnahmen) verbunden sind, lag die Zielerreichung im Vergleich zur Planung tiefer. Im folgenden Abschnitt wird die Zielerreichung bei den einzelnen Massnahmen kommentiert und beurteilt.

Spritzenfüll- und Waschplatz

Zur Zeit der Erarbeitung des Projektgesuches (von Ende 2014 bis Juli 2015) war die Problematik der Punkteinträge fachlich und wissenschaftlich bekannt, jedoch in der landwirtschaftlichen Praxis noch nicht breit angekommen. Dies führte dazu, dass es schwierig war abzuschätzen, wie die Betriebe auf dieses Massnahme-Angebot reagieren würden und wie hoch die Teilnahme sein könnte. Das Projektteam kam jedoch zum Schluss, dass realistischer Weise mit ca. 320 Spritzenfüll- und Waschplätzen zu rechnen war. Im Rahmen des BPP wurden schlussendlich 474 Waschplatzprojekte realisiert, d.h. etwa 50 % mehr als geschätzt. Wie aus der Tabelle 6 ersichtlich ist, wurden in den ersten zwei Projektjahren relativ wenige Gesuche eingereicht. Ab dem dritten Projektjahr und insbesondere im vierten und fünften Projektjahr nahm die Anzahl der Gesuche deutlich zu. Diese Zunahme hat aus Sicht der Projektleitung v.a. zwei Gründe, die mit Sensibilisierung zu tun haben. Erstens zeigten die Ergebnisse des ARA-Monitorings eine deutliche Reduktion der PSM-Frachten (ab dem 4. Projektjahr und dank dem Bau von Spritzenfüll- und Waschplätzen; Abbildung 6). Diese vielversprechenden Ergebnisse führten dazu, dass das Thema «Waschplätze» in der Weiterbildung verstärkt behandelt wurde (Anhang 3), um die Beteiligung an dieser Massnahme zu fördern. Zweitens wurde ab 2020 bekannt, dass die Konformität der Waschplätze ab 2022 Bestandteil der ÖLN-Anforderungen werden. Diese zwei Gründe führten dazu, dass die Landwirtschaft vermehrt auf die Punktquelle-Problematik der Einträge von Pflanzenschutzmitteln vom Hof sensibilisiert wurde, was sich in der Zunahme der Anzahl der Gesuche für Spritzenfüll- und Waschplätze in den letzten Projektjahren widerspiegelte.

Da solche Investitionsmassnahmen mit umfänglichen Planungen und diversen raumplanerischen Abklärungen verbunden sind, musste mit durchschnittlich 535 Tagen für die Realisierung eines Spritzenfüll- und Waschplatzes gerechnet werden (Tabelle 6). Konsequenterweise wurden mehr als 50 % der Bauprojekte, die 2020 und 2021 eingereicht wurden, erst im 2022 fertiggebaut.

Anzumerken ist, dass von den 569 eingereichten Gesuchen 474 innerhalb der 6-jährigen Projektdauer realisiert wurden. Die restlichen 95 konnten nicht im Rahmen des BPP realisiert. Es ist davon auszuge-

hen, dass sie in einem späteren Zeitpunkt und ausserhalb des BPP umgesetzt werden (Tabelle 6). Gemäss Angaben der Gesuchstellerinnen und Gesuchsteller führten folgende Gründe zur Nicht-Realisierung im Rahmen des BPP:

- Raumplanerische Bestimmungen konnten nicht eingehalten werden, d.h. die erforderliche Baubewilligung konnte nicht ausgestellt werden (häufige Gründe: Objekt nicht zonenkonform, Einsprache der Denkmalpflege oder von anderen Stellen).
- Gewässerschutz-Bestimmungen konnten nicht eingehalten werden, so dass das Projekt neu ausgerichtet werden musste.
- Entscheidung des Gesuchstellers, sich beim Nachbarn anzuschliessen.
- Eine andere Lösung ausserhalb des BPP wurde gefunden.
- Personelle Änderungen auf dem Betrieb, z.B. Entscheidung des Betriebsleiters, den Pflanzenschutz einem Lohnunternehmer in Auftrag zu geben.

Tabelle 6: Umsetzung der Massnahme «Spritzenfüll- und Waschplatz»

	2017	2018	2019	2020	2021	2022	Total
Anzahl Gesuche	45	31	90	201	141	61	569
Anzahl realisierte Spritzenfüll- und Waschplatz	8	17	29	75	91	254	474
Durchschnittliche Realisierungsdauer in Tagen	230	375	494	491	514	581	535
Durchschnittlicher BPP Finanzierungsbeitrag in CHF	19'680	22'560	27'980	25'380	26'515	31'510	28'850

Querstreifen am Feldrand und Begrünung der Fahrspuren (Massnahmen gegen Abschwemmung)

Mit 59 % Zielerreichung bei den Querstreifen am Feldrand bzw. 65 % bei der Begrünung der Fahrspuren wurde die geplante Umsetzung der Massnahmen nicht erreicht (Tabelle 3). Die Anzahl Betriebe, die sich an diesen Massnahmen beteiligten sowie die Anzahl Laufmeter nahmen während der Projektdauer zwar zu, die Planungsziele wurden trotzdem nicht erreicht. Ein Hauptgrund dürfte die konkrete Umsetzung der Massnahmen auf dem Feld sein. Einen Querstreifen oder eine begrünte Fahrspur anzulegen ist mit bestimmten technischen und planerischen Schwierigkeiten und Risiken verbunden. Für einen bestimmten Standort muss die geeignete Anbaumethode (z.B. die Bodenbearbeitung, die Saattechnik, die Wahl der Saadmischung oder die richtige Pflege) gewählt werden. Da diesbezüglich wenig Erfahrungen vorhanden waren, dürfte die Teilnahme an beiden Massnahmen eher zurückhaltend gewesen sein. Auch der Verlust von Produktionsflächen hat vermutlich eine entscheidende Rolle gespielt. Aus den erwähnten Gründen wurde ab dem zweiten Projektjahr der Beitrag für die Querstreifen von CHF 1 pro Laufmeter auf CHF 2 erhöht. Dieser Beitrag sollte die technischen Umsetzungsschwierigkeiten und die Risiken besser abdecken. Tatsächlich stieg die Teilnahme im zweiten Projektjahr um 70 %. Diese Steigerung reichte jedoch nicht, um die geplanten Ziele zu erreichen.

Trotz der tieferen Beteiligung waren die Rückmeldungen der Teilnehmenden zu diesen zwei Massnahmen positiv. Im Laufe des Projektes und mit zunehmenden Erfahrungen in der Umsetzung wurden die Querstreifen und die begrüntten Fahrspuren vermehrt umgesetzt. Die direkten und sichtbaren Effekte waren weniger schmutzige Strassen und Wege sowie bessere Wendemöglichkeiten bei den Feldarbeiten. Die Frage der effektiven Reduktion der Umweltbelastungen durch verminderte Abschwemmungen ist Gegenstand der wissenschaftlichen Begleitung, die Mitte 2025 abgeschlossen wird.

Herbizid-Verzicht

Beim Herbizid-Verzicht wurden im Jahr 2022 und nur im Rahmen des BPP 1'534 ha ohne Herbizide bewirtschaftet: Dies entspricht für das Projekt einer Zielerreichung von 40 % und ist damit deutlich tiefer als ursprünglich erwartet (Tabelle 3). Dass die Planungsziele nicht erreicht wurden, hat verschiedene Gründe, die unter anderem aus einer Umfrage der teilnehmenden Betriebe hervorgehen (siehe 7.3.3.2).

Erstens ist der Verzicht auf Herbizide mit mehr Arbeitsaufwand verbunden. Dieser Mehraufwand und das mögliche Risiko von Ertragsverlusten dürften wesentlich zu einer zurückhaltenden Teilnahme an der Massnahme geführt haben.

Zweitens wurden die Fachkenntnisse zur nicht-chemischen Unkrautbekämpfung, v.a. zur mechanischen Unkrautbekämpfung von den am Projekt Teilnehmenden wie auch von nicht Teilnehmenden als gering eingestuft. Es ist daher anzunehmen, dass wegen mangelndem Fachwissen die Massnahme eher zögerlich umgesetzt wurde.

Drittens wurden im Rahmen der Direktzahlungsverordnung ab 1. Januar 2019 Beiträge für die Reduktion von Herbiziden auf der offenen Ackerfläche (sogenannte REB-Massnahmen) parallel zum BPP eingeführt. Im Kanton Bern wurden somit zusätzlich 1'274 ha als REB-Massnahme angemeldet. Werden beide Herbizid-Verzicht Massnahmen zusammengezählt, so wurden im 2022 auf insgesamt 2'813 ha offene Ackerfläche keine Herbizide eingesetzt. Dies entspricht einer gesamten Zielerreichung von 74 % (Tabelle 3).

Somit wurde das Ziel von zusätzlichen 10% der OAF mit Herbizid-Verzicht knapp erreicht. Die Kombination aus Arbeitsaufwand, grösseren erwarteten Risiken eines Ertragsverlusts sowie mangelndem Fachwissen sind aus Sicht der Projektleitung die Hauptfaktoren, die zur knapp fehlende Zielerreichung geführt haben.

Totalherbizid-Verzicht (Glyphosat-Verzicht) Frühjahreskulturen, bzw. Herbstkulturen

Bei der Vorbereitung des BPP-Gesuches stand der Einsatz von Totalherbiziden (Glyphosat-Einsatz) in der Kritik der Öffentlichkeit (LANAT und BEBV 2015), und es bestand Handlungsbedarf, deren Einsatz zu reduzieren.

Bei den Frühjahreskulturen wurde auf insgesamt 9'244 ha auf Totalherbizide verzichtet, bei den Herbstkulturen auf 6'885 ha. Das Ziel wurde mit 82 bzw. 105 % erreicht (Tabelle 3) und zeigt, dass der Verzicht auf Totalherbizide agronomisch möglich ist. Geht man von einer durchschnittlichen Wirkstoffmenge von 1.5 kg Glyphosat pro ha aus, dann wurden 2022 im Rahmen des BPP 24'200 kg dieses Wirkstoffes nicht mehr eingesetzt.

Reduzierter Fungizid- und Insektizideinsatz

Ziel dieser Massnahme war die Reduktion von Fungiziden und Insektiziden v.a. in Getreide und Raps, um die «ökologische Intensivierung» zu fördern und das Risiko eines unnötigen PSM-Eintrags in die Umwelt zu verringern.

Mit 4'072 ha wurden nur 53 % des erwarteten Zieles erreicht (Tabelle 3). Schätzungsweise konnten 1'770 kg Fungizid- bzw. 22 kg Insektizid-Wirkstoffe eingespart werden (Tabelle 4; Berechnungen: siehe Anhang 6). Werden die zusätzlichen angebauten Extenso-Flächen berücksichtigt liegt die Zielerreichung bei 67 % (siehe Anmerkung unten).

Aus der oben erwähnten Umfrage (siehe 7.3.3.2) lassen sich ebenfalls Gründe ableiten, warum die Ziele nicht erreicht wurden. Im Gegensatz zum Herbizid-Verzicht ist beim reduzierten Fungizid- und Insektizid-Einsatz der Arbeitsaufwand praktisch kein Thema. Dafür werden aber die Einbussen bei der Qualität des Erntegutes (v.a. beim Fungizideinsatz) und beim Ertrag (Insektizideinsatz) befürchtet. Auch gab ein Drittel (bis 56 %) der Betriebe an, keine Erfahrungen bzw. keine Vorkenntnisse zum reduzierten Einsatz von Fungiziden oder Insektiziden zu haben. Diese zwei Faktoren dürften die Zurückhaltung bei der Umsetzung der Massnahmen erklären.

Es ist anzumerken, dass während der 6-jährigen Projektdauer eine Zunahme der Extenso-Flächen beobachtet wurde (Abbildungen 1 und 2). Es ist deshalb anzunehmen, dass sich auf Grund von positiven Erfahrungen mit dem reduzierten Einsatz zahlreiche Betriebe für einen definitiven Verzicht auf Fungizide oder Insektizide entschieden und somit für die Extenso-Programme angemeldet haben (2017 – 2022: Raps ca. 150 ha und Getreide ca. 900 ha zusätzliche Extenso-Flächen).

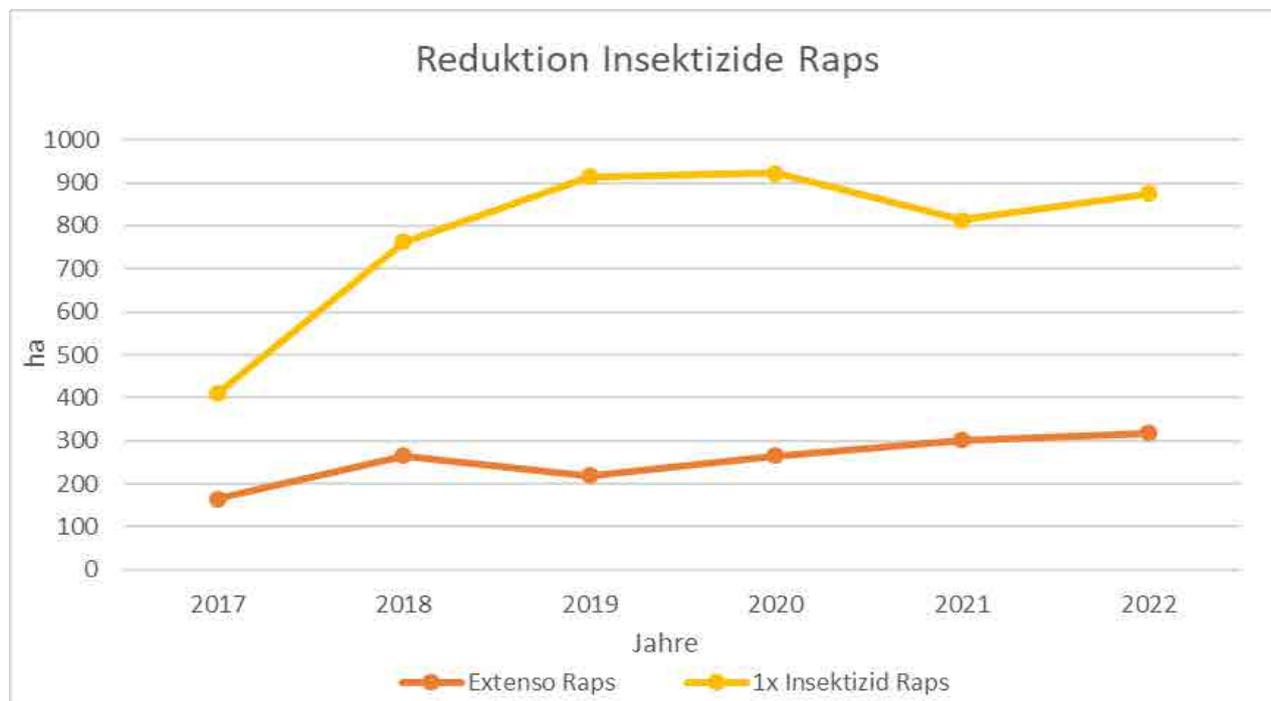


Abbildung 1: Entwicklung der Rapsflächen in ha während der 6-jährigen Projektdauer, welche nach dem Extenso-Programm, bzw. nach dem BPP-Massnahme 1x Insektizid im Raps bewirtschaftet wurden

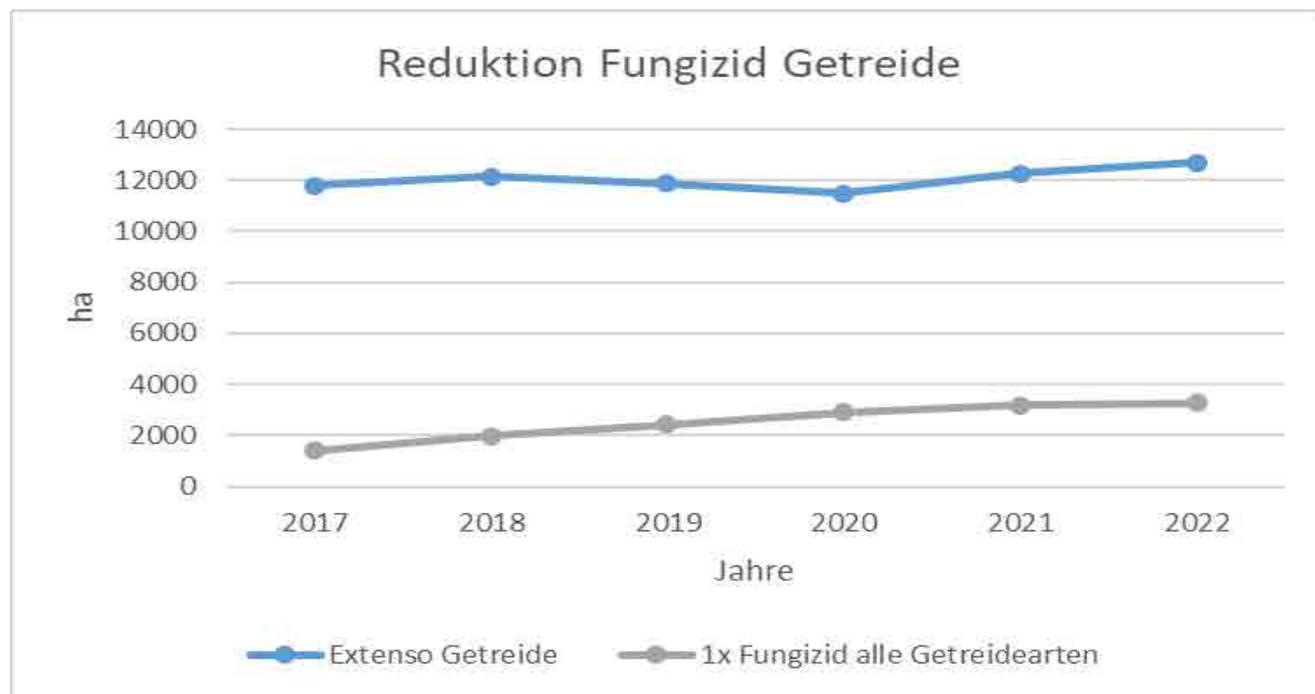


Abbildung 2: Entwicklung der Getreideflächen in ha während der 6-jährigen Projektdauer, welche nach dem Extenso-Programm, bzw. nach dem BPP-Massnahme 1x Fungizid bewirtschaftet wurden

Massnahmen mit Verpflichtung während der gesamter Projektdauer

Bei dieser Kategorie von Massnahmen (ausser bei dem seitlichen Einnetzen von Reben und Beeren) wurde die Zielerreichung übertroffen (Tabelle 3). Gemeinsamer Nenner dieser Massnahmen ist, dass diese dann erfolgreich sind, wenn Akteurinnen und Akteure aus der vorgelagerten Branche besonders aktiv sind und entsprechende Produkte, wie z.B. Trichogramma-Schlupfwespe oder Pheromonfallen, anbieten können. Dieses Angebot und ein geringerer Arbeitsaufwand bei der Umsetzung der Massnahmen erklären die hohe Beteiligung.

3.2 Beurteilung, ob eine Massnahme nach Projektende selbsttragend sein wird

Jährliche Massnahmen und Massnahmen mit Verpflichtung während der gesamten Projektdauer

Die Umfrage sowie mündliche Mitteilungen von Projektteilnehmerinnen und -teilnehmern liefern Einschätzungen, ob die Massnahmen nach Projektende selbsttragend sein werden.

Gemäss Umfrage (siehe 7.3.3.2) spielte für die teilnehmenden Betriebe die finanzielle Abgeltung, v.a. für Massnahmen mit klar berechenbaren Mehrkosten, eine grosse Rolle. Massnahmen wie z.B. Querstreifen am Feldrand wurden gegenüber Massnahmen mit weniger eindeutig kalkulierbaren Auswirkungen auf Ertrag und Kosten (z.B. Herbizidverzicht) eher bevorzugt. Es ist deshalb anzunehmen, dass Massnahmen mit den folgenden Eigenschaften oder Vorteilen nach Projektende selbsttragend sein werden und in ähnlicher Weise wie im Projekt vorgegeben oder in einer angepassten Form (z.B. Querstreifen am Feldrand: 2 Meter breit statt 3 Meter) weitergeführt werden:

- Die Mehrkosten oder der Mehraufwand sind klar berechenbar.
- Die technische Umsetzung ist relativ einfach.
- Die Risiken (v.a. Ertragsausfällen) sind kalkulierbar und/oder relativ tief.
- Dem Betrieb bringen sie einen zusätzlichen Nutzen, z.B. die Querstreifen am Feldrand können auch für Wendemanöver bei Pflege- oder Erntearbeiten benutzt werden.

Die beschriebenen Eigenschaften treffen v.a. auf folgende Massnahmen zu:

- Querstreifen am Feldrand
- Totalherbizid-Verzicht (Glyphosat-Verzicht)
- Trichogramma-Einsatz
- Verwirrungstechnik

Der Verzicht von Herbiziden oder der Teilverzicht von Fungiziden und/oder Insektiziden sind mit grösserer Unsicherheit verbunden, da Auswirkung auf Ertrag und Qualität oder der Mehraufwand bei der Umsetzung schwer abschätzbar sind. Diese Massnahmen sind somit mit grösseren Risiken verbunden und dürften nicht selbsttragend sein. Es ist deshalb davon auszugehen, dass solche Massnahmen nur mit einer finanziellen Unterstützung weitergeführt werden. Diese Erkenntnis wurde auch entsprechend in der Direktzahlungsverordnung (SR 910.13) berücksichtigt. Seit 1. Januar 2023 wird der Verzicht auf Pflanzenschutzmittel im Rahmen der sogenannten Produktionssystem-Beiträge finanziell unterstützt.

Investitionsmassnahmen

Die Sanierung oder der Neubau eines Spritzenfüll- und Waschplatzes ist eine einmalige Investitionsmassnahme. Realisierte Investitionen bzw. bauliche Massnahmen werden nach Projektende beibehalten, so dass davon ausgegangen werden kann, dass Punktquellen vom Hof langfristig reduziert werden.

4. Umgesetzte Massnahmen im Bereich der Beratung und der Kommunikation

Im Rahmen des BPP wurden verschiedene Formen von Beratungen und Kommunikationen umgesetzt:

- Vorinformationsanlässe für Landwirtinnen und Landwirte, um das BPP anzukündigen und die Teilnahme am Projekt zu fördern.
- Schulungen für Erhebungsstellenleitende und Kontrollorganisationen.
- Informationsanlässe im Rahmen der allgemeinen Weiterbildung, wie z.B. an ÖLN-Tagungen, Flurbegehungen oder an Pflanzenschutz-Fachtagungen oder -Anlässen sowie im Rahmen von Fachaustauschen mit anderen Institutionen.
- Informationsanlässe für Landwirtinnen und Landwirte, die ihre Bewirtschaftungsdaten freiwillig im Rahmen des Gewässer-Monitorings zur Verfügung stellten (sogenannte Monitoring-Landwirte).

4.1 Vorinformation für Landwirtinnen und Landwirte

Das BPP begann offiziell am 1. Januar 2017. Die Anmeldung zum Projekt musste jedoch bereits im Rahmen der GELAN-Herbstanmeldung im September 2016 erfolgen. Aus diesem Grund fanden im Spätsommer 2016 vier Informationsveranstaltungen zum BPP an den verschiedenen INFORAMA-Standorten sowie eine Veranstaltung für den Berner Jura in Lamboing statt. Die Veranstaltungen wurden zusammen mit dem Berner Bauern Verband durchgeführt. Es nahmen total rund 320 Landwirtinnen und Landwirte teil. Die verschiedenen Informationsveranstaltungen wurden stets am Abend und an den folgenden Standorten durchgeführt:

- 17.08.2016: INFORAMA Rütli
- 18.08.2016: INFORAMA Waldhof
- 22.08.2016: INFORAMA Seeland
- 23.08.2016: Schwand in Münsingen
- 13.09.2016: Restaurant Lion Rouge in Lamboing

An der Informationsveranstaltung vom 22. August 2016 in Ins wurden die Teilnehmerinnen und Teilnehmer vom Volkswirtschaftsdirektor (heute Direktor WEU), Herr Regierungsrat Christoph Ammann, und dem damaligen Präsidenten des Berner Bauern Verbandes, Hans-Jörg Rüeeggger, begrüsst.

4.2 Schulungen für Erhebungsstellenleitende und Kontrollorganisationen

Die Anmeldung zur Teilnahme am BPP erfolgte über das Agrar-Informationssystem GELAN. Damit Fragen oder Anmeldeprobleme der Landwirtinnen und Landwirte kompetent beantwortet werden konnten, wurden im Januar und Februar 2017 rund zehn Schulungen für Erhebungsstellenleitende (Personen, die auf Stufe Gemeinde Koordinationsaufgaben zur Umsetzung von agrarpolitischen Massnahmen wahrnehmen) durchgeführt.

Auch die Kontrolleurinnen und Kontrolleure der Kontrollorganisationen, die während der ganzen Projektdauer Kontrollen auf den Projekt-Betrieben durchführten, mussten geschult werden. Für diesen Zweck wurden in den ersten Monaten des Jahres 2017 etwa fünf Schulungen durchgeführt.

4.3 Informationsanlässe im Rahmen der allgemeinen Weiterbildung

Beim Projekt-Start im Frühjahr 2017 konzentrierte sich die Weiterbildung auf fachliche Informationen zu den BPP-Massnahmen und auf die korrekte GELAN-Anmeldung zum Projekt. Im Rahmen der ÖLN- und Pflanzenschutzkurse (ÖLN- und PS-Kurse) wurden für diesen Zweck etwa zehn Veranstaltungen organisiert und durchgeführt. Je nach Bedarf und Interesse wurden auch spezifische Veranstaltungen zum Thema «Waschplatz» durchgeführt. Schätzungsweise wurden die Veranstaltungen von ca. 600 Personen mit Interesse besucht.

Ab dem zweiten Projektjahr (2018) und bis Projektende wurde in der Weiterbildung über Erfahrungen und Neuerungen aus dem BPP sowie über Ergebnisse aus der wissenschaftlichen Begleitung des Projektes berichtet. Wegen der Corona-Einschränkungen musste in den Projektjahren 2021 und 2022 die Anzahl Weiterbildungsveranstaltungen stark reduziert werden. Ersatzweise wurden diese Veranstaltungen in einem reduzierten Umfang Online durchgeführt. In der Regel waren die ÖLN- und PS-Kurse in zwei Teile gegliedert. Am Morgen fand ein allgemeiner Teil zum BPP und am Nachmittag ein vertiefter fachlicher Teil statt. Die Anhänge 2 und 3 fassen die erwähnten Informationsanlässe zusammen.

Für die Weiterbildung entstand ebenfalls eine Film-Serie «*Von Bauern für Bauern - Strategie Pflanzenschutz - gemeinsam besser werden*» (von Patricia Fry, Wissensmanagement Umwelt GmbH), die am 17. Mai 2021 in Form einer Medienmitteilung publik gemacht wurde.

4.4 Informationsanlässe für die Monitoring-Landwirte

4.4.1 Vorarbeiten und Organisation des Gewässer-Monitorings

Das Gewässer-Monitoring wurde als ein zentrales Element der wissenschaftlichen Begleitung definiert. In einem ersten Schritt und mit Vertretenden verschiedener Fachgebiete (Landwirtschaft, Forschung, Industrie, Verwaltung) wurde am 31. März 2016 im Rahmen eines Workshops das Monitoring-Konzept diskutiert und skizziert. Am 10. Oktober 2016 wurden in Zusammenarbeit mit dem Amt für Wasser und Abfall des Kantons Bern (AWA) schlussendlich zwei geeignete Einzugsgebiete (EZG, auch Piloteinzugsgebiete genannt) für das Gewässer-Monitoring ausgewählt (zu den Auswahlkriterien siehe 7.2.2). Der nächste Schritt bestand darin, die Landwirtinnen und Landwirte der zwei EZG zu informieren und für das Projekt zu gewinnen. Dafür fanden zwei Informationsveranstaltungen am Abend statt. Die erste Veranstaltung für die Landwirtinnen und Landwirte aus dem EZG Ballmoosbach fand am 16. November 2016 in Jegenstorf statt und die zweite für das EZG Chrümlisbach am 22. November 2016 in Büren zum Hof. Insgesamt 32 von 33 betroffenen Landwirtinnen und Landwirten erklärten sich bereit, ihre Bewirtschaftungsdaten gegen eine angemessene Entschädigung zur Verfügung zu stellen.

Der erste fachliche Informationsabend für die «Monitoring-Landwirte» fand am 17. Januar 2017 im Gemeindesaal von Büren zum Hof statt. Etwa 30 Landwirtinnen und Landwirte nahmen teil. An diesem

Abend ging es primär darum, administrative Vorgänge zu regeln, wie z.B. die Art und Form der Datenerhebung der Feldkalender, sowie die Entschädigungsansätze festzulegen. Anschliessend wurden zwei Schulungen zur Datenerhebung an den Abenden vom 3. März und 9. März 2017 im Informatikraum des INFORAMA Rütli durchgeführt.

4.4.2 Informationsveranstaltungen sowie Weiterbildungen für die Monitoring-Landwirte

Nach der ersten Messkampagne konnten die ersten Resultate des Gewässer-Monitorings 2017 am Informationsabend vom 21. November 2017 (am INFORAMA Rütli) präsentiert werden. In den folgenden Projektjahren und in regelmässigen Abständen wurden, ausser während der Corona-Pandemie, weitere Informationsveranstaltungen oder Flurbegehungen für die Monitoring-Landwirte der zwei EZG organisiert. An diesen Veranstaltungen wurden die neuesten Ergebnisse des Gewässer-Monitorings sowie Empfehlungen oder Verbesserungsvorschläge präsentiert und diskutiert (z.B. zur optimalen Lage von Querstreifen am Feldrand oder zur Wahl von PSM-Wirkstoffen). Die Informationsabende und Flurbegehungen sind im Anhang 4 zusammengefasst.

5. Umgesetzte Massnahmen im Bereich der Kommunikation an die Öffentlichkeit

Zahlreiche an die Öffentlichkeit gerichtete Kommunikationen wurden in Form von Medienanlässen und Medienmitteilungen oder im Rahmen von Informationsveranstaltungen von Verbänden und diversen Institutionen durchgeführt. Anhang 5 fasst die öffentlichen Arbeiten zum BPP zusammen.

Das BPP wurde in einer Zeit gestartet und durchgeführt, in der das Interesse der Öffentlichkeit für den chemischen Pflanzenschutz und seine Folgen für die Menschen und die Umwelt besonders gross war. Der Bundesrat hatte z.B. am 06.09.2017 den «*Aktionsplan zur Risikoreduktion und nachhaltigen Anwendung von Pflanzenschutzmitteln*» veröffentlicht und während des BPP lief die Kampagne der sogenannten «*Trinkwasser-Initiative*». Das führte dazu, dass das BPP plötzlich auf «*das Radar der Öffentlichkeit*» gelangte und von den Medien aufmerksam verfolgt wurde. Unter diesen Bedingungen nahm die Öffentlichkeitsarbeit deutlich mehr Zeit in Anspruch als geplant und ihr musste mehr Beachtung geschenkt werden. Aufgrund des öffentlichen Interesses und in Zusammenarbeit mit dem Berner Bauern Verband und der Kommunikationsabteilung der WEU (Wirtschafts-, Energie- und Umweltdirektion des Kantons Bern) wurden mehrere Medienanlässe und -mitteilungen zum Projekt organisiert und publiziert. Auch Institutionen aus Politik, Verwaltung, Beratung und Forschung zeigten Interesse am BPP. Deshalb wurde das BPP auch im Rahmen verschiedener öffentlicher Auftritte (meistens in Form von Vorträgen) präsentiert.

6. Ergebnis der Umsetzungskontrolle im letzten Projektjahr 2022

Vor einer angesagten Kontrolle hatten die Landwirtinnen und Landwirte immer die Möglichkeit, Änderungen bei den angemeldeten Massnahmen sofort oder bis zum 30. Juni des Jahres der Fachstelle Pflanzenschutz schriftlich zu melden. Wegen zu hohem Unkrautdruck konnte z.B. die Herbizidverzicht-Massnahme nicht eingehalten werden oder bei der Massnahme «Querstreifen am Feldrand» konnten weniger Laufmeter als geplant angelegt werden. Formulare zur einfachen Erfassung von Änderungen standen in der GELAN-Anwendung unter "Auswertungen" zur Verfügung. Im Jahr 2022 wurden rund 100 solcher Anpassungen vorgenommen. Die Möglichkeit einer Ab- oder Ummeldung im Laufe der Anbausaison wurde von den Teilnehmenden sehr geschätzt. Es gab ihnen eine gewisse Flexibilität bei der Umsetzung der Massnahmen. Gemäss mündlicher Rückmeldungen von Projekt-Teilnehmenden hätten sich ohne diese Flexibilität weniger Landwirtinnen und Landwirte beim Projekt angemeldet. Bei der Lancierung des Projektes wurde darauf hingewiesen, dass es diese Möglichkeit geben wird. Ebenso steht in der Bewirtschaftungsvereinbarung, dass Abmeldungen möglich sind und wie sie erfolgen müssen. Für das Projektteam war damit ein zusätzlicher administrativer Aufwand verbunden.

Für das Pflanzenschutzprojekt standen seit Projektbeginn sieben Kontrollorganisationen (mit Leistungsvereinbarungen 2017-2022; Tabelle 7) im Einsatz. Die Betriebsleiterin oder der Betriebsleiter war frei in der Wahl der Kontrollorganisation. Die Auswahl der zu kontrollierenden Betriebe erfolgte über die Abteilung Direktzahlungen nach Vorgaben des Bundes (VKKL; SR 910.15). Das BPP war ein Punkt auf der Kontrollliste. Jeder Betrieb wurde während der Projektdauer mindestens einmal kontrolliert, bei Mängeln auch mehrere Male. Da der Kontrollrhythmus für ÖLN-Betriebe acht Jahre ist und das Projekt nur sechs Jahre dauert, ergab sich hier ein abgegotener Zusatzaufwand für die Kontrollorganisationen.

Tabelle 7: Zusammenfassung Kontrollen 2022: Kontrollorganisationen, Kontrollen und Ergebnisse (Stand gemäss Auswertungen GELAN vom 17.10.2022)

Kontrollen total	274	Grundkontrollen	44
KUL und CAREA	255	Nachkontrolle	169
Bio Test Agro Schwand	4	Laboranalysen	18
Bio Inspecta Frick	13	Andere, z.B. Risikobasiert	43
AFAPI-FIPO	0		
Agricon	1	erfüllt	170
Agrocontroll	0	Mängel	84
Qualinova	1	Nicht kontrolliert, kein Ergebnis, nicht zutreffend	20

Im Jahr 2022 wurden insgesamt 274 Betrieben kontrolliert. Es wurden 84 Mängel festgestellt. Davon hatten vier Betriebe mehr als einen Mangel.

Die am häufigsten festgestellten Mängel waren (nach Priorität):

1. Massnahme 6.1 Totalherbizidverzicht Frühjahrskulturen: Unerlaubter Pflugeinsatz im Frühling. Und Massnahme 6.2 Totalherbizidverzicht Herbstkulturen: Die Ernte der Vorkultur hat nicht vor dem 31.08. stattgefunden (Total 60 Mängel)
2. Massnahmen 3 und 4: Querstreifen am Feldrand und Begrünung der Fahrspuren: Falschangaben von Laufmetern oder ungenügende Breite der Fahrspuren (10 Mängel)
3. Massnahme 8 Trichogramma-Einsatz: Kein Ausbringen von Trichogramma und somit Verpflichtung für die ganze Projektdauer nicht eingehalten (Total 10 Mängel)
4. Massnahme 10 Verwirrungstechnik nicht genügend umgesetzt (Total 3 Mängel)
5. Andere (Total 6)

Bei der Massnahme 6.1 Totalherbizidverzicht Frühjahrskulturen wurden die Bedingungen zwecks besserem Erosionsschutz angepasst. So wurden ab 2020 nur noch bei pflugloser Bestellung Beiträge ausbezahlt. Ausnahmen waren Kunstwiesenumbruch im Frühling sowie Pflugeinsatz bei nicht abfrierenden Zwischenkulturen. Die Änderung der Massnahme wurde breit kommuniziert, kam aber in der Praxis nicht überall an.

Bei der Massnahme auf Rang zwei (Massnahme 6.2) haben viele Teilnehmende nicht beachtet, dass die Ernte der Vorkultur vor dem 31.08. erfolgen musste. Später macht ein Einsatz von Totalherbizid agronomisch keinen Sinn mehr, daher galt diese Anforderung.

Bei den restlichen Massnahmen war es Nachlässigkeit (fehlerhafte Umsetzung der Massnahme).

Das lässt insgesamt den Schluss zu - und die Resultate verdeutlichen es -, dass die Kontrollen wichtig und notwendig waren.

2022 wurden total CHF 102'500 gekürzt oder zurückgefordert.

Gegen die Auszahlungsverfügungen – im Kanton Bern werden die Direktzahlungen mittels einer einsprachefähigen Verfügung ausbezahlt - gingen keine Einsprachen ein.

Zur Kontrolle der Massnahme 5 "Herbizidverzicht" wurden im Jahr 2022 Pflanzenproben auf Herbizid-Rückstände untersucht. Total wurden acht Proben von Getreide und acht Proben von Mais untersucht. Bei vier Proben wurden Wirkstoffe gefunden, die möglicherweise auf eine mangelhafte Handhabung zurückzuführen sein könnten. Daher wurde in diesen Fällen der Sachverhalt mit der betroffenen Landwirtin oder mit dem betroffenen Landwirt abgeklärt. In drei Fällen konnte anschliessend kein Mangel festgestellt werden. In einem Fall wurde eine Kürzung ausgesprochen, weil trotz Anmeldung für die Massnahme "Herbizid-Verzicht" ein Herbizid-Wirkstoff nachgewiesen und dessen Anwendung bestätigt wurde.

7. Resultate des Wirkungsmonitorings und der wissenschaftlichen Begleitung

7.1 Einleitung

7.1.1 Hintergrund und Einbettung ins Ressourcenprojekt

Die wissenschaftliche Begleitung von Ressourcenprojekten nach LwG Art. 77 a und b hat zwei Hauptaufgaben: Erstens die Wirkung der Massnahmen zu evaluieren und zweitens die Grundlagen im Hinblick auf die Beibehaltung der Wirkung nach Projektende und deren Übertragbarkeit zu erarbeiten (BLW 2021).

Ziel des Wirkungsmonitorings ist es, wissenschaftlich belastbare Aussagen zur Wirksamkeit der im Projekt umgesetzten technischen, organisatorischen oder strukturellen Neuerungen zu machen. Im Fall des BPP bedeutet das, verlässliche Aussagen zur Wirkung der zehn im Rahmen des Projekts geförderten Massnahmen, zur Entwicklung der Gewässerqualität und des Produktionspotenzials (siehe 7.1.2) zu treffen.

Die gute Verwurzelung der HAFL-Forschungsgruppe in der Region führte auch zu einem für das Projekt wertvollen Informationsfluss zwischen den Akteurinnen und Akteuren und zu einem Vertrauen der Akteure in die wissenschaftliche Begleitung, was für Projekte in politisch sensiblen Themen wie dem chemischen Pflanzenschutz eine unerlässliche Voraussetzung ist.

7.1.2 Ziele

Im Projektgesuch vom 27. November 2015 wurden folgende Ziele für das BPP formuliert (siehe auch Tabelle 4):

- Reduktion des Eintrags von Pflanzenschutzmitteln in die Umwelt, insbesondere in Oberflächengewässer. Als quantitatives Ziel wurde eine Reduktion der Frachten in Kläranlagen um 30 % und bei den diffusen Einträgen ein klarer Trend bei der Reduktion der Überschreitungen numerischer Anforderungen an die Gewässerqualität festgelegt. Das ursprüngliche Ziel einer Reduktion der diffusen Einträge von 20 % ist, aufgrund der natürlichen Schwankungen zu niedrig, um es mittels eines sechs Jahre abdeckenden PSM-Monitorings zu belegen.
- Reduktion des Herbizid-, Insektizid- und Fungizid-Einsatzes. Konkret soll gemäss Projektgesuch auf zusätzliche 10 % der offenen Ackerfläche kein Herbizideinsatz¹, auf 30% der Getreidefläche ein reduzierter Fungizid- und auf 30 % der Rapsfläche ein reduzierter Insektizideinsatz erfolgen.

- In Regionen mit hohem Maiszünsler-Befall flächendeckende Ausbringung von Trichogramma-Schlupfwespen.
- Einnetzung von 50 % der Reben sowie 25 % der Obstanlagen.
- Beibehaltung des Produktionspotenzials der Betriebe.
- Annahme und Etablierung von Risiko-Reduktionsmassnahmen in der Landwirtschaft.
- Bewusstsein und Sensibilisierung der Landwirtinnen und Landwirte für Umweltwirkungen von Pflanzenschutzmitteln.

7.1.3 Organisation der wissenschaftlichen Begleitung

Gemäss dem vor Projektbeginn von Agroscope erarbeiteten Konzept zur wissenschaftlichen Begleitung (Daniel und Mathis, 2017) wurde die wissenschaftliche Begleitung in die 11 in Tabelle 8 aufgeführten Teilprojekte (TP) unterteilt. In den Teilprojekten 1 - 10 wurden dabei die Grundbausteine erarbeitet, um in der Synthese (Teilprojekt 11) die Erreichung der in 7.1.2 genannten Ziele zu beurteilen. Während die agronomischen Teilprojekte 5 - 8 Ende 2023 abgeschlossen wurden, laufen das Gewässer-Monitoring noch bis Ende 2024 und die darauf aufbauende Modellierung bis Sommer 2025.

7.2 Methodik

7.2.1 Umsetzung von Massnahmen

Eine essenzielle Grundlage zur Evaluation des Projekterfolgs sind Daten, die aufzeigen, welche Massnahmen wo und wann umgesetzt wurden. Da die geförderten Massnahmen im GELAN erfasst wurden, sind diese für die wissenschaftliche Begleitung nutzbaren Daten vorhanden. Die Massnahmen lassen sich in einerseits Anbausysteme mit reduziertem PSM-Einsatz und andererseits Massnahmen zur Reduktion der PSM-Verluste (Anzahl Waschplätze, Querstreifen, etc.) einteilen. Mit Querstreifen wurden am Feldrand angelegte Pufferstreifen zur Reduktion indirekter Einträge bezeichnet (dies im Gegensatz zu Pufferstreifen zur Reduktion direkter Einträge in Gewässer). Falls im Folgenden von Pufferstreifen die Rede ist, sind jeweils Querstreifen und Pufferstreifen zusammen gemeint.

Für die Einzugsgebiete Ballmoosbach und Chrümmelisbach, in denen die Gewässerqualität mit einem chemischen Monitoring untersucht wurde, wurde die räumliche Anordnung der Querstreifen am Feldrand durch jährliche Feldbegehungen erfasst. Für die Betriebe in den beiden Einzugsgebieten und auch für eine Reihe von über den Kanton verteilten Referenzbetrieben mit ähnlicher Betriebsstruktur wurden zudem die in den Feldkalendern der Betriebe festgehaltenen PSM-Applikationen ausgewertet. Die zeitliche und räumliche Verteilung der PSM-Applikationen bildet die Grundlage für eine ganze Reihe von Analysen wie z.B. die Berechnung von Verlustraten und für die Simulation der Einträge mit mathematischen Modellen (Kapitel 7.2.4).

Neben der bereits im Kapitel 2 beschriebenen zeitlichen Entwicklung der Umsetzung der Massnahmen im gesamten Kanton (Tabelle 2) ist für die Einschätzung der Übertragbarkeit der Messungen vor allem der Vergleich der Umsetzung in verschiedenen Einzugsgebieten von Interesse. Wesentlich ist dafür der Vergleich der vom AWA mit chemischer Analytik untersuchten Einzugsgebiete mit den übrigen Einzugsgebieten. Die Beurteilung der Übertragbarkeit ist Teil der im Teilprojekt 11 bis im Sommer 2025 erarbeiteten Synthese.

7.2.2 Messungen in Gewässern (Gewässer-Monitoring) und Kläranlagenausläufen (ARA-Monitoring)

Um allfällige Veränderungen der Wasserqualität im Rahmen des BPP bestmöglich abbilden zu können, wurden Einzugsgebiete gewählt, bei denen im Gewässer oder in den Kläranlagenausläufen hohe Kon-

zentrationen an PSM durch diffuse Einträge resp. Punkteinträge erwartet werden. Aufgrund des schlechten Verdünnungsverhältnisses ist dies insbesondere bei kleineren Gewässern sowie kleinen Kläranagen in Gebieten, die intensiv landwirtschaftlich genutzt werden, zu erwarten.

Piloteinzugsgebiete Gewässer-Monitoring

Für das Gewässer-Monitoring ergab eine im Vorfeld des Projekts durchgeführte GIS-Analyse mit den drei Kriterien (a) keine Kläranlagen, (b) Ackerbauanteil mindestens 50% und (c) Fliessordnungszahl maximal 2 eine Vorauswahl von insgesamt 39 möglichen Einzugsgebieten. Daraus wurden als Testgebiete der Ballmoosbach bei Zuzwil und der Chrümmlisbach bei Bätterkinden ausgewählt: Die Einzugsgebiete beider Gewässer weisen unterschiedliche, aber dennoch gut vergleichbare Charakteristika auf (Tabelle 9).

Die Summe der direkten und indirekten Anteile des Gewässeranschlusses liegt im Ballmoosbach bei 33.7 % und im Chrümmlisbach bei 20.2 %. Da die Gewässeranschlusskarte nur die Ackerfläche berücksichtigt, müssen diese Zahlen mit dem Anteil Ackerbaufläche von 72.5 bzw. 48.5 % in Relation gesetzt werden, was zu einem Anteil Ackerbaufläche mit Gewässeranschluss von 46 % für den Ballmoosbach und von 42 % für den Chrümmlisbach führt. Der Anteil angeschlossener Flächen ist damit zwar ungefähr vergleichbar, jedoch ist der relative Anteil indirekter Anschlüsse im Chrümmlisbach deutlich höher (grüne Flächen in den beiden untenstehenden Abbildungen). Dies zeigt sich auch in der in Feldbegehungen ermittelten Dichte an Schächten, die im Chrümmlisbach dreimal so hoch ist wie im Einzugsgebiet des Ballmoosbachs (Tabelle 9). Zudem gibt es im Einzugsgebiet des Chrümmlisbachs deutlich mehr Parzellen mit erhöhter Hangneigung.

Tabelle 8: Teilprojekte (TP) der wissenschaftlichen Begleitung

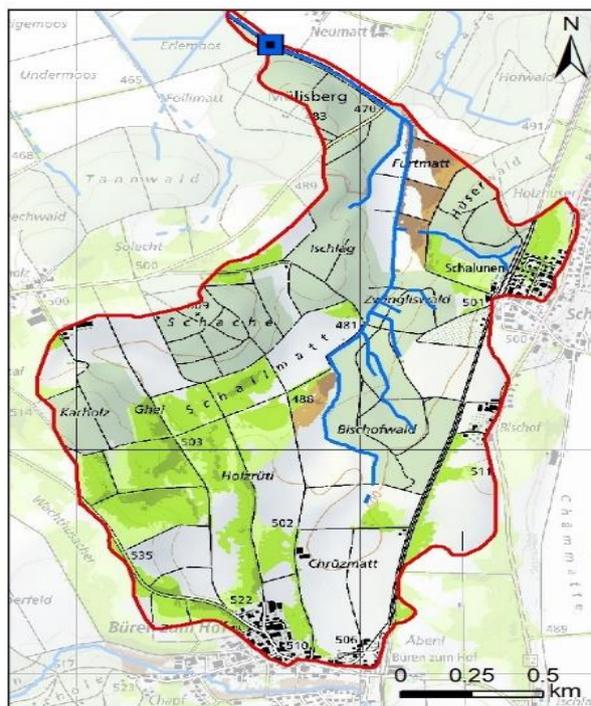
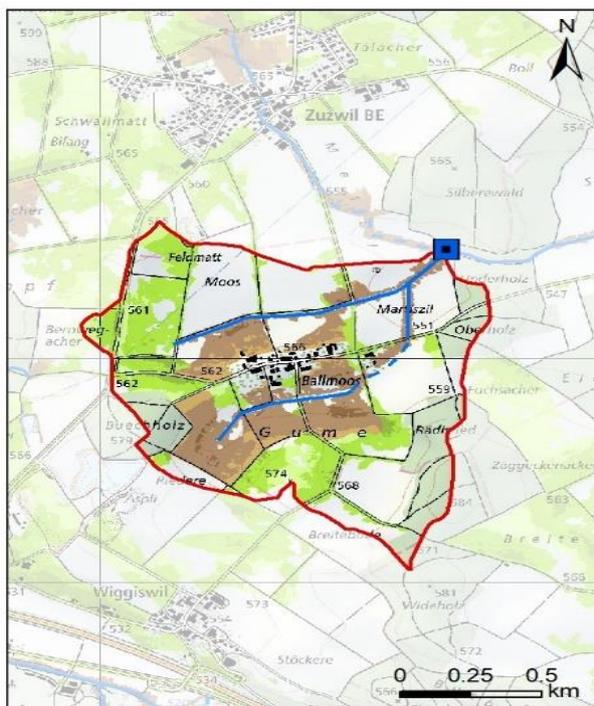
TP-Name und Auftragnehmer	Abgedeckte Themen	Erhebung von – bis (Abschluss TP)
1. Massnahmen im Pflanzenschutz (LANAT)	<ul style="list-style-type: none"> – Erfassung aller im Rahmen des BPP geförderten Massnahmen (im Agrarinformationssystem GELAN) – Erfassung des PSM-Einsatzes in 2 Piloteinzugsgebieten – Erfassung des PSM-Einsatzes auf 30 Referenzbetrieben 	2017-2024 (Juli 2025)
2. Reduktion Punktquellen (HAFL)	<ul style="list-style-type: none"> – Konzeption und Durchführung Betriebsaudits zur PSM-Handhabung 	2019-2023 (Q4 2023)
3. Reduktion diffuser Quellen (HAFL)	<ul style="list-style-type: none"> – GIS-Analyse der möglichen Eintragswege – Feldbegehungen und Empfehlung von Pufferstreifen in den Piloteinzugsgebieten 	2019-2024 (Q4 2024)
4. Gewässermonitoring (AWA)	Messung und Bewertung PSM-Konzentrationen in <ul style="list-style-type: none"> – 2 Oberflächengewässer-Piloteinzugsgebieten – 3 Pilot-ARAs 	2017-2024 (Q1 2025)
5. Reduktion Insektizideinsatz im Raps (HAFL)	<ul style="list-style-type: none"> – Blockversuche zur Auswirkung der Reduktion von Insektizidbehandlungen im Frühjahr 	2018-2021 (Q4 2023)
6. Trichogramma-Einsatz im Mais (LANAT)	<ul style="list-style-type: none"> – Kantonsweites Monitoring des Maiszünslerbefalls 	2017-2022 (Q4 2023)
7. Reduktion Fungizideinsatz Getreide (HAFL)	<ul style="list-style-type: none"> – Blockversuche zur Auswirkung in Wintergerste – Parzellenversuche auf Praxisbetrieben zur Auswirkung im Winterweizen 	2019-2022 (Q4 2023)
8. Herbizidverzicht (HAFL)	<ul style="list-style-type: none"> – Streifenversuche zur Auswirkung im Mais – Blockversuche zu Untersaaten im Getreide 	2017-2023 (Q4 2022)
9. Akzeptanz der Massnahmen (Agroscope)	<ul style="list-style-type: none"> – Befragung von Betrieben zu Gründen für Teilnahme – Massnahmenspezifische Befragung zur Akzeptanz der Massnahme 	2017-2024 (Q2 2025)
10. Modellierung (Agroscope)	Einzugsgebietsspezifische Modellierung der 2 Piloteinzugsgebiete und Analyse der: <ul style="list-style-type: none"> – Relevanten Eintragswege – Wirksamkeit von Massnahmen 	2017-2025 (Q2 2025)
11. Synthese (HAFL)	<ul style="list-style-type: none"> – Übertragbarkeit der Messergebnisse – Gesamtsynthese der 10 Teilprojekte 	2023-2025 (Q2 2025)

¹ Zuckerrüben sind zwar Teil der oAF, wurden aber in der Projektperiode durch separat laufende Bundesprogramme für reduzierten Herbizideinsatz gefördert.

Tabelle 9 und dazugehörige Abbildung: Charakterisierung der Einzugsgebiete Ballmoosbach und Chrümmlisbach

Ballmoosbach

Chrümmlisbach



Gewässeranschluss

- Indirekt niedrige Wahrscheinlichkeit
- Indirekt mittlere Wahrscheinlichkeit
- Indirekt hohe Wahrscheinlichkeit
- Direkt niedrige Wahrscheinlichkeit
- Direkt mittlere Wahrscheinlichkeit
- Direkt hohe Wahrscheinlichkeit

- Standort Messstelle
- Einzugsgebiet
- Gewässer, oberirdisch
- Gewässer unterirdisch

Gewässer	Ballmoosbach	Chrümmlisbach
Standort Messstelle	Zuzwil	Bätterkinden
Flussordnungszahl	2	2
Fläche Einzugsgebiet	1.4 km ²	2.8 km ²
Anteil Flächen (BAFU 2019) Ackerbau / Siedlung / Wald	72.5% / 2.6% / 13.3%	48.5% / 3.2% / 32.8%
Anteil Gewässeranschluss (BLW 2012 bzw. Alder et al. 2013) direkt: niedrig/mittel/hoch indirekt; niedrig/mittel/hoch	3.6% / 11.7% / 1.1% 2.8% / 12.7% / 1.8%	0.8% / 1.1% / 0% 3.9% / 12.2% / 2.4%
Anzahl Schächte pro Hektar Ackerfläche [1]	0.5	1.5
Drainagen	Ja	Ja

[1] Tiefere Dichte als im Zwischenbericht (Ramseier et al. 2022) weil im vorliegenden Bericht geschlossene oder erdbedeckt Schächte ausgeschlossen wurden. In einer unabhängig vom BPP im Einzugsgebiet des Chrümmlisbachs durchgeführten Studie der ewag wird eine noch etwas tiefere Dichte von 1.2 Schächten pro Hektar Ackerfläche angegeben (Schönenberger et al. 2022).

Testgebiete ARA-Monitoring

Für das ARA-Monitoring wurden die ARA Ins, die ARA Lyss und die ZALA Eymatt bei Aarwangen ausgewählt (Tabelle 10). Die ARA Ins ist die kleinste Kläranlage mit einem sehr hohen Ackeranteil von 69 % im Einzugsgebiet. Die ARA Lyss und die ZALA Eymatt sind von der Grösse wie auch von den angeschlossenen Einwohnern vergleichbar, wobei die Ackerfläche in der ZALA Eymatt am geringsten ist. Bei dieser Kläranlage wurden die kleinsten Veränderungen erwartet.

Tabelle 10: Charakterisierung der Einzugsgebiete ARA Ins, ARA Lyss und ZALA Eymatt

Kläranlage	ARA Ins	ARA Lyss	ZALA Eymatt
Abfluss m ³ /d	2'800	24'000	16'400
Angeschlossene Einwohner	5'200	36'000	40'700
Ackeranteil im EZG (BAFU 2019)	69%	41%	26%
Anzahl Bauerbetriebe	99	517	784
Verdünnung Vorfluter	1:0 / 1:1	1:20	> 1:100

Untersuchte Parameter

Im Rahmen beider Monitorings werden jeweils während der Vegetationsperiode chemische und biologische Messungen durchgeführt sowie allgemeine Gewässerparameter erhoben. Das Monitoring dauert von 2017 bis 2024 und wird somit noch zwei Jahre länger weitergeführt als die Phase, während der Massnahmen auf den Betrieben gefördert wurden. Auf diese Weise soll die Nachhaltigkeit des Projekts abgeschätzt werden.

Im vorliegenden Bericht basiert die Erfolgskontrolle auf chemischen Messungen von im Projektzeitraum als PSM eingesetzten Wirkstoffen. Da auch andere Substanzen wie zum Beispiel Biozide auf Gewässerorganismen wirken können, ist für eine integrale Bewertung der Gewässerqualität der Einbezug aller Substanzen nötig.

Hierfür werden seit 2017 von März bis Oktober kontinuierlich 2-Wochen-Sammelproben entnommen und die PSM-Konzentrationen ermittelt. Dadurch lässt sich die chronische Belastung in einem Gewässer bewerten (Ashauer *et al.* 2020). Zudem wurde bei den Gewässern eine automatisierte Niederschlags- und Durchflussmessung installiert. Bei den Kläranlagen ist die Abflussmenge bekannt. Anhand des Durchflusses resp. des Abflusses können aus den gemessenen Konzentrationen die gemittelten Frachten (transportierte Substanzmenge pro Zeiteinheit) erhoben werden.

Im Jahr 2017 wurden 60 Wirkstoffe analysiert. Unter den Wirkstoffen befanden sich 13 Fungizide, 36 Herbizide, zehn Insektizide sowie ein Wachstumsregulator. Vier weitere ebenfalls gemessene Wirkstoffe, konkret DEET, Phenothrin, Prallethrin und Transfluthrin, sind aktuell nur als Biozid zugelassen und wurden abgesehen von DEET auch nie nachgewiesen. DEET ist ein auch in der Tierhaltung zum Einsatz kommendes Repellent, das in der Bewertung der vorliegenden Messungen wegen der bei sehr hohen Konzentrationen liegenden Qualitätskriterien keine Relevanz aufweist. Die Wahl der Substanzen richtete sich nach den Erfahrungen aus dem Beurteilungskonzept für organische Spurenstoffe aus diffusen Quellen der Eawag (Wittmer *et al.* 2014). Aufgrund der Rückmeldungen der Landwirtinnen und Landwirte Ende 2017 wurde das Substanzspektrum ab 2018 um 18 Fungizide, 15 Herbizide, 19 Insektizide (wovon 13 Pyrethroide, darunter Permethrin, das aber seit 2012 nur noch als Biozid zugelassen ist und deshalb ebenfalls nicht für die Erfolgskontrolle berücksichtigt wurde), ein Molluskizid sowie einen Wachstumsregulator ergänzt. Dadurch konnte der Anteil der von den Landwirtinnen und Landwirten angewendeten

Wirkstoffe im Gewässermonitoring deutlich erhöht und somit die Aussagekraft für das BPP stark verbessert werden. Die neu 114 Wirkstoffe wurden bis Ende 2022 konstant gemessen und beibehalten (siehe Liste im Anhang).

Seit 2019 wurden im Ballmoosbach und Chrümmliisbach ergänzend zu den 2-Wochen-Sammelproben in der Hauptapplikationszeit von April bis Juni oder Juli zusätzlich 3.5-Tages-Sammelproben auf das gleiche Substanzspektrum analysiert. Dadurch lassen sich die Konzentrationsspitzen in diesem Zeitraum besser erfassen, was einerseits für den Vergleich mit akuten Qualitätskriterien (Junghans *et al.* 2017, Ashauer *et al.* 2020) und andererseits für die Analyse von Eintragswegen genutzt werden kann (siehe Abschnitt 7.2.4.1). Im 2022 wurde dies im Chrümmliisbach sogar durchgehend von März bis Oktober durchgeführt. Im ARA-Monitoring wurden die gleichen Substanzen gemessen, jedoch erfolgten keine Messungen von Glyphosat und Glufosinat. Auch auf die aufwendigere Beprobung der 3.5-Tages-Sammelproben wurde verzichtet.

Ökotoxikologische Beurteilung der Gewässer anhand der gemessenen Konzentrationen

Die einzelnen PSM unterscheiden sich zum Teil stark in ihrer Toxizität sowie in ihrer Wirkung auf die Gewässerorganismen. Aus diesem Grund hat das Ökotoxizentrum für alle untersuchten Wirkstoffe ökotoxikologisch hergeleitete Grenzwerte, die ökotoxikologischen Qualitätskriterien (QK) (Junghans 2020) ermittelt. Anhand dieser lässt sich aus den gemessenen Konzentrationen ein Risikoquotient (RQ) berechnen, der das Risiko für die Gewässerorganismen beschreibt. Der RQ bildet das Verhältnis der Konzentration im Gewässer zum QK ab. Dabei unterscheidet man zwischen chronischen und akuten QK. Für die Berechnung des RQ wurden die chronischen QK mit den Konzentrationen der 2-Wochen-Sammelproben ins Verhältnis gesetzt. Ist das Verhältnis, also der $RQ > 1$, kann ein Risiko für die Gewässerorganismen nicht mehr ausgeschlossen werden. Zudem wird berücksichtigt, auf welche Organismengruppen die Substanz eine negative Wirkung hat. Als relevante Organismengruppen gelten dabei Pflanzen (Primärproduzenten, P), Wirbellose (Invertebraten, I) und Fische (Vertebraten, V). Die Mischungstoxizität RQ_{mix} der einzelnen Organismengruppen ergibt sich dabei durch Addition der entsprechenden RQ (Junghans 2013).

Bewertet und eingeteilt wird das Risiko basierend auf dem RQ in Anlehnung an der im Beurteilungskonzept für organische Spurenstoffe aus diffusen Quellen der Eawag (Wittmer *et al.* 2014) vorgeschlagenen Zustandsklassen (Abbildung 3).

keine Belastung / sehr gut RQ < 0.1
schwach belastet / gut $0.1 \leq RQ < 1$
mässig belastet / mässig $1 \leq RQ < 2$
deutlich belastet / unbefriedigend $2 \leq RQ < 10$
stark belastet / schlecht $RQ \leq 10$

Abbildung 3: Zustandsklassen zur Beurteilung des Risikos der PSM. Bei blau und grün werden die Qualitätskriterien (QK) eingehalten, ab einer gelben Beurteilung werden die QK überschritten und ein Risiko für die Gewässerorganismen kann nicht mehr ausgeschlossen werden.

Für die Beurteilung der Ziele wurden die QK für 19 PSM gemäss GSchV (SR 814.201) verwendet. Für die übrigen nicht explizit im Anhang 2 der GSchV genannten Wirkstoffe gilt hingegen der generelle Wert von $0.1 \mu\text{g/L}$. Mit der Bewertung gemäss GSchV sind daher nur die Überschreitungen der QK und keine Bewertung von Mischungsrisiken möglich.

7.2.3 Auswirkungen auf die Produktion

Bei der Gesuchserarbeitung wurde neben der Wirksamkeit der Massnahmen darauf geachtet, dass die Massnahmen praxistauglich sind und das Produktionspotenzial nicht beeinträchtigen (LANAT 2015). Diese Vorgabe umfasst alle für die Produktion relevanten Aspekte. Konkret sollten Ertrag und Deckungsbeiträge möglichst nicht beeinträchtigt sein oder zumindest nicht in einem Ausmass, dass die im Rahmen des BPP angebotene Entschädigung übersteigt. Was die Erträge betrifft, lagen bei der Gesuchserarbeitung vereinzelt Zahlen zu reduziertem Fungizid- und Insektizideinsatz aus dem Kanton Bern vor. So war bekannt, dass die Erträge bei reduziertem Fungizideinsatz in Weizen- und Gerstenanbau etwa 7 bzw. 9 dt/ha tiefer liegen, aber es war auch bekannt, dass die Unterschiede innerhalb der gleichen Sorte gering bis vernachlässigbar waren also nur in begrenztem Masse von der Fungizidstrategie beeinflusst waren. Auch beim Rapsanbau gab es Hinweise, dass ein optimierter Anwendungszeitpunkt der Behandlungen im Frühjahr eine Reduktion des Insektizideinsatzes ohne limitierende Ertragsseinbusse ermöglichen kann. Von Seiten der Praxis wurde auch gemeldet, dass die Informationslage sehr unsicher sei, was die Verbreitung solcher Pflanzenschutzmassnahmen durch die Produzentinnen und Produzenten klar gehemmt hat.

Um die Auswirkungen eines reduzierten Einsatzes von Herbiziden, Fungiziden und Insektiziden (Massnahmen 5 und 7) auf den Ertrag, Qualität und die Wirtschaftlichkeit zu beurteilen, wurden von 2018-2023 auf Praxisbetrieben und auf Versuchsflächen der HAFL Block- und Streifenversuche durchgeführt. Um den Einfluss der Massnahme 8 (Trichogramma-Einsatz) auf den Ertrag zu evaluieren, wurden Daten aus der Literatur herangezogen werden (Bigler *et al.* 1990). Es gilt zu beachten, dass es bezüglich der Eignung der Massnahmen starke Unterschiede zwischen den Betrieben gibt. So ist der Entscheid für den Einsatz eines Striegels bzw. eines Hackgeräts stark davon abhängig, ob der Betrieb die für einen wirtschaftlichen Einsatz nötige Geräteauslastung erreicht oder allenfalls zusammen mit anderen Betrieben dafür sorgt. Des Weiteren ist es relevant, welche Böden auf seinen Parzellen vorkommen und welche Fruchtfolgestrategien gewählt werden. Daher können sich die Massnahmen auch unterschiedlich auf Erträge und auf den Deckungsbeitrag auswirken (siehe z.B. Böcker *et al.* 2019).

Bei Massnahmen zur Reduktion von Abschwemmung wie z.B. den Querstreifen am Feldrand war für die Produzierenden weniger die Auswirkung auf den Ertrag als die Praktikabilität ein Thema. Wichtig war ein geringer Aufwand der Pflege der Pufferstreifen und/oder je nach Kultur auch Vorteile für die Bearbeitung und die Ernte.

Die Motivation für die Teilnahme am Projekt bzw. für die Akzeptanz der einzelnen Massnahmen wurde durch Online-Befragungen abgeklärt (Haller und Mann 2022).

7.2.4 Prozessverständnis und Rückschlüsse auf die Wirksamkeit von Massnahmen

Die Auswertung längerer Messreihen in Einzugsgebieten mit bekannter applizierter Menge zeigt, dass die Verlusten in hohem Masse von der Witterung beeinflusst werden. In einer langjährigen Studie aus der Schweiz wurde im niederschlagreichsten Jahr eine 7-mal höhere Herbizid-Verlustrate als im trockensten Jahr bestimmt (Singer *et al.* 2006). Die starken Schwankungen von Jahr zu Jahr stellen eine grosse Herausforderung für die Erfolgskontrolle dar. Um signifikante Unterschiede zu erkennen, müssen entweder starke Reduktionen der Einträge vorliegen oder es muss über viele Jahre gemessen werden (Chow *et al.* 2023). Im BPP wurden deshalb die übliche Bewertung von Parametern der Gewässerqualität wie der Höhe und Anzahl Überschreitungen von Qualitätskriterien um vertiefte Analysen der Messdaten mit erhöhter zeitlicher Auflösung (7.2.4.1) und um Modellierungen (7.2.4.2) erweitert.

7.2.4.1 Rückschlüsse auf Eintragswege in Gewässer anhand von Messdaten

Für die Perioden, in denen mit 3.5-Tagesmischproben gearbeitet wurde (April-Juni ab 2019), lassen sich mit Hilfe einer im Rahmen einer Masterarbeit an der Eawag entwickelten Kategorisierung der Abflussverhältnisse Rückschlüsse auf mögliche Eintragswege ziehen (Tabelle 11). Unterschieden werden diffuse Einträge während regenbedingten Phasen mit erhöhtem Abfluss (1-3) und Einträge über Punktquellen während Trockenperioden (4). Tabelle 11 führt einfache Kriterien auf, mittels derer die Eintragstypen unterschieden werden können.

Tabelle 11: Kriterien mit der den einzelnen Mischproben der dominante Eintragstyp zugordnet wurde

Ereignistyp	Kriterium
1. Abfluss vom Feld während Niederschlag	Niederschlagsereignis mit längerdauerndem Anstieg des Abflusses (>12 h oberhalb der Tagesschwankung)
2. Abfluss vom Feld nach Niederschlag	Länger als 12 h anhaltender erhöhter Abfluss im Nachgang eines Niederschlagsereignisses
3. Abfluss von befestigten Flächen	Niederschlagsereignis mit vorübergehendem Anstieg des Abflusses (nach 12 h wieder innerhalb Tagesschwankung)
4. Trockenperiode	- Kein Niederschlagsereignis oder - Geringer Niederschlag ohne Anstieg des Abflusses über die Tagesschwankungen

Für jeden Wirkstoff lässt sich so die zeitliche Entwicklung bezüglich der vier Eintragstypen unterscheiden, wobei für die Interpretation (siehe 7.3.4.1) jeweils Eintragstyp 1 und 2 zusammengefasst wurden. Der Term Eintragstyp soll verdeutlichen, dass es sich bei den mittels der Methodik abgeschätzten Zahlen um eine Aggregation verschiedener Eintragswege handelt. Für die feinere Unterscheidung z.B. der Abschwemmung und Auswaschung über Drainagen wurde im BPP mit Modellierungen gearbeitet (siehe 7.2.4.2).

Zur Abschätzung der Relevanz von Schächten in den EZG (Piloteinzugsgebieten) konnte zudem auf die direkt in Schächten durchgeführten Messungen der Eawag zurückgegriffen werden (Schönenberger *et al.* 2022).

7.2.4.2 Rückschlüsse anhand von Modellierungen

Um die in den Bächen gemessenen PSM-Konzentrationen zu interpretieren, die Relevanz von Eintragswegen abzuschätzen und die Wirkung von umgesetzten oder geplanten Massnahmen zu beurteilen, wurde das «Soil Water Assessment Tool 2012» (SWAT, Arnold *et al.*, 2013) eingesetzt. SWAT ist ein prozessbasiertes öko-hydrologisches numerisches Programm, das die Auswirkungen von Landnutzungs- und Managementsystemen auf Fliessgewässer in landwirtschaftlich geprägten Einzugsgebieten simuliert. Da das Modell Rückkopplungen zwischen hydrologischen und chemischen Prozessen integriert, ist es auch dazu geeignet, die Einträge von PSM in Oberflächengewässer unter Berücksichtigung von deren Anwendung, Eigenschaften und Managementmassnahmen zu simulieren.

SWAT ist modular aufgebaut, wobei die relevanten physikalischen, chemischen und biologischen Prozesse mittels empirischer Gleichungen beschrieben werden. Diese Prozesse werden auf der Ebene einer Parzelle (= 'Hydrological Response Unit') mit einer zeitlichen Auflösung von einem Tag berechnet. Von jeder Parzelle gelangen Wasser und die darin gelösten PSM über folgende Eintragswege ins Oberflächengewässer: (i) Abschwemmung/Erosion, (ii) Drainagen, (iii) Infiltration von Grundwasser und (iv)

Infiltration von Bodenwasser. Hydraulische Kurzschlüsse werden in SWAT zwar nicht explizit berücksichtigt, können aber indirekt über die Topologie der Parzellen abgebildet werden, indem die betroffenen Parzellen die PSM direkt in den Bach austragen.

Für die Erstellung der Modelle der Einzugsgebiete waren folgende Basisdatensätze als Input erforderlich: das digitales Höhenmodell, das digitales Fließnetzwerk, die Arealstatistik (Wald, Fruchtfolgeflächen und bewohnte Gebiete), Bodendaten, Wetterdaten (Niederschlag und Lufttemperatur), PSM-Anwendungsdaten (Applikationsdatum und -menge, Kultur), eine digitale Karte mit Positionen von Querstreifen am Feldrand bzw. Pufferstreifen am Gewässerrand, Drainagen und Kurzschlüssen und Substanzeigenschaften der applizierten Wirkstoffe. Im BPP liegen diese Daten über sechs Jahre vor.

Bei der Kalibrierung der Modelle wurden sensitive Parameter mittels eines geeigneten Verfahrens solange verändert, bis die berechneten Abflussmengen und Frachten die gemessenen so gut wie möglich beschreiben. Als Gütekriterium für das kalibrierte Modell, d. h. die Übereinstimmung zwischen Vorhersage und Messung, wird in der Hydrologie die Nash-Sutcliffe Effizienz (NSE) verwendet. Ein kalibriertes Modell mit NSE-Werten zwischen 0.5 und 0.65 wird gemäss Moriasi *et al.* (2007) als zufriedenstellend eingestuft, mit NSE-Werten > 0.65 als gut.

Ein kalibriertes Modell bietet die Möglichkeit, den Anteil der verschiedenen Eintragswege an den Wassermengen und PSM-Frachten im Oberflächengewässer oder den Beitrag der einzelnen Parzellen an den Frachten abzuschätzen. Zudem bietet es die Grundlage, um verschiedene Szenarien zu rechnen (siehe 7.2.4.3), wie zum Beispiel das Erstellen von Risikokarten oder der Effekt von Pufferstreifen zu eruieren.

7.2.4.3 Mögliche Aussagen zur Wirksamkeit von Massnahmen

Aussagen anhand der Messdaten

Messungen am Auslass eines Einzugsgebiets stellen ein Integral aller im Gebiet stattfindenden Prozesse dar. Daher wird im BPP folgendes Vorgehen gewählt, um den Beitrag von Massnahmen abzuschätzen:

- Umgesetzte Massnahmen zur Reduktion des PSM-Einsatzes und deren Standort (Massnahme 5-11 in Tabelle 1) lassen sich über die im Agrarinformationssystem GELAN erfassten Beiträge und die in den Einzugsgebieten bzw. auf Referenzbetrieben erhobenen Daten zum PSM-Einsatz bestimmen.
- Die Wirkung von Massnahmen zur Reduktion von Punktquellen (Massnahme 2 in Tabelle 1) lässt sich über die Frachtmessung in Kläranlagen und die Analyse von Eintragstypen abschätzen (7.2.4.1). Die während des Projekts umgesetzte Massnahmen sollten – unter Berücksichtigung einer allfälligen Reduktion des Einsatzes - zu tieferen Verlusten von Proben mit Ereignistyp 4 führen (weitere methodische Details in Ramseier *et al.* 2022) und damit die Wirksamkeit der Massnahme «Spritzenfüll- und Waschplatz» belegen.
- Die Wirkung von Massnahmen gegen diffuse Einträge (Massnahme 3 und 4 in Tabelle 1) lässt sich ebenfalls über Eintragstypen schätzen, wobei auch hier zuerst die Reduktion des Einsatzes berücksichtigt wird. Sie wird aufgrund der starken interannuellen Variabilität aber nur erkennbar sein, wenn die Wirkung der Massnahme höher ist als die Variabilität und auf genügend Risikoparzellen umgesetzt wurde. Der unten beschriebene Ansatz mit Modellen stellt eine Möglichkeit dar, die aufgrund der Witterung, der Fruchtfolgenrotation und der von Jahr zu Jahr unterschiedlichen Pufferstreifen-Platzierung entstehende Variabilität bei der Quantifizierung der Wirksamkeit zu berücksichtigen.

Aussagen anhand von Modellrechnungen

Wie oben erwähnt, sind anhand von Messungen am Gebietsauslass kaum Aussagen zur Reduktion diffuser Einträge möglich. Selbst aus kontrollierten Parzellenversuchen lassen sich keine fixen Reduktionsfaktoren für Pufferstreifen einer bestimmten Breite ableiten (Reichenberger *et al.* 2019). Die hohe Variabilität zwischen verschiedenen Parzellen, Witterungsverhältnissen und Wirkstoffen muss mit Hilfe mechanistische Modelle wie SWAT berücksichtigt werden (Klein *et al.* 2023). Mit dem kalibrierten SWAT-Modell

können die Einträge von definierten PSM-Anwendungen in die Oberflächengewässer für verschiedene Szenarien berechnet werden. So kann etwa durch das Variieren der Breite oder Anordnung von Pufferstreifen deren Auswirkungen auf die PSM-Frachten im Oberflächengewässer simuliert werden. Der Einfluss des Wetters auf die PSM-Konzentrationen kann durch die Annahme verschiedener Wetterszenarien aufgezeigt werden. Es kann zusätzlich ermittelt werden, welche Flächen das höchste Risiko aufweisen, dass PSM in das Gewässer ausgetragen werden, um dann letztendlich gezielt diese Flächen mit Massnahmen zu versehen.

7.3 Resultate

7.3.1 Umsetzung von Massnahmen

Die umgesetzten Massnahmen haben nahezu für alle Massnahmen im Ackerbau über die sechs Projektjahre stetig zugenommen (siehe Tabelle 2). Offenbar haben sie im Lauf des Projekts noch kein Plateau erreicht, denn für fünf von sechs Massnahmen war die Beteiligung im letzten Projektjahr am höchsten (Querstreifen am Feldrand, Begrünung der Fahrspur, Herbizid-Verzicht, reduzierter Insektizid- und Fungizideinsatz und Trichogramma-Einsatz im Mais). Lediglich der Verzicht auf Totalherbizide scheint sich von Anfang an auf einem Niveau von ungefähr 16'000 ha eingependelt zu haben. Die drei auf Spezialkulturen ausgerichteten Massnahmen 9-11 (Einnetzen, Verwirrungstechnik und Verzicht auf Herbizide im Rebbau) erreichten ebenfalls relativ schnell ein Plateau. Im Fall der Reben lag dieses auf einem sehr hohen Niveau, da in den letzten drei Projektjahren fast die gesamte konventionell angebaute Rebfläche ohne Herbizide angebaut wurde.

Eine extrem starke Zunahme der Beteiligung wurde im letzten Projektjahr für die Sanierung bzw. Erstellung von Waschplätzen verzeichnet. Bei diesen Investitionen in die Infrastruktur kann von einem über lange Zeit wirksamen Effekt auf die Reduktion von Punktquellen ausgegangen werden.

Die 30 ausserhalb der Piloteinzugsgebiete liegenden Referenzbetriebe wiesen eine ähnliche Beteiligung an den Massnahmen auf wie die Betriebe in den beiden Piloteinzugsgebieten. Lediglich die Querstreifen wurden mit durchschnittlich 1070 Laufmeter pro Betrieb in den Piloteinzugsgebieten deutlich häufiger angelegt wie auf den Referenzbetrieben mit 640 Laufmetern (siehe Abbildung 3 in Ramseier *et al.* 2022 für das Jahr 2021). Das dürfte einerseits auf die von der HAFL in den Piloteinzugsgebieten angebotene Beratung zurückzuführen zu sein, andererseits auch damit zu tun haben, dass in beiden Einzugsgebieten die Dichte an Schächten mit indirektem Gewässeranschluss hoch bzw. im Fall des Chrümmlisbachs sogar besonders hoch ist und daher auch der Bedarf an Querstreifen höher ist als in anderen Einzugsgebieten. Bei den übrigen Massnahmen war mit 9.4 ha pro Betrieb in den beiden Piloteinzugsgebieten bzw. bei 7.5 ha pro Betrieb bei den Referenzbetrieben der Verzicht auf Totalherbizide die flächenwirksamste Massnahme. Beim reduzierten Fungizid- oder Insektizideinsatz waren es noch 2.5 bzw. 1.6 ha pro Betrieb und beim Herbizidverzicht auf der offenen Ackerfläche noch 0.5 bzw. 0.9 ha pro Betrieb.

In den beiden Piloteinzugsgebieten wurden die beteiligten Betriebe jeweils informiert, welche Wirkstoffe wie häufig zu Überschreitungen führen und in welchen Kulturen Spielräume für die Substitution bestehen. Die Substitution war aber im Rahmen des BPP keine eigene Massnahme. Andere Projekte wie z.B. das Projekt Boiron de Morges unterstützen Landwirte und Landwirtinnen finanziell beim Verzicht auf Bodenherbizide. Die bisherigen Auswertungen des Wirkstoffeinsatzes deuten in beiden Einzugsgebieten darauf hin, dass die beobachteten Substitutionen primär auf den Wegfall der Bewilligung der entsprechenden Wirkstoffe zurückzuführen war.

7.3.2 Reduktion der Gewässereinträge

7.3.2.1 Qualität Oberflächengewässer in den zwei Piloteinzugsgebieten

Für die Oberflächengewässer in den beiden Piloteinzugsgebieten wurde die Anzahl Überschreitungen der numerischen Anforderung gemäss GSchV (SR 814.201) als Parameter für die Zielerreichung gewählt (Tabelle 4). Ebenfalls vorgenommen wurde eine Beurteilung mit den Qualitätskriterien des Ökotoxentums, für die aber kein quantitatives Ziel formuliert wurde. Im Folgenden wird eine erste Übersicht über die Resultate gegeben. Eine abschliessende und vertiefte Auswertung der Wirkung basierend auf den Monitoringdaten erfolgt nach Abschluss der Messungen Ende 2024.

Die Summenkonzentrationen liegen über alle sechs Jahre hinweg im Ballmoosbach grösstenteils unter 1 µg/L, eine Ausnahme bildet ein Maximalwert von ca. 4 µg/L. Im Chrümlisbach hingegen liegen die Summenkonzentrationen über den gesamten Zeitraum bei der überwiegenden Anzahl der Messungen über 1 µg/L und es wurden maximale Summenkonzentrationen von zum Teil deutlich höher als 8 µg/L, bis hin zu ca. 20 µg/L erreicht (Abbildung 4). Die Summenkonzentrationen sind im Ballmoosbach folglich generell tiefer als im Chrümlisbach und auch die daraus berechneten Frachten sind durchwegs kleiner. Das Einzugsgebiet des Ballmoosbachs ist halb so gross wie jenes des Chrümlisbachs (Tabelle 9) und der Ballmoosbach hat halb so viel Durchfluss wie der Chrümlisbach (Ballmoosbach bei Trockenwetter ca. 5 L/s, Chrümlisbach ca. 10 L/s). In beiden Gebieten wird intensiv Ackerbau betrieben und der Gewässeranschluss (Wahrscheinlichkeit, dass Stoffeinträge in die Gewässer erfolgen können) zeigt ein vergleichbares Bild (Tabelle 9). Theoretisch wären somit ähnliche Konzentrationen zu erwarten gewesen. Eine wichtige Ursache für die unterschiedlichen Summenkonzentrationen kann die steilere Hanglage des Chrümlisbach-Einzugsgebiets sein, wodurch die PSM-Einträge bei Regen durch oberflächliche Abschwemmung von den Feldern begünstigt werden. Zudem weist dieses Einzugsgebiet zahlreiche Entwässerungsschächte in den Feldern sowie entlang den Wegrändern auf, über welche bei Regen grössere Mengen an PSM rasch über sogenannte hydraulische Kurzschlüsse ins Gewässer eingetragen werden können (Schönenberger *et al.* 2020; indirekter Gewässeranschluss, Tabelle 9). Im Einzugsgebiet des Ballmoosbachs liegt die Dichte solche Schächte dreimal tiefer und die Flächen grenzen grösstenteils direkt an das Gewässer (direkter Gewässeranschluss, Tabelle 9).

Vergleicht man die Jahre miteinander, so fällt auf, dass die Summenkonzentrationen in beiden Gewässern unterschiedlich hoch sind (Abbildung 4). Dabei muss allerdings berücksichtigt werden, dass die Werte von 2017 nicht direkt mit den Folgejahren verglichen werden können, da im 2017 weniger Substanzen analysiert wurden. Nichtsdestotrotz sind die Summenkonzentrationen im Ballmoosbach seit 2019 zurückgegangen. Im Chrümlisbach bleiben sie vorerst unverändert oder steigen zeitweise sogar leicht an. Seit 2021 scheinen die Summenkonzentrationen aber auch leicht rückläufig und die Konzentrationsspitzen sind insbesondere während der Hauptapplikationsperiode verhältnismässig tief. Im Ballmoosbach wurde ab 2019, im Chrümlisbach ab 2021 die im Einzugsgebiet befindlichen Waschplätze gewässerschutzkonform saniert. Diese Massnahme sollte sich positiv und nachhaltig auf die gemessenen PSM-Konzentrationen auswirken.

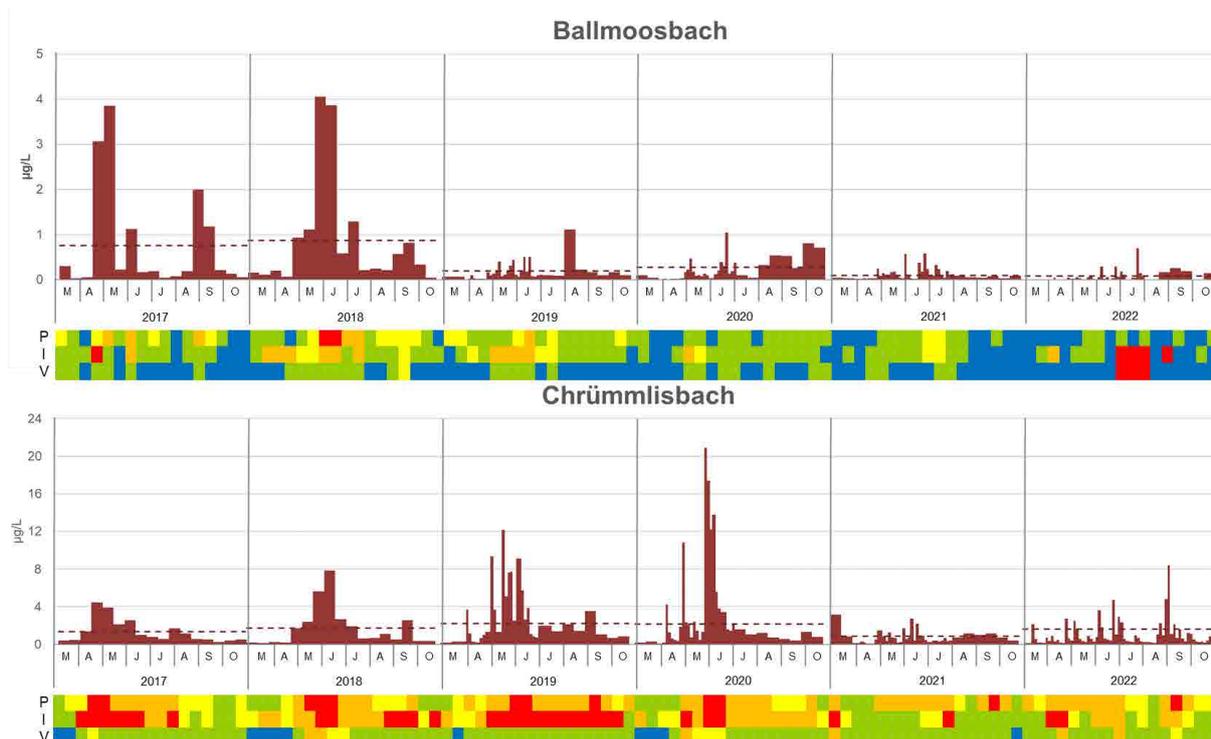


Abbildung 4: Summenkonzentrationen [$\mu\text{g/L}$] der gemessenen PSM in den 2-Wochen-Sammelproben, jeweils von März bis Oktober für 2017 bis 2022. Ab 2019 sind auch 3.5-Tages-Sammelproben dargestellt. Ballmoosbach oben, Chrümmlisbach unten, unterschiedliche Skalierung der Y-Achsen. Unter der Grafik wird in der gleichen Zeitachse die chronische Belastungssituation (CRQmix) dargestellt. Eine Kachel entspricht einer 2-Wochen-Sammelprobe, in den Zeilen sind die Organismengruppen Pflanzen (P), Wirbellose (I) und Fische (V) abgebildet. Die Farbe der Kacheln repräsentiert gemäss erweitertem Ampelsystem (Abbildung 3) das Risiko für die Gewässerorganismen; bei blauen und grünen Kacheln werden die Qualitätskriterien eingehalten, bei orange werden sie zwei bis zehnfach überschritten und bei rot mehr als zehnfach.

Chronische Belastungssituation

Die chronische Belastungssituation berechnet sich aus der Addition der chronischen Risikoquotienten der einzelnen Wirkstoffe (CQRmix). Sie zeigt im Ballmoosbach (Abbildung 4, oben) im 2017 einige mässige bis deutliche Überschreitungen der chronischen Qualitätskriterien (CQK) v.a. für Pflanzen (P), vereinzelt auch für Wirbellose (I). Die Überschreitungen dauern hier maximal vier Wochen an (= zwei 2-Wochen-Sammelproben). Zu berücksichtigen ist, dass das Jahr 2017 nicht direkt mit den folgenden Jahren verglichen werden kann, da das Substanzspektrum ab 2018 erweitert wurde. Im Jahr 2018 zeigt sich ein starkes Risiko (rote Beurteilung) für Pflanzen (P) während vier Wochen im Juni. Im Allgemeinen dauern die Überschreitungen im Jahr 2018 länger an und auch die Fische (V) sind kurzzeitig betroffen. Im Jahr 2019 sind vor allem die Wirbellosen (I) gefährdet, hier zeigt sich eine langanhaltende, deutliche Überschreitung von April bis Juni. Ab 2020 treten nur noch vereinzelte Überschreitungen auf. Leider wurde aber im 2022 in der Jahresmitte ein sehr starkes Risiko für Wirbellosen (I) und Fische (V) errechnet. Dieses wird durch das Insektizid Deltamethrin verursacht, welches Ende Juni angewendet wurde (Abbildung 4, oben und rote Kacheln im 2022). Deltamethrin ist ein sehr toxischer Stoff mit einem CQK von 0.0017 ng/L . Solche Stoffe führen bereits bei kleinsten Einträgen zu Überschreitungen ihrer Qualitätskriterien. Das zeigt sich im konkreten Fall bei der Bestimmung der Verlustrate, d.h. des Anteils der ausgebrachten Menge, die im Gewässer abgeflossen ist. Diese lag mit 0.006% weit unter den von für mobilen Wirkstoffen üblichen Werten, die bei gewissen Herbiziden und je nach Bedingungen Werte von 1% oder sogar noch höher erreichen kann (Burgoa und Wuachope 1995, Doppler *et al.* 2014, Ramseier *et al.* 2022). Eine Verlustrate von 0.006% entspricht bei einem Feld mit einer Fläche von einem Hektar der Wirkstoffmenge, die auf 0.6 m^2 ausgebracht wird. Was die möglichen Eintragswege dieses Eintrags betrifft, zei-

gen die Niederschlagsmessungen einen Tag nach der Applikation zwei grössere Niederschlagsereignisse, die jeweils zu einem starken Anschwellen des Bachs führten. Solch starke Anstiege des Abflusses sind charakteristisch für regengetriebenen Wirkstoffverluste (Abschwemmung vom Feld, Einträge in Drainagen und indirekte Einträge über Strassen). Da der Wirkstoff in insgesamt fünf Proben nach dem ersten Peak nachgewiesen wurde, ist ein Eintrag über Abschwemmung oder Drainagen wahrscheinlicher als ein Eintrag von der Strasse, dies auch deshalb, weil ein über die gesetzliche Vorgabe von 0.5 m hinausgehender Streifen zur Strasse angelegt war, mit Driftreduktion gearbeitet wurde und am Tag der Applikation keine erhöhten Windgeschwindigkeiten aufgezeichnet wurden. Dies verdeutlicht, dass es trotz grösster Sorgfalt geringe Mengen in Gewässer eingetragen werden können. Bei Wirkstoffen mit extrem tiefen CQK können dann selbst kleinste Einträge zu längerdauernden Überschreitungen von Qualitätskriterien führen.

Der Chrümmlisbach (Abbildung 4, unten) weist über alle sechs Jahre eine grössere chronische Belastung für die Gewässerorganismen auf als der Ballmoosbach, was mit den höheren gemessenen Konzentrationen korreliert. Über den ganzen Beobachtungszeitraum traten im Chrümmlisbach jeweils vor allem bei den Pflanzen (P) wie auch bei den Wirbellosen (I) deutliche bis sogar starke Überschreitungen über lange Zeiträume auf. Bei Vertebraten (V) wurden in fünf von sechs Jahren jeweils zwischen 2 bis 8 Wochen mässige bis deutliche Belastungen bestimmt. In einer Studie mit *in-vitro* Tests ergaben sich für den Chrümmlisbach auch erhöhte Risikoquotienten im Fischzellinientest, weshalb negative Auswirkungen auf den Fischbestand nicht ausgeschlossen werden können (Kienle et. al. 2023). Insgesamt zeigt sich jedoch eine Abnahme der Höhe der Belastung, denn in den letzten drei Projektjahren wurden deutlich seltener starke Belastungen (rote oder orange Kacheln in Abbildung 4) beobachtet als in den ersten drei Jahren.

Anzahl Überschreitungen der chronischen Qualitätskriterien

Um das Ausmass des Risikos für die Gewässerorganismen zu quantifizieren, wurden die Anzahl Überschreitungen der chronischen Qualitätskriterien (CQK) ermittelt (Abbildung 5 rechte Seite). Auch hier gilt es zu beachten, dass im Jahr 2017 weniger Substanzen gemessen wurde und dadurch diese Zahlen nicht direkt mit den Folgejahren verglichen werden dürfen.

Im Ballmoosbach wurden im 2018 am meisten CQK-Überschreitungen registriert, diese sind ab 2019 rückläufig. Im Chrümmlisbach treten generell mehr Überschreitungen auf als im Ballmoosbach. Am meisten Überschreitungen wurden im 2019 verzeichnet und am wenigsten im Jahr 2021. Der Rückgang ist in Bezug auf die CQK weniger ausgeprägt als auf die in Abbildung 4 ersichtliche Höhe der Überschreitungen.

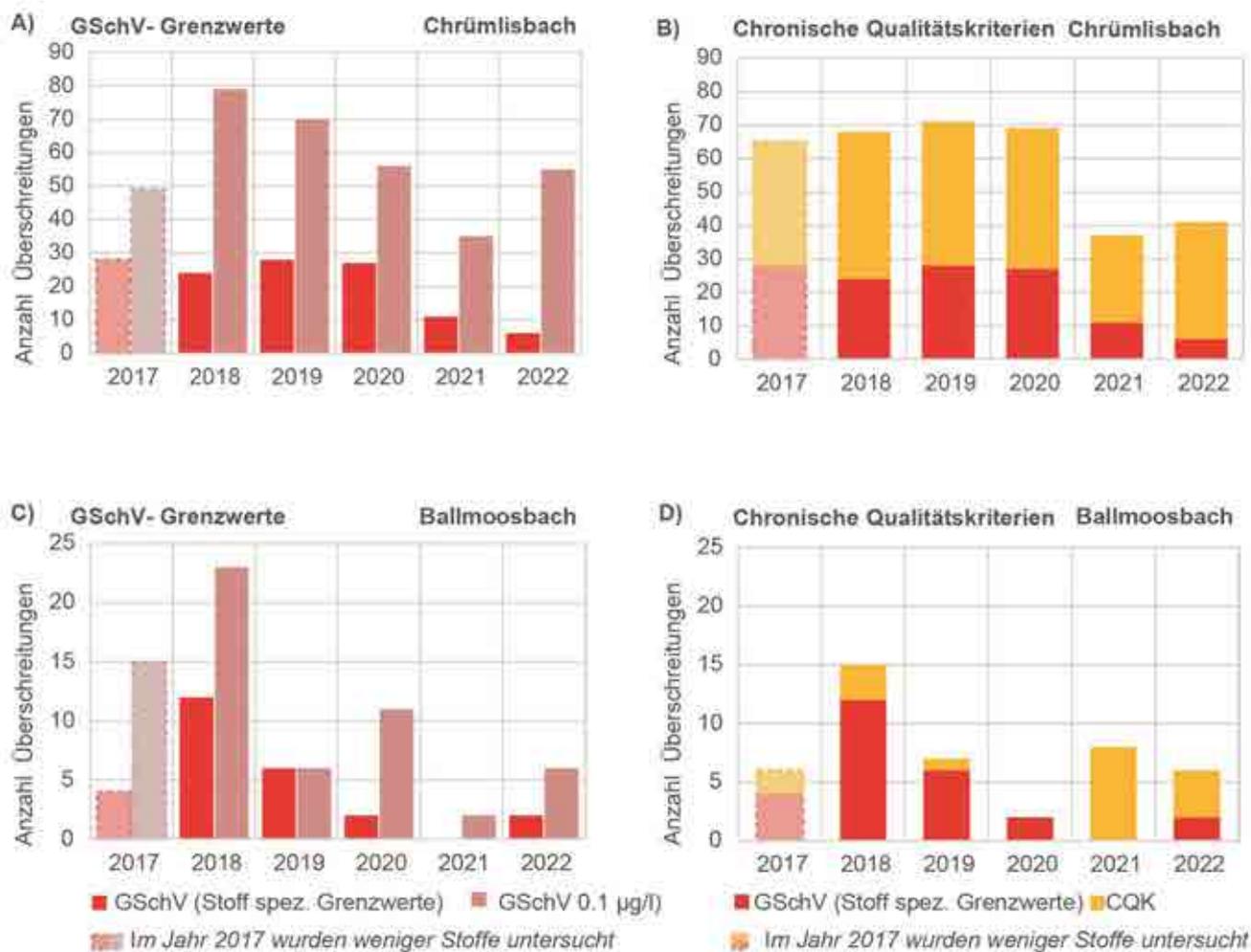


Abbildung 5: Linke Seite: Anzahl Überschreitungen von ökotoxikologisch, begründeten Grenzwerten (rot, stoffspezifische Grenzwerte) sowie Anzahl Überschreitungen der allgemeinen Anforderung von 0.1 µg/l für Pestizide (hellrot) A) im Chrümlisbach und C) im Ballmoosbach. Rechte Seite: Anzahl Überschreitungen chronischer Qualitätskriterien (CQK) (Überschreitungen von Stoffen, die gesetzlich geregelt sind rot dargestellt, Stoffe die nicht gesetzlich geregelt sind gelb). Im Jahr 2017 wurden noch keine Pyrethroide untersucht. Die Anzahl Überschreitungen (gestrichelte Linie) CQK ist daher nicht direkt vergleichbar mit den Folgejahren. Die Skalierung Y-Achsen ist im Chrümlisbach und Ballmoosbach unterschiedlich.

Anzahl Überschreitungen der gesetzlichen Anforderungen (Projektziel)

Trotz allem dürfen aber Stoffe, die zwar nach aktuellem Wissensstand kein grosses Risiko für Gewässerorganismen darstellen, jedoch in erhöhten Konzentrationen auftauchen, bei der Gewässerbeurteilung nicht vernachlässigt werden. Gemäss Anhang 2 der Gewässerschutzverordnung GSchV gilt für organische Pestizide (Biozide und PSM) – soweit nicht abweichend geregelt – der Grenzwert von 0.1 µg/L, im Sinn des vorsorglichen Gewässerschutzes. Das heisst, die Anzahl der Überschreitungen gemäss GSchV setzen sich zusammen aus der Summe der Überschreitungen für folgenden zwei Stoffkategorien: (1) abweichend geregelte Stoffe (aktuell sind dies gemäss Anhang 2 GSchV 19 organische Pestizide) mit ökotoxikologisch, begründeten Grenzwerten und (2) alle übrigen organischen Pestizide, für die gilt der allgemeine Grenzwert von 0.1 µg/L (Abbildung 5 linke Seite). In allen untersuchten Jahren und bei beiden Gewässern wurden jeweils Stoffe detektiert, die nicht spezifisch in der GSchV geregelt sind, jedoch in Konzentrationen über 0.1 µg/L vorliegen. Im 2017 und 2018 ist die Anzahl Überschreitungen der GSchV für den Ballmoosbach besonders hoch im Vergleich zu den Folgejahren. Diese Beobachtung kor-

reliert mit den rückläufigen PSM- Summenkonzentrationen ab und einschliesslich 2019. Im Chrümlisbach war die Anzahl anGSchV-Überschreitungen im 2018 und 2019 am höchsten und ist ab 2020 zurückgegangen. Zu berücksichtigen ist wieder die Tatsache, dass im Jahr 2017 weniger Substanzen gemessen wurden.

Als Projektziel wurde eine 20-prozentige Reduktion der durch Abschwemmung bedingten Anzahl Überschreitungen der numerischen Anforderung an die Wasserqualität gemäss GSchV (Tabelle 4) definiert. In beiden Piloteinzugsgebieten konnte eine Reduktion von 40 bis maximal 80% festgestellt werden (Abbildung 5, linke Seite). Ob diese erzielte Reduktion durch Verhinderung von Punktquellen (Spritzenfüll- und Waschplatz), dank der Förderung des reduzierten PSM-Einsatzes, oder dank der Massnahmen zur Reduktion der diffusen Einträge erreicht wurde, wird in derzeit noch laufenden, tiefergehenden Analysen und Witterungseinflüsse berücksichtigende Modellrechnungen untersucht. Anzumerken ist ebenfalls die Tatsache, dass in den Piloteinzugsgebieten die Landwirtinnen und Landwirte durch Beratungen und Sensibilisierung sowohl zu Punktquellen als auch diffusen Einträgen umfassend unterstützt wurden, was einen Einfluss auf die Reduktion der Einträge gehabt haben kann.

7.3.2.2 Frachten in ARA

In der Abbildung 6 sind die von März bis Oktober ermittelten Frachten der PSM jeweils pro Jahr dargestellt. Wie beim Gewässermonitoring gilt auch beim ARA-Monitoring zu beachten, dass die Frachten im Jahr 2017 aufgrund des kleineren Substanzspektrums tendenziell tiefer ausfallen als in den Folgejahren.

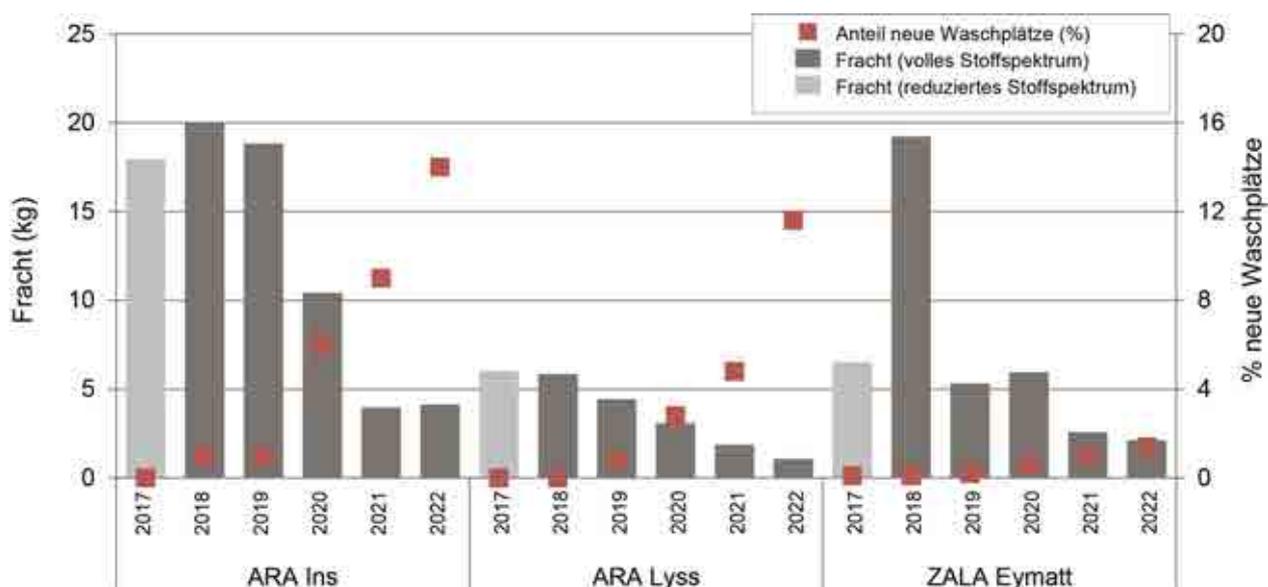


Abbildung 6: Frachten [kg] der gemessenen PSM in den 2-Wochen-Sammelproben, jeweils von März bis Oktober für 2017 bis 2020 (dunkel graue Balken). Im Jahr 2017 wurden weniger Stoffe untersucht, als in den Folgejahren (hellgrauer Balken), die Fracht ist daher tendenziell geringer. Ebenfalls dargestellt ist die prozentuale Anzahl [%] der neuen gebauten Waschplätze für 2017 bis 2022, gemessen an der Gesamtzahl der Bauernbetriebe im jeweiligen Einzugsgebiet der Kläranlagen (rote Vierecke). Links dargestellt ist die ARA Ins, in der Mitte die ARA Lyss, rechts die ZALA Eymatt.

Vergleicht man die drei Kläranlagen untereinander fällt auf, dass die Frachten bei der ARA Ins – trotz der geringsten Grösse des Einzugsgebiets – deutlich höher sind als bei den anderen beiden ARA. Sie bewegten sich in den Jahren 2017 bis 2019 auf einem Niveau von knapp 20 kg. Ca. Mitte Juni 2020 wurde unter anderem ein grosses Waschplatz-Projekt realisiert, das einen deutlichen Rückgang der Frachten zur Folge hatte. Die Gesamtfracht betrug in diesem Jahr noch 10.6 kg, in den Folgejahren noch lediglich rund 4 kg. In der ARA Lyss sind die Frachten seit 2017 kontinuierlich rückläufig. Bei der ZALA Eymatt sticht die hohe Fracht von mehr als 20 kg im Jahr 2018 ins Auge. Dabei macht der Wirkstoff Carbendazim einen grossen Anteil von rund 15 kg aus, die hauptsächlich auf zwei 2-Wochen-Sammelproben im

Frühjahr 2018 fallen. Die Zulassung dieses Wirkstoffes wurde zurückgezogen, mit einer Aufbrauchfrist bis zum 30. November 2018. Die hohe Fracht könnte also vermutlich auf eine illegale Entsorgung zurückzuführen sein. Im Nachhinein lässt sich dies aber leider nicht mehr ermitteln. Abgesehen davon sind die Frachten auch hier seit 2017 kontinuierlich rückläufig. Die Massnahme zum Bau eines Waschplatzes wurde zu Beginn des Projekts noch zögerlich umgesetzt, was mit dem beachtlichen Planungs- und Realisierungsaufwandes der Massnahme zu erklären ist. Die Anzahl der gebauten Waschplätze nimmt mit fortschreitender Projektdauer zu. Die Anzahl der realisierten Waschplätze ist in Tabelle 12 zusammengefasst.

Tabelle 12: Anzahl der neu gebauten Waschplätze in den Einzugsgebieten der Kläranlagen ARA Ins, ARA Lyss und ZALA Eymatt

Kläranlage	ARA Ins	ARA Lyss	ZALA Eymatt
Anzahl Bauernbetriebe	99	517	784
Waschplatz neu 2017	0	1	1
Waschplatz neu 2018	1	0	0
Waschplatz neu 2019	0	4	1
Waschplatz neu 2020	5	8	3
Waschplatz neu 2021	3	10	3
Waschplatz neu 2022	5	34	3
Summe Waschplätze 2017-22	14	58	11

Die in Tabelle 12 angegebene Anzahl Landwirtschaftsbetriebe im Einzugsgebiet der Kläranlage soll der Orientierung dienen, ist aber nur begrenzt aussagekräftig, da die Zahl auch Betriebe beinhaltet, die keine PSM einsetzen, z.B. weil sie weder Ackerbau betreiben noch Spezialkulturen anbauen. Für den wissenschaftlichen Schlussbericht 2025 soll stattdessen versucht werden, die Betriebe bzw. deren Anbaufläche bezüglich der PSM-Austragsproblematik via Hof zu gewichten. Der Ansatz von Koch und Prasuhn (2021) erscheint zu diesem Zweck geeignet. Eine gute Orientierung zur kantonsweiten Beteiligung ergibt sich, wenn die insgesamt 480 geförderten Waschplätze mit der 2015 im Projektgesuch geschätzten Zahl von 2'000 im Kanton in Betrieb befindlichen Anzahl Feldspritzen ins Verhältnis gesetzt wird (Rentsch 2015).

Die ARA Ins mit einem hohen Ackeranteil im Einzugsgebiet von 69 % eignet sich besonders, um die Massnahme des Baus eines gewässerschutzkonformen Waschplatzes auf Wirkstoffebene zu überprüfen, u.a. auch weil Beeinflussungen der Resultate durch Biozidanwendungen ausserhalb der Landwirtschaft minimiert werden können. Am Beispiel dieser Kläranlage wird dargestellt, wie sich die Frachten der einzelnen Stoffe über die Jahre entwickeln. Abbildung 7 zeigt den Verlauf jener zehn Wirkstoffe, die den grössten Frachtanteil ausmachen. Tendenziell zeigen alle Verläufe einen starken Rückgang, wenn auch nicht in jedem Fall kontinuierlich von Jahr zu Jahr. Bei Einträgen in Kläranlagen gilt es bei gewissen Wirkstoffen zu berücksichtigen, dass diese auch ausserhalb der Landwirtschaft etwa im Zierpflanzenbau oder von nichtberuflichen Anwendern eingesetzt werden. Von den zehn in Abbildung 7 dargestellten Wirkstoffen gab es in den ersten vier Projektjahren nur für Azoxystrobin auch eine Zulassung für nichtberufliche Anwender. Für Propyzamid und Linuron spielt eventuell der Zierpflanzenbau eine gewisse Rolle. Für die übrigen sieben Wirkstoffe kommt nur der Einsatz in der Landwirtschaft als Quelle in Frage.



Abbildung 7: Frachtverläufe in der ARA Ins der zehn Wirkstoffe mit dem grössten Mengenanteil für die Jahre 2017 bis 2022. Propyzamid und Pencycuron waren erst ab 2018 im Messprogramm.

In diesem Bereich wurde als Projektziel eine 30-prozentige Reduktion der Gesamtfracht von PSM im Auslauf von ARAs definiert (Tabelle 4). Vergleicht man die mittlere Fracht der Jahre 2017 und 2018 mit der von 2021 und 2022 ergibt sich für die 3 ARAs Ins, Lyss und Eymatt eine Reduktion der PSM-Frachten um 79, 76 bzw. 65 %. Die definierten Projektziele wurden somit erreicht.

7.3.2.3 Übertragbarkeit der Ergebnisse auf den ganzen Kanton

Sowohl die Ergebnisse der beiden Piloteinzugsgebiete für Oberflächengewässer als auch die drei ARA-Einzugsgebiete sollen über geeignete Kenngrössen in die Gesamtheit aller Einzugsgebiete des Kantons eingeordnet werden. Die einfachste Grösse hierfür ist die offene Ackerfläche. Als fundiertere Analyse ist geplant, die von Koch und Prasuhn (2021) erstellten Risikokarten (Anteil direkte und indirekte Einträge, Drainageeinträge und Punktquellen bzw. Synthese davon) zu verwenden. Auf diese Weise sind einerseits Aussagen zum gesamten Einzugsgebiet möglich, z.B. ob der Ballmoosbach und der Chrümmlisbach als Gebiete mit besonders hohen Risiken einzustufen sind und andererseits auch zu bestimmten Massnahmen also z.B. ob in anderen Gebieten bereits deutlich weniger Querstreifen einen äquivalenten Effekt erzielen dürften. Die Erkenntnisse werden im Bericht 2025 berichtet.

7.3.2.4 Fazit chemisches Monitoring

Das chemische Monitoring in den beiden Piloteinzugsgebieten und drei ARAs zeichnet sich durch eine hohe zeitliche und stoffliche Abdeckung aus, d.h. ein hoher Anteil der eingesetzten Stoffe wurde auch gemessen. Dies ermöglicht die fundierte Erfolgskontrolle des BPP, die bei früheren PSM-Projekten häufig nur begrenzt möglich war (Daouk 2019). Im Jahr 2023 und 2024 liefen bzw. laufen noch weitere Untersuchungen, um die Wirkung der Massnahmen nach dem Ende der Förderungsphase zu evaluieren. Diese beiden Jahre müssen einbezogen werden, um eine vollständige Beurteilung zu erhalten. Dies erfolgt im 2025 erscheinenden Schlussbericht zur wissenschaftlichen Begleitung.

In den untersuchten Kläranlagen sank die Gesamtfracht, der untersuchten Stoffe, um 65-79 %. Damit wurde das quantitative Ziel einer Reduktion um mindestens 30 % klar erreicht.

In den beiden untersuchten Oberflächengewässern ist eine differenzierte Betrachtung nötig. Die Höhe der Belastungen hat, abgesehen vom Jahr 2022 im Ballmoosbach, in beiden Bächen abgenommen. So wurden in den letzten drei Jahren vor allem im Chrümmlisbach deutlich seltener Proben als stark belastet eingestuft als in den ersten drei Projektjahren. In Bezug auf die Anzahl Überschreitungen gibt es einen deutlichen Trend im Ballmoosbach und zwar sowohl für die Überschreitungen der GSchV-Vorgaben als auch der CQK. Im Chrümmlisbach wurde zwar die Anzahl Überschreitungen der GSchV-Vorgaben stark reduziert, aber bei den ökotoxikologisch relevanteren CQK-Überschreitungen ist die Abnahme nicht ein-

deutig. Sowohl für Pflanzen und Invertebraten treten nach wie vor Phasen mit starker Belastung auf. Einzelne Stoffe mit besonders hohem Risikopotenzial können dabei trotz grösster Sorgfalt zu sehr hohen Belastungsspitzen führen.

7.3.3 Auswirkungen auf die Produktion

7.3.3.1 Versuche auf Praxisbetrieben und Versuchsflächen der HAFL

Die Block- und Streifenversuche zum Herbizid-Verzicht in Mais und Getreide, zum reduzierten Fungizid-einsatz im Getreide und zum reduzierten Insektizideinsatz im Raps ergeben eine fundierte Datengrundlage, um die Auswirkungen der Massnahmen 5 (Herbizid-Verzicht) und 7 (Reduzierter Fungizid- und Insektizideinsatz) zu beurteilen. Das kantonsübergreifende Monitoring des Maiszünslerbefalls ermöglicht, die Auswirkung der Massnahme 8 (Trichogramma-Einsatz) auf kantonaler Ebene abzuschätzen.

Es ist zu beachten, dass sich die Aussagen nicht auf andere Kulturen und Massnahmen übertragen lassen. Ein gutes Beispiel bei der Massnahme Herbizidverzicht wäre z.B. der vollständige Verzicht auf Herbizide in konventionell angebauten Zuckerrüben, der gemäss Daten von Agroscope und HAFL mit Mehrkosten von 3'600 CHF pro Hektar wirtschaftlich völlig unrentabel wäre (Spycher *et al.* 2021) und das trotz des zum Zeitpunkt der Studie bei CHF 800.- /ha liegenden REB-Beitrags für herbizidlosen Zuckerrübenanbau. Es ist daher immer notwendig, die Kulturen und Schaderreger differenziert zu betrachten. Im Folgenden werden die wichtigsten Eckpunkte der Versuche wiedergegeben. Die vollständigen Versuchsergebnisse werden dann im für Juli 2025 fälligen Schlussbericht der wissenschaftlichen Begleitung aufbereitet.

Herbizidverzicht Mais: Beim Herbizidverzicht im Mais können sowohl die mechanische Unkrautregulierung als auch die Kombination von mechanischer Unkrautregulierung und Untersaaten (Abbildung 8) einen Lösungsansatz bieten. Voraussetzung ist jeweils die Abwesenheit von Problemunkräutern auf der jeweiligen Parzelle. Die im 4-Blatt-Stadium eingesäte Untersaat bietet über die Ernte hinausgehende agronomische Vorteile, wie bessere Befahrbarkeit, Schutz vor Erosion und zusätzliche N-Fixierung im Fall von Untersaaten mit Leguminosen. Die Voraussetzung von ausreichenden Niederschlägen nach der Saat der Untersaat ist jedoch nicht immer erfüllt. Bleibt es, wie im Jahr 2022 geschehen, lange trocken, läuft die Untersaat verspätet auf und etabliert sich auch aufgrund der Beschattung durch den Mais nur ungenügend.



Abbildung 8: Streifenversuch am Standort Ballmoos 2021: Untersaaten 6 Wochen nach Saat: Raigras/Weissklee, Maisfix, Weiss-Erd-Gelbklee (v.l.n.r.).

Der 4-jährige Streifenversuch im Silomais zeigt, dass die untersuchten Untersaaten keinen negativen Einfluss auf die Pflanzenentwicklung des Mais haben. Die Erträge der verschiedenen Untersaatverfahren reichten im vierjährigen Mittel von 195 bis 214 dt/ha, wobei die Unterschiede im statistischen Test nicht als signifikant eingestuft wurden (Abbildung 9).

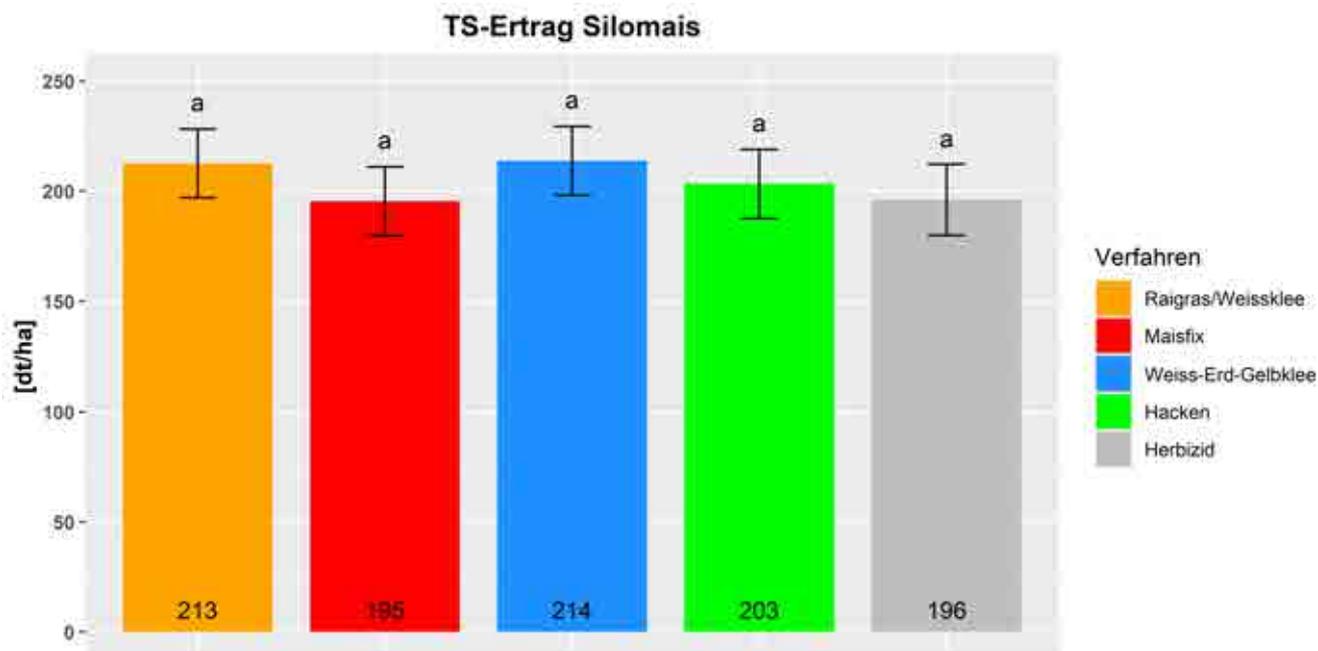


Abbildung 9: TS-Ertrag Silomais, Mittelwerte über 4jährige Versuchsdauer von 2019 – 2022 (n =20); Mittelwerte Herbizid-Verfahren von 2019 – 2021 aufgrund Umstellung auf den Bioanbau (n = 15).

Was die vergleichenden Deckungsbeiträge (DB) betrifft, resultierte für das Hackverfahren mit CHF 2'033/ha das beste Ergebnis, während die drei getesteten Untersaatenverfahren DB von 1'750 und 1'945 CHF/ha und das Kontrollverfahren mit Herbizid ein DB von 1'563 CHF/ha aufwies. Das Hackverfahren schnitt am besten ab, weil einerseits die Kosten für eine Untersaat wegfallen und andererseits der Beitrag für den herbizidfreien Anbau im Rahmen des BPP von CHF 400/ha geltend gemacht werden konnte (ab 2023 ist im Rahmen der Direktzahlungsverordnung ein Produktionssystembeitrag von CHF 250.-/ha anmeldbar). Bei den herbizidfreien Verfahren ist zu bedenken, dass bei der mechanischen Unkrautregulierung der Arbeitskraftaufwand hoch ist, insbesondere, wenn dies nicht mit einem GPS-gesteuerten Hackgerät erfolgt und es für den Hackdurchgang zwei Personen benötigt.

In weiteren Versuchen wurde die Auswirkung der Untersaaten auf die Folgekultur Weizen untersucht. Hier zeigt sich ein positiver Effekt der Maisuntersaat auf Weizenertrag und -bestandesdichte.

Herbizidverzicht Weizen: Der herbizidfreie Anbau von Getreide erfolgt in der Regel über die mechanische Unkrautregulierung mit dem Striegel. Böcker und Finger (2018) schätzen den Minderertrag im Extenso-Winterweizen auf 1.6 und 2.7 dt/ha, was 3-5 % tiefer ist als ein durchschnittlicher Extenso-Ertrag von 60 dt/ha. Untersaaten werden hingegen selten eingesetzt, weshalb auf zwei Praxisbetrieben in den Jahren 2020 und 2021 die Eignung verschiedener Mischungspartner im Vergleich zu einer Kontrolle ohne Untersaat untersucht wurden. Auf Seite Ertrag und Deckungsbeiträge liessen sich keine statistisch gesicherten Unterschiede beobachten. Die Vorteile von Untersaaten im Getreide sind vor allem die etablierte Bodenbedeckung nach der Ernte des Weizens und somit der Wegfall der Bodenbearbeitung und

das Anlegen einer Zwischenkultur. Weitere positive Aspekte sind die Reduktion der Nährstoffauswaschung und der Eintrag von zusätzlichem Stickstoff für die Folgekultur dank Leguminosenanteil in Untersaaten.

Reduktion des Fungizideinsatzes in Wintergerste und Winterweizen: Sowohl für Gerste als auch für Weizen wurden die Auswirkungen der Reduktion auf eine einzige Fungizidbehandlung in vierjährigen Versuchen untersucht, wobei jeweils die drei Verfahren Extenso (keine Fungizide), BPP (eine Fungizidapplikation im Stadium DC39) und Standard (zwei Fungizidapplikationen) verglichen wurden. Bei der Gerste wurden die Verfahren von 2019-2022 in Bühren zum Hof und Zollikofen (Abbildung 10) mittels Blockversuche verglichen. Für den Winterweizen wurde die Vergleiche auf maximal 13 bzw. 14 Praxisbetrieben durchgeführt.

Der mittlere Gersten-Ertrag der Jahre 2019-2022 lag bei zwei Fungizidapplikationen mit 98.5 dt/ha am höchsten. Die Begrenzung auf eine Applikation führte im vierjährigen Mittel zu einem Ertrag von 96.9 dt/ha was einer Reduktion von 2 % entspricht, die im Test aber nicht signifikant war (Abbildung 10). Beim Extenso-Verfahren wurde eine signifikante Ertragsreduktion von 7 % beobachtet. Die Unterschiede waren geringer als erwartet, was zum Teil auf den witterungsbedingt geringen Krankheitsdruck in den Untersuchungsjahren zurückzuführen sein dürfte (Ramseier 2022). Die bei der Gesuchserarbeitung des BPP angenommenen höheren Ertragsunterschiede (siehe 7.2.3) dürften jedoch vor allem dadurch bedingt sein, dass an Standorten mit hohen Ertragserwartungen tendenziell das ganze Anbausystem von der Sortenwahl, über die Düngergaben bis zur Fungizidstrategie auf hohe Erträge hin optimiert wird. Auf ertragsschwachen Standorten ist die ertragssteigernde Wirkung einer intensiven Strategie und den dafür nötigen Aufwendungen weniger effektiv, weshalb sich eine Reduktion auf eine Fungizidbehandlung oder ein Anbau ohne Fungizide positiv auf die Deckungsbeiträge auswirkt. Werden Praxisdaten für den Vergleich von Erträgen genutzt, muss daher sichergestellt werden, dass der Einfluss von Standortunterschieden ausgeschlossen werden kann, was in den vorliegenden Blockversuchen der Fall ist.

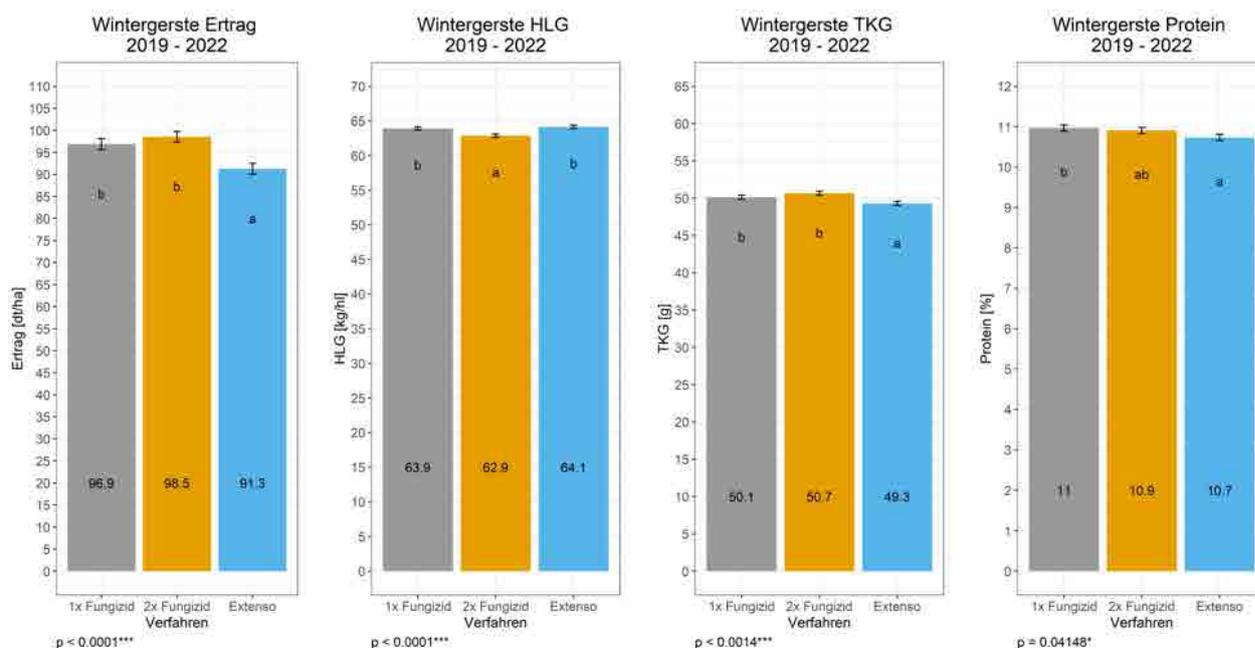


Abbildung 10: Wintergerste – Resultate der Erntedaten aus den Blockversuchen in Zollikofen 2019 - 2022. Dargestellt sind die Modellmittelwerte und der Standardfehler (n=36). Grau = 1x Fungizid, orange = 2x Fungizid, blau = Extenso.

Beim Tausendkorngewicht werden ähnliche Zusammenhänge wie im Ertrag beobachtet. Das Hektolitergewicht wird hingegen durch eine Reduktion von zwei (62.9 kg/hl) auf eine Fungizidapplikation (63.9 kg/hl) um 1kg/hl positiv beeinflusst. Auch bei einem Verzicht auf Fungizide (64.1 kg/hl) liegt das HLG um 1.9 % (1.2 kg/hl) höher als bei der intensiven Pflanzenschutzstrategie. Ähnliche aber nur knapp signifikante Zusammenhänge zeigen sich beim Proteingehalt.

Die Deckungsbeiträge waren für die bisher ausgewerteten Jahre (2019-2021) aufgrund der Programmbeiträge jeweils für Extenso am höchsten, gefolgt von 1x Fungizid und dann 2x Fungizid. Wegen der Einsparungen bei der Fungizidapplikation und den geringen Ertragsunterschieden wäre ohne Beiträge die Wirtschaftlichkeit bei allen Verfahren auf ähnlichem Niveau (Ramseier 2022).

Der in den Jahren 2018-2021 auf Praxisbetrieben ermittelte Weizenenertrag wies aufgrund der Fruchtfolgerotationen und den weniger einheitlichen Bedingungen eine deutlich höhere Streuung als der Gerstenversuch auf. Der mittlere Ertragsunterschied zwischen einer Fungizidbehandlung (69.7 dt/ha) und zwei Fungizidbehandlungen (71.8 dt/ha) lag bei 3 % Minderertrag. Die Unterschiede bei der Qualität waren gering. Bei der Wirtschaftlichkeit schnitten Extenso und 1x-Fungizid über die vier Jahre gleich gut ab, während 2x Fungizid ein rund 300 CHF/ha tieferen Beitrag erzielten (Details in Ramseier 2022).

Reduktion des Insektizideinsatzes im Raps: Die Auswirkung einer Reduktion der Insektizidbehandlungen im Frühling wurde während insgesamt 5 Jahren an jeweils 2-3 Standorten durchgeführten Blockversuchen untersucht. Es wurden jeweils die drei Verfahren ohne Insektizid, 1x Insektizid und 2x Insektizid verglichen. Beim Verfahren ohne Insektizidbehandlung (0x Insektizid) im Frühjahr handelt es sich nicht um den für die Extenso-Prämie erforderlichen kompletten Verzicht während der gesamten Anbauphase, denn Insektizidbehandlungen im Herbst waren erlaubt und wurden wegen dem erhöhten Schädlingsdruck auch vorgenommen.

Die Behandlung des im Rahmen des BPP geförderten Verfahrens 1x-Insektizid erfolgte jeweils zu einem späten Zeitpunkt, nämlich gleichzeitig mit der zweiten Behandlung des Verfahrens 2x-Insektizid (DC59 in den Jahren 2018-20 und DC52-53 im Jahr 2021). Die Erträge zeigten grossen Schwankungen von Jahr zu Jahr. Der Mittelwert der Jahre 2018-2021 lag für 0x, 1x bzw. 2x Insektizid bei 34.6, 34.6 bzw. 36.2 dt/ha, was einem Ertragsverlust von 4.4 % entspricht (Ramseier 2022). Was die Wirtschaftlichkeit betrifft, waren die Deckungsbeiträge aufgrund der im Rahmen des BPP ausgeschüttete Prämie von CHF 200/ha bei 0x Insektizid am höchsten gefolgt von 1x Insektizid und bei 2x Insektizid am tiefsten. Ohne die Prämie wichen die Deckungsbeiträge maximal um CHF 60/ha voneinander ab, sind also ungefähr vergleichbar (Details in Ramseier 2022). Im Vergleich zu der Zeit vor dem BPP hat sich bei den Rapsschädlings schweizweit eine durch mehrere Faktoren beeinflusste komplexe Situation ergeben, nämlich ein erhöhter Schädlingsdruck im Herbst (aufgrund des Verbot von Beizungen mit Neonicotinoiden), Abnahme des Rapsglanzkäferdrucks und eine Überarbeitung der Bekämpfungsschwelle des Rapsglanzkäfers. Beim vom Schadpotential her besonders relevanten Stengelrüssler fehlt aber eine einfach zu bestimmende Bekämpfungsschwelle. Eine für Praktiker gut einsetzbare Entscheidungshilfe sei es eine Bekämpfungsschwelle oder ein phänologisches Modell wäre ein grosser Gewinn (Spycher *et al.* 2022).

Trichogramma-Einsatz im Mais: Der Anteil der Berner Maisfläche mit Trichogramma-Ausbringung wurde vor Projektbeginn auf rund 15 % geschätzt (LANAT 2015). Von 2017-2022 stieg dieser Anteil von 42 auf 62 %. Der Einsatz von Trichogramma war zusammen mit dem Herbizidverzicht im Rebbau die Massnahme deren Nachfrage am weitesten über den Erwartungen lag.

Weil der Befallsdruck stark von der Witterung beeinflusst wird, ist die Wirkung der Trichogramma-Ausbringung nicht einfach zu beurteilen. Der Vergleich der von den kantonalen Pflanzenschutzfachstellen

erhobenen Befallszahlen zeigt jedoch einen zeitlichen Trend (Abbildung 11). Während der Schädlingsdruck in den Kantonen Bern und Jura von 2010-2016 weitgehend parallel verlief, werden die Maispflanzen im Kanton Bern seit dem Start des BPP im Jahr 2017 mit Befalls-Häufigkeiten zwischen 3 und 5 % deutlich weniger befallen.

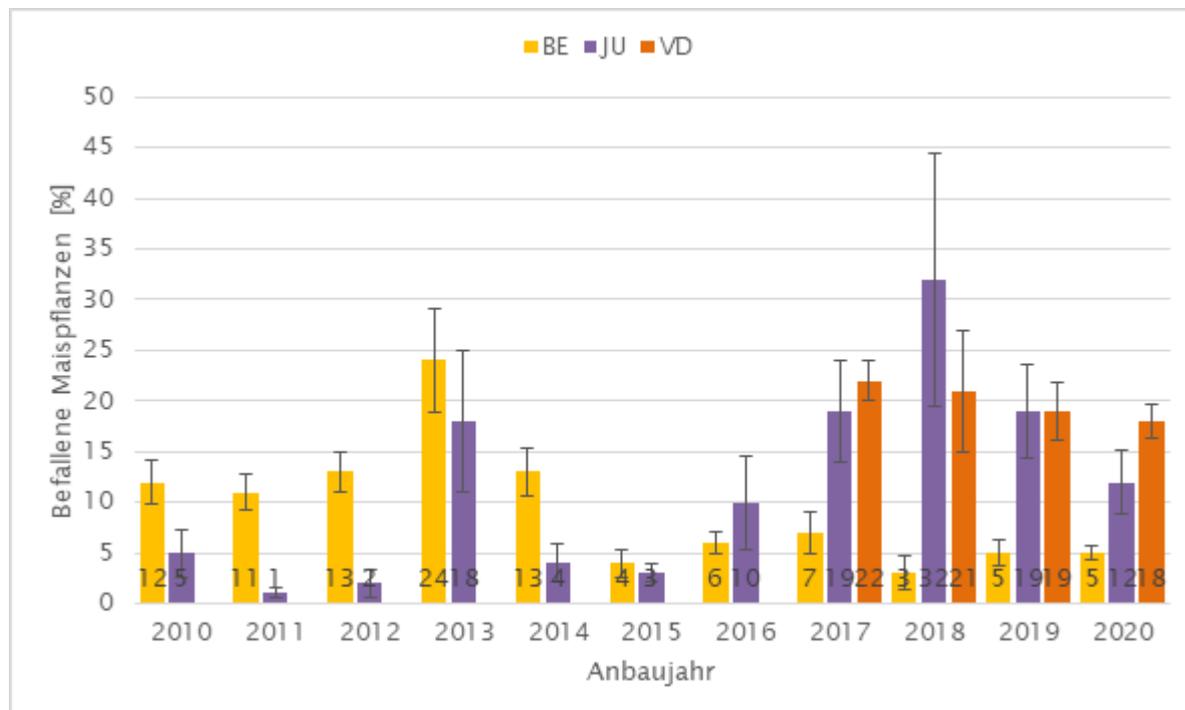


Abbildung 11: Maiszünslerbefall in den Kantonen Bern, Jura und Waadt in den Jahren 2010-2020 (Waadt 2017-2020). Die prozentualen Flächenanteile mit Trichogramma-Ausbringung lagen im Jahr 2020 bei 59% (Bern), 14% (Jura) und 18% (Waadt).

7.3.3.2 Ergebnisse der Befragungen

Neben den in den oben beschriebenen, agronomischen Versuchen bestimmaren Grössen wie den Auswirkungen auf Ertrag und Deckungsbeitrag, sind für die Betriebe auch individuelle Faktoren entscheidend, ob eine zur freiwilligen Umsetzung angebotene Massnahme auch eine grossflächige Verbreitung findet. Solche Faktoren können die Art und Fläche der auf dem Betrieb angebaute Kulturen, Bodentypen der Anbauflächen, Vorkenntnisse zu Massnahmen bzw. Anbausystem und individuelle Einschätzungen sein. Im Rahmen des BPP wurden deshalb im Winter 20/21 und im Sommer 2022 von Agroscope zwei Umfragen durchgeführt. Der Schwerpunkt der ersten Umfrage lag darin, Gründe für oder gegen eine Teilnahme am BPP zu identifizieren. Die wichtigsten Erkenntnisse aus der Auswertung der 504 eingegangenen Antworten, darunter 322 Teilnehmerinnen und Teilnehmer des BPP und 182 NichtTeilnehmerinnen und Nicht-Teilnehmer, lassen sich folgendermassen zusammenfassen:

- Die Betriebe schätzen ihr Fachwissen im Bereich Ackerbau, konventionellem Pflanzenschutz und Sortenwahl generell als gut ein, denn eine überwiegende Mehrheit stuft sich auf einer Skala von 1 (kein Wissen) bis 7 (Expertenwissen) in den Klassen 5-7 ein, wobei der Anteil in diesen Klassen bei den am BPP Teilnehmenden Betrieben jeweils rund 20 % höher war.
- Im Bereich mechanische Unkrautbekämpfung wurden die eigenen Fachkenntnisse als deutlich geringer eingestuft und zwar sowohl von den Teilnehmenden als auch den Nichtteilnehmenden Betrieben (bei den Teilnehmenden etwas weniger als die Hälfte in den Klassen 5-7 bzw. etwa ein Drittel bei den Nichtteilnehmenden). Am niedrigsten wurden die Fachkenntnisse im Bereich digitale Technologien eingestuft, wobei im Fragebogen nicht näher spezifiziert war, welche Art von Technologien gemeint wurden.

- Die Teilnehmenden sehen sich tendenziell als risikofreudiger und gaben an, dass sie Innovationen im Bereich Pflanzenschutz früh umsetzen.

Insgesamt lässt sich aus der Befragung schliessen, dass es einen beträchtlichen Anteil der Berner Bäuerinnen und Bauern gibt, die sich von der Freiwilligkeit der Massnahmen und dem Förderkonzept angesprochen fühlten, was sich am besten in folgender am Schluss der Befragung angemerkt Wortmeldung eines Befragten zusammenfassen lässt: *«Durch den finanziellen Anreiz probiert man eher etwas aus, auch wenn es sich ohne den Beitrag finanziell nicht lohnt. Durch positive und negative Erfahrung lernt man dazu.»*

In der zweiten Umfrage wurden nur noch am BPP teilnehmende Betriebe zu ihren Erfahrungen mit den einzelnen Massnahmen befragt. Von 3531 im Sommer 2022 adressierten Projektteilnehmern haben 762 die Umfrage vollständig ausgefüllt, was einer Rücklaufquote von 21.6 % entspricht. Die wichtigsten Erkenntnisse lassen sich folgendermassen zusammenfassen (Abbildung 12):

- Zwischen den einzelnen Massnahmen unterscheiden sich die Vorkenntnisse in hohem Masse (Abbildung 12). So verfügten lediglich 33 % der Betriebe, welche die Massnahme reduzierter Insektizideinsatz im Raps (RI) umgesetzt haben, bereits über Erfahrungen mit dieser Massnahme, während beim reduzierten Fungizideinsatz (RF) immerhin 56 % der Betriebe Erfahrungen oder Vorkenntnisse hatten.
- Die von den Teilnehmenden abgeschätzten Auswirkungen auf Arbeitsaufwand, Bewirtschaftungskosten, Ernteertrag und Erntequalität zeigt, dass bei gewissen Massnahmen das Problem eher beim zusätzlichen Arbeitsaufwand gesehen wird (Herbizidverzicht), während bei anderen Massnahmen wie dem reduzierten Fungizideinsatz kein Mehraufwand dafür aber Einbussen bei der Qualität und beim reduzierten Insektizideinsatz Einbussen beim Ertrag befürchtet werden.
- Bei den teilnehmenden Betrieben war die Bereitschaft, Massnahmen umzusetzen, hoch. Die finanzielle Kompensation spielte bei Massnahmen mit klar kalkulierbaren Mehrkosten wie z.B. Querstreifen eine grössere Rolle als bei Massnahmen mit schwer kalkulierbaren Auswirkungen auf Ertrag und Kosten. Bei diesen Massnahmen müssen für eine ausreichende Verbreitung auch klare Beratungs- und Entscheidungsgrundlagen geschaffen werden.



Abbildung 12: Darstellung der prozentualen Anteile der Teilnehmer pro Massnahme, welche vor Projektbeginn schon Erfahrungen mit der Massnahme gemacht haben (roter Anteil am Balken) und derer die ohne Erfahrung ins Projekt gestartet sind (blauer Anteil). RI: reduzierter Insektizideinsatz im Raps, QS: Querstreifen am Feldrand, HV: Herbizid-Verzicht (oAF), FS: Begrünung der Fahrspuren, SE: Seitliches Einnetzen, TE: Trichogramma-Einsatz, VW:

Verwirrungstechnik, RF: reduzierter Fungizideinsatz im Getreide, RB: Herbizid-Verzicht im Rebbau, THV: Totalherbizid-Verzicht.

7.3.4 Prozessverständnis und Rückschlüsse auf die Wirksamkeit von Massnahmen

7.3.4.1 Auf Messdaten basierendes Prozessverständnis

Die in Tabelle 11 vorgestellte Einteilung der gemessenen Proben in die vier Eintragungstypen ermöglicht sowohl auf der Ebene der einzelnen Wirkstoffe als auch auf der aggregierten Ebene Aussagen zu den beim Eintrag wirkenden Prozessen, sofern die zeitliche Auflösung der Proben ausreichend hoch ist. Seit dem Jahr 2019 wird während der Hauptapplikationsperiode deshalb mit 3.5-Tagesmischproben gearbeitet. Die für den Ballmoosbach bestimmten aggregierten Frachten für die Jahre 2019 und 2020 zeigen, dass in diesem Piloteinzugsgebiet die Frachten von Proben mit einem relevanten Regenereignis deutlich erhöht sind (Abbildung 13). Während Trockenperioden ist die Fracht hingegen sehr klein, was auf die Tatsache zurückzuführen sein dürfte, dass im Einzugsgebiet nur auf einem einzigen Hofplatz auch mit PSM gearbeitet wird und der auf dem Hof vorhandene Waschplatz bereits bei Projektbeginn saniert wurde. Die Zunahme vom Jahr 2019 auf das Jahr 2020 könnte auf die im Jahr 2020 etwas feuchteren Bedingungen zurückzuführen sein. Es handelt sich aber um eine Schwankung auf tiefem Niveau, wenn man bedenkt, dass die Fracht im Chrümlisbach jeweils um etwa einen Faktor 10 höher ist.

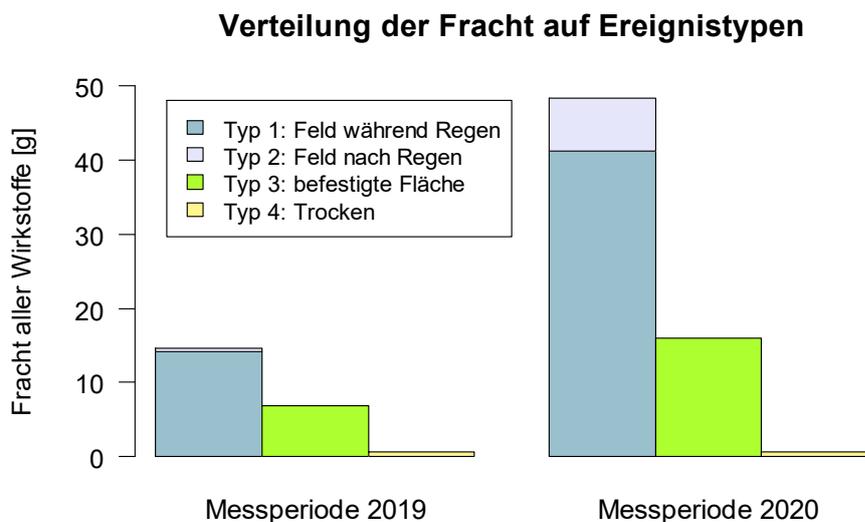


Abbildung 13: Verteilung der Wirkstoff-Fracht im Ballmoosbach auf die vier Ereignistypen im Jahr 2019 (links) und im Jahr 2020 (rechts).

Im Fall des Chrümlisbachs verteilten sich die aggregierten Frachten auf die Eintragungstypen ganz anders. So wurden vor allem im Jahr 2020 auch während Trockenperioden erhebliche Frachten bestimmt (Abbildung 14).

Verteilung der Fracht auf Ereignistypen

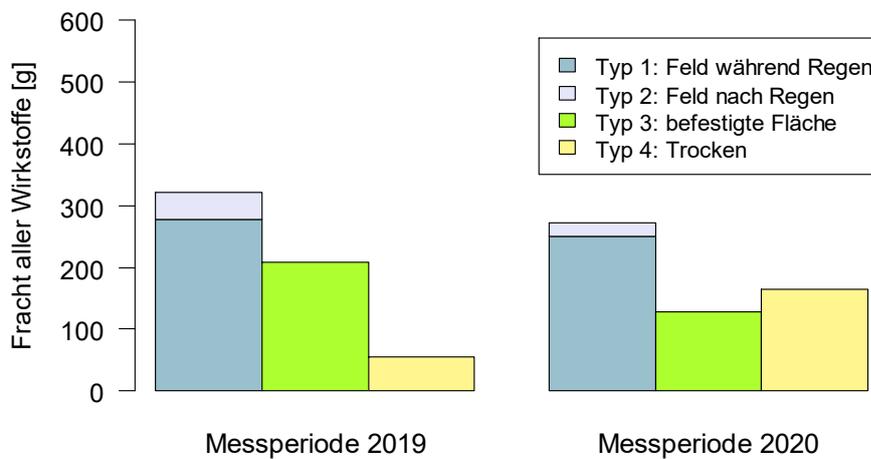


Abbildung 14: Fracht der gemessenen PSM-Wirkstoffe im Chrümmlisbach in den Jahren 2019 und 2020.

Das bedeutet, dass im Chrümmlisbach Punktquellen auch 2020 noch ein relevanter Eintragungsweg darstellen müssen. Als Folge dieser Ende 2021 vorgenommenen Auswertung wurde die Beratung in diesem Bereich noch einmal intensiviert. Die für Sommer 2024 geplante analoge Auswertung der Jahre 2021 und 2022 sollte entsprechend eine Reduktion der Frachten während Trockenperioden zeigen.

Zur Abschätzung der Relevanz von Schächten konnte zudem auf die von April bis August 2019 direkt in Schächten durchgeführten Messungen der eawag zurückgegriffen werden (Schönenberger *et al.* 2022). Da die Einlaufschächte nicht durch Drainagewasser beeinflusst waren, liess sich in der Studie der Anteil der indirekten Einträge während Regenereignissen schätzen. Für den Chrümmlisbach mit seiner hohen Dichte an Einlaufschächten wurde abgestützt durch Feldbegehungen der Anteil der Fläche mit direktem Anschluss auf 25 % und der mit indirektem Anschluss auf 75 % bestimmt. Anhand der Auswertung der Wirkstoffmessungen wurde dann ein Anteil der indirekten Einträge von 30-70 % der im Bach gemessenen Gesamtfracht geschätzt.

7.3.4.2 Rückschlüsse anhand von Modellierungen

Die Anwendung des Modells SWAT im Einzugsgebiet des Chrümmlisbachs wird in Abbildung 15 skizziert.

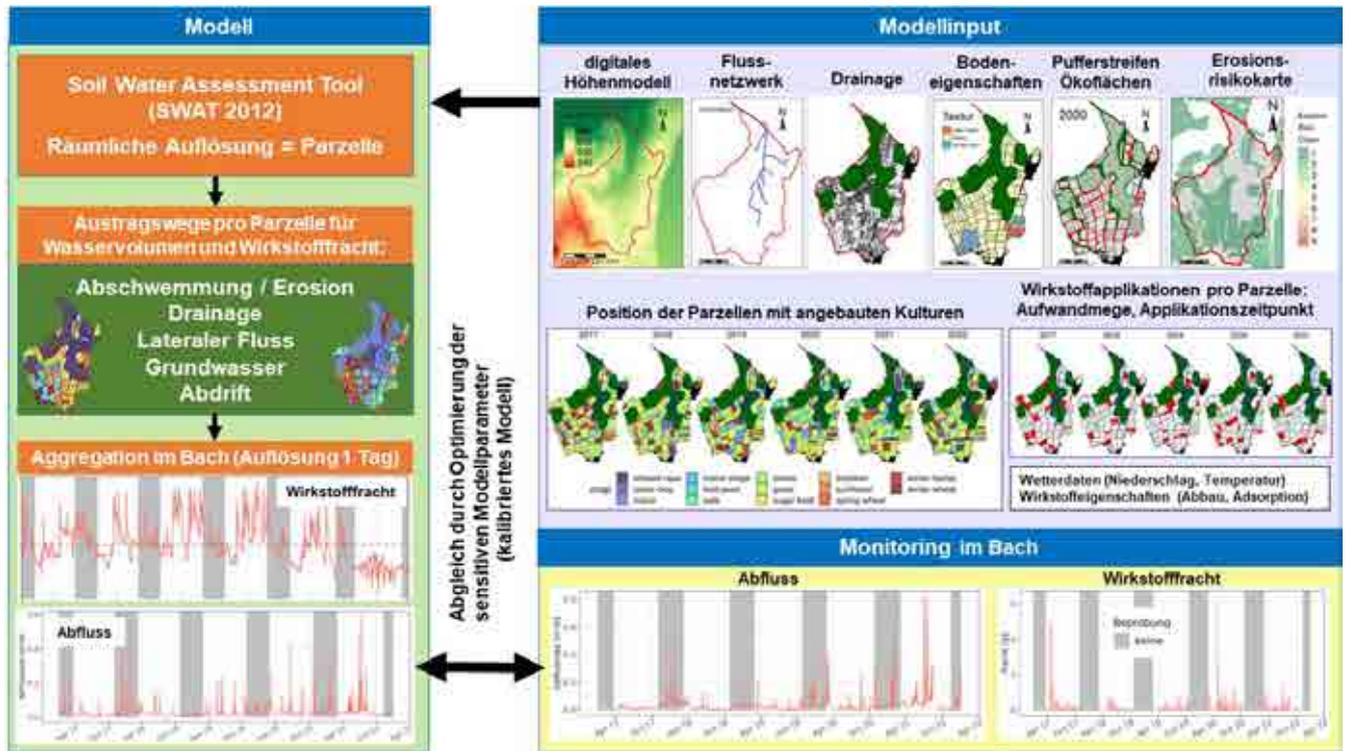


Abbildung 15. Der Einsatz des öko-hydrologischen Modells "Soil Water Assessment Tool" (SWAT 2012) für das Einzugsgebiet des Chrümmlisbachs.

Die täglichen Wasserabflussmengen, die bei den Messstationen registriert wurden, wurden verwendet, um das hydrologische Modell zu kalibrieren. Abbildung 16 zeigt beispielhaft die entsprechenden Hydrographen. Das Modell kann die zeitliche Dynamik der gemessenen Abflussmengen über den gesamten Messzeitraum von sechs Jahren zufriedenstellend beschreiben (NSE = 0.58), wobei die Spitzenereignisse vom Modell i.d.R. etwas unterschätzt werden. Die höchsten Abflüsse treten ausserhalb des Applikationsfensters der PSM im Winter auf mit Ausnahme des Jahres 2021, währenddem die höchsten Wasserabflussmengen im Sommer gemessen wurden. Die Beiträge der verschiedenen Eintragswege (Abschwemmung, Drainage, lateraler Fluss, Grundwasser) zum Abfluss des Chrümmlisbach können mit dem kalibrierten hydrologischen Modell abgeschätzt werden.

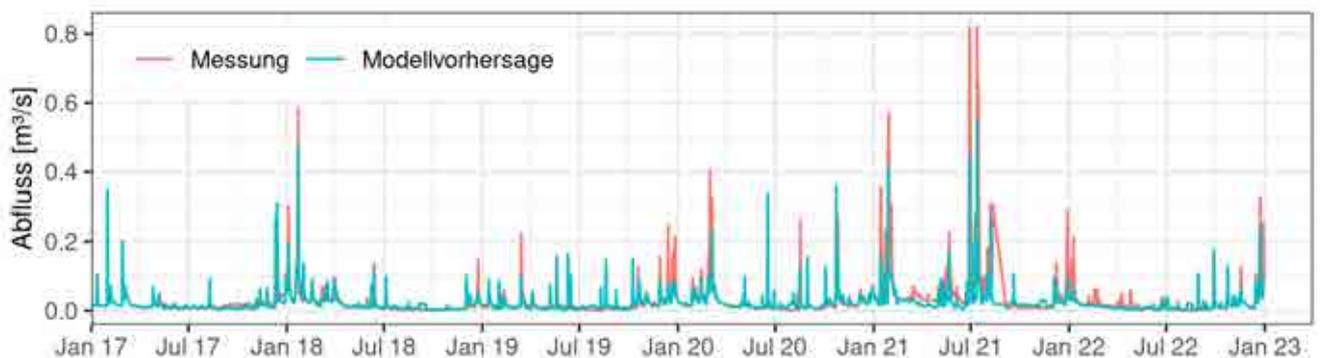


Abbildung 16: Die beobachteten und vorhergesagten Abflussmengen (kalibriertes Modell) bei der Messstation im Einzugsgebiet Chrümmlisbach für die Jahre 2017–2022 (vorläufige Ergebnisse).

Für PSM sind zusätzliche Eintragswege von Bedeutung. PSM können partikulär durch Erosion oder durch Abdrift in das Gewässer gelangen. Erosion wird explizit in SWAT berücksichtigt, Abdrift jedoch nicht. Der Beitrag der Abdrift ins Gewässer – direkt oder indirekt über die Strassenentwässerung – wird

berücksichtigt, indem kurz vor Niederschlagsereignissen, die oberflächigen Abfluss erzeugen, Frachten in einer geeigneten Parzelle appliziert werden. Diese Frachten werden für die Modellanpassung in SWAT optimiert.

Die Bedeutung der verschiedenen Eintragswege für PSM unterscheidet sich von deren Wichtigkeit für den Beitrag zur hydrologischen Modellierung. Sie hängt von verschiedenen Faktoren ab, wie zum Beispiel ihren chemisch-physikalischen Eigenschaften und ihrem Verhalten im Boden, von Zeitpunkt und Ort der Anwendung, der Lage der Parzelle und der angebauten Kultur sowie allfälligen umgesetzter Risikominderungsmaßnahmen (Pufferstreifen). Für ausgewählte PSM-Wirkstoffe werden derzeit die Anteile der verschiedenen Eintragswege simuliert, um dadurch eine bessere Interpretation der Messergebnisse aus dem Monitoring und eine Aussage zur Wirkung von Pufferstreifen zu ermöglichen.

Der Mehrwert der Modellierung mit einem physikalisch-basierten Modell gegenüber den Messwerten im Monitoring liegt darin, dass sie eine Vorhersage des Konzentrationsverlaufs auch in der Winterperiode oder mit täglicher Auflösung erlauben und dass sie den Beitrag der einzelnen Eintragswege auf der Ebene der landwirtschaftlich genutzten Parzellen abschätzen kann. Zudem können Szenarien gerechnet werden. Nichtsdestotrotz sind Messungen aus dem Monitoring unabdingbar für die Kalibrierung des Modells.

7.3.4.3 Mögliche Aussagen zur Wirksamkeit von Massnahmen

Messdaten: Messungen am Gebietsauslass sind nicht geeignet, um die Wirksamkeit einzelner Massnahmen zu belegen. Dank den Messungen in den Kläranlagen und der Zuweisung von Eintragstypen ist jedoch eine grobe Unterscheidung in Punktquellen und diffuse Quellen möglich. Entsprechend lässt sich die Wirksamkeit der Massnahme 2 (Füll- und Wachplätze) abschätzen. Für die drei untersuchten Kläranlagen ist der Erfolg des BPP in den sechs Projektjahren klar ersichtlich (Abbildung 6). Für das Piloteinzugsgebiet Chrümmlisbach, bei dem im Jahr 2020 noch ein Anstieg der Einträge aus Punktquellen bestimmt wurde (Abbildung 14), fehlt für die Jahre 2021 und 2022 noch die Bestimmung der Eintragstypen und die darauf basierende Bestimmung der von Punktquellen stammenden Fracht. Der Vergleich der Niederschläge mit den Proben erhöhter Konzentration ermöglicht aber bereits die quantitative Aussage, dass seit dem Jahr 2021 die erhöhten Konzentrationen tendenziell stärker mit Niederschlägen einhergehen.

Was die noch zu quantifizierende Reduktion diffuser Einträge betrifft, dürften in den Piloteinzugsgebieten primär die Massnahme Querstreifen am Feldrand und die Sensibilisierung gegenüber der Abdrift auf Strassen zur Reduktion von diffusen Einträgen geführt haben. Eine Quantifizierung der Wirksamkeit im Zeitverlauf ist überlagert von der in 7.2.4 erwähnten ausgeprägten, witterungsbedingten Schwankung zwischen den Jahren und den weiteren in 7.3.2 erwähnten Einflussfaktoren wie z.B. die Rotation der Fruchtfolgeflächen oder der Zeit zwischen Applikation und Regenereignis. Entsprechend müssen Aussagen zur Wirksamkeit von Pufferstreifen primär auf Modellrechnungen und in der Literatur publizierten Daten aus kontrollierten Versuchen abgestützt werden.

Die Massnahmen 5 (Herbizidverzicht auf oAF) und 7 (reduzierte Fungizid- bzw. Insektizideinsatz im Getreide bzw. Raps) wirken sich sowohl auf Punkt- als auch auf diffuse Quellen aus. In erster Näherung kann von einer direkt der umgesetzten Fläche proportionalen Wirkung ausgegangen werden. Der Flächenanteil der Massnahmen war in den Piloteinzugsgebieten unterschiedlich relevant. Von hohem Interesse aus Sicht des Gewässerschutzes ist der reduzierte PSM-Einsatz, wenn dieser Stoffe betrifft, die zu vielen Überschreitungen führen, was bei Insektiziden deutlich häufiger der Fall ist als bei Fungiziden.

Modellierungen: Mit kalibrierten Modellen können PSM-Einträge für verschiedene (hypothetische) Szenarien simuliert werden. Sie ermöglichen Abschätzungen zur Wirksamkeit von Pufferstreifen oder zu standortbezogenen Eintragsrisiken. Die Anordnung der Pufferstreifen variiert im Einzugsgebiet

Chrümmlisbach in den verschiedenen Jahren. In dem die PSM-Einträge aus angenommenen PSM-Anwendungen für jeweils verschiedene Anordnungen von Pufferstreifen über alle Jahre modelliert werden, kann ermittelt werden, wo die Pufferstreifen die grösste Wirkung haben. Weiter kann klassifiziert werden, wie hoch das Eintragsrisiko von PSM von den einzelnen Parzellen in den Bach ist. Dies kann zum Beispiel in einer Eintragsgefährdungskarte dargestellt werden. Dazu wird im Modell angenommen, dass auf allen Parzellen die gleiche Kultur angebaut und der gleiche PSM-Wirkstoff überall zeitgleich und mit der gleichen Rate appliziert wird. So können weiter die Einflüsse von Applikationszeitpunkt, Witterung und Stoffeigenschaften der PSM, wie Halbwertszeit und Mobilität, auf die Eintragsrisiko ins Oberflächengewässer bestimmt werden.

7.4 Erkenntnisse und Ausblick wissenschaftliche Begleitung

Die bisher wichtigsten Erkenntnisse der wissenschaftlichen Begleitung sind die Folgenden:

- Die Beteiligung der Betriebe war bei einigen Massnahmen höher (Waschplätze) oder sogar massiv höher als erwartet (Trichogramma-Einsatz, Herbizidverzicht im Rebbau). Bei anderen war die Beteiligung tiefer als erwartet (Herbizidverzicht, Reduktion Fungizid- und Insektizidbehandlungen in Getreide bzw. Raps). Interessant ist, dass nahezu bei allen Massnahmen die Beteiligung bis zum Projektende stetig zugenommen hat und auch nach sechs Jahren noch kein Plateau erreicht war.
- Das chemische Monitoring in Kläranlagen zeigt eine klare Reduktion der Frachten, die zeitlich mit den Sanierungen von Waschplätzen übereinstimmt. Die Projektziele wurden hier klar erreicht. In Oberflächengewässern ist ebenfalls eine Abnahme der Einträge und der Belastung erkennbar, wegen der hohen, witterungsbedingten jährlichen Variabilität schwieriger zu belegen. Bezogen auf die gesetzlichen Anforderungen, konnte in den zwei Piloteinzugsgebieten jedoch eine nachweisliche Reduktion erreicht werden.
- In den Block- und Streifenversuchen der HAFL und dem Monitoring des LANAT konnten für die landwirtschaftliche Praxis wertvolle Grundlagendaten zu Schaderregerdruck, Erträgen und Deckungsbeiträgen gewonnen werden. In den mehrjährigen Versuchen zu den im Rahmen des BPP geförderten Massnahmen lagen die Ertragseinbussen zwischen ertragsneutral (Herbizidverzicht im Mais) und knapp 5 % (Reduktion des Insektizideinsatzes im Raps). Der Herbizidverzicht setzt auf den entsprechenden Parzellen die Abwesenheit von mechanisch schwer bekämpfbaren Unkräutern wie zum Beispiel Klebern, Kamille, Wicken voraus. Im Fall des Trichogramma-Einsatzes ist aufgrund des reduzierten kantonsweiten Befalls von einer Ertragssteigerung auszugehen. In Bezug auf die Wirtschaftlichkeit schnitten die Massnahmen gut ab, sofern bei Massnahmen wie den Querstreifen die Mehrkosten durch eine Entschädigung kompensiert werden.
- Die massnahmenspezifische Befragung der Betriebe zeigt eine grosse Streuung, wie geeignet die einzelnen Massnahmen für den eigenen Betrieb eingeschätzt wird. Dies widerspiegelt die Tatsache, dass es auf die Betriebsstruktur ankommt, ob eine bestimmte Massnahme geeignet ist oder nicht. Darin liegt dann auch der Vorteil freiwilliger Programme, dass die Betriebe die für ihre Situation geeigneten Massnahmen wählen können.
- Erkenntnisse zu Eintragspfaden und über diesen Weg auch zur Wirksamkeit einzelner Massnahmen lassen sich zwar nicht direkt aus Monitoringdaten ablesen, aber für Gruppen von Massnahmen sind Aussagen möglich. Die Aussagen zur Wirksamkeit sind durch die Kombination von Daten aus Parzellenversuchen, Monitoringdaten in Piloteinzugsgebieten und Modellierungen möglich, was Teil der ab 2024 durchgeführten Synthese sein wird. Weitere wichtigste Herausforderungen für die Synthese des Projekts sind die Übertragbarkeit der Erkenntnisse aus den untersuchten Gebiete auf den ganzen Kanton, Aussagen zur Dauerhaftigkeit der Wirkung und vertiefte Aussagen zur Wirksamkeit der Massnahmen.

Die Evaluation bisheriger Gewässerschutzprojekte auf der Ebene von Einzugsgebieten führte nur in wenigen Fällen zu eindeutigen Schlüssen (Singer 2006, Daouk 2019, Chow 2022). Dank dem grossen Engagement der beteiligten Akteurinnen und Akteure und der umsichtig gewählten Monitoringstrategie (nahezu alle relevanten Wirkstoffe wurden gemessen mit hoher zeitlicher Auflösung, zeitliche Abdeckung der ganzen Applikationsperiode) bestehen gute Aussichten, dass im Rahmen des BPP fundierte Aussagen möglich sein werden und klare Empfehlungen abgegeben werden können. Diese werden Bestandteil des 2025 erscheinenden Schlussberichts zur wissenschaftlichen Begleitung sein.

8. Kosten und Beiträge

Tabelle 13 zeigt die Gesamtkosten im Jahr 2022 (gerundet gemäss Schlussrechnung vom 31.12.2022, Massnahmenauswertung aus GELAN (Stand 31.12.2022)), ohne Berücksichtigung von Kürzungen aufgrund von Kontrollen. Kürzungen sind in der Abrechnung mit dem BLW berücksichtigt worden.

Gesamtkosten 2017-2022 (aus den Schlussabrechnungen 2017-2022)

Tabelle 13: Gesamtkosten 2017-2022 (Zahlen auf Franken gerundet)

	Kategorie	PL + PA	MA*	BE	UK	WK**	Total
Jahr 1	Kosten	458'400	4'103'948	19'911	64'487	483'233	5'129'979
	Beitrag BLW	321'200	3'283'158	9'956	51'590	386'586	4'052'590
	Beitrag RF	134'193	820'790	9'956	12'897	96'647	1'074'482
Jahr 2	Kosten	295'938	6'127'783	23'540	79'437	332'563	6'859'260
	Beitrag BLW	236'112	4'902'226	11'770	63'550	266'050	5'479'708
	Beitrag RF	59'826	1'225'557	11'770	15'887	66'513	1'379'552
Jahr 3	Kosten	248'097	7'624'300	13'330	107'400	555'500	8'548'627
	Beitrag BLW	195'978	6'099'383	6'665	85'955	444'438	6'832'419
	Beitrag RF	52'119	1'524'900	6'665	21'445	111'062	1'716'191
Jahr 4	Kosten	286'183	9'921'980	12'155	127'915	604'847	10'953'080
	Beitrag BLW	227'316	7'937'584	6'077	102'322	483'877	8'757'186
	Beitrag RF	58'866	1'984'396	6'077	25'583	120'969	2'195'891
Jahr 5	Kosten	324'478	10'854'109	10'000	132'285	643'685	11'964'557
	Beitrag BLW	258'938	8'683'287	5'000	105'827	514'948	9'568'000
	Beitrag RF	65'540	2'170'822	5'000	26'457	128'737	2'396'556
Jahr 6	Kosten	102'175	17'533'975	2'255	56'108	616'018	18'310'531
	Beitrag BLW	81'583	14'027'180	1'127	44'886	492'815	14'647'591
	Beitrag RF	20'593	3'506'795	1'127	11'222	123'204	3'662'940
Total	Kosten	1'715'271	56'166'095	81'191	567'632	3'235'846	61'766'034
	Beitrag BLW	1'321'227	44'932'818	40'595	454'140	2'588'714	49'337'493
	Beitrag RF	391'137	11'233'259	40'595	113'491	647'131	12'425'613

* Bei MA beinhaltet der Beitrag RF den Beitrag Kanton Bern und den hypothetischen Beitrag Landwirtschaft (bei den Waschplätzen, wenn nur 20% selbst bezahlt würden)

** WK Wirkungskontrolle umfasst die Wissenschaftliche Begleitung WB und das Wirkungsmonitoring WM

9. Fazit über das ganze Projekt

9.1 Was wurde erreicht und welche sind die Schlüsselfaktoren zur Zielerreichung?

Mit einem Bündel von Massnahmen und im Sinne der «ökologischen Intensivierung» wurde das BPP als Anreizsystem konzipiert, um folgende vier übergeordnete Projektziele zu erreichen:

- Risiken und Umweltbelastung, insbesondere die Belastung der Oberflächengewässer, die durch den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln (PSM) verursacht wird, reduzieren;
- Bewusstsein und Sensibilisierung der Landwirtschaft auf die Umweltwirkung von PSM fördern;
- Annahme und Etablierung von Risiko-Reduktionsmassnahmen in der Landwirtschaft;
- Produktionspotenzial nicht negativ beeinflussen.

Die Ergebnisse aus dem Gewässer-Monitoring zeigen, dass innerhalb der 6-jährigen Projektdauer die Reduktionsziele erreicht wurden. Dank der Investitionsmassnahme (Spritzenfüll- und Waschplätze) konnten die Punkteinträge, gemessen an die Gesamtfrachten im Auslauf der untersuchten ARAs, um 65 bis 79 % reduziert werden (Abbildung 6). Mit einer Kombination von jährlichen Massnahmen und Investitionsmassnahmen konnten in den zwei untersuchten Piloteinzugsgebieten die Anzahl Überschreitungen der numerischen Anforderungen gemäss GSchV ebenfalls deutlich reduziert werden (um 40 bzw. um 80 %, Abbildung 5).

Somit konnten die Projektziele bezüglich Gewässerbelastungen und Produktionspotenzial sowie Teile der agronomischen Ziele, wie sie im Projektgesuch von 2015 (LANAT und BEBV 2015) formuliert wurden, insgesamt erreicht werden.

Dank dem BPP konnten folgende sechs Schlüsselfaktoren identifiziert werden, die aus Sicht der Trägerschaft für die Erreichung der gesetzten Ziele sowie für eine erfolgreiche Umsetzung des Projektes entscheidend waren:

- Hohe Projektbeteiligung;
- Breite Information und Kommunikation an die Projektteilnehmenden vor und während des Projektes;
- Enge Zusammenarbeit mit den Projektteilnehmenden in den zwei Piloteinzugsgebieten;
- Praxistaugliche und nachvollziehbare Massnahmen mit Sofortwirkung;
- Massnahmen, die an den lokalen Schaderregerdruck angepasst und umgesetzt werden konnten;
- Reduziertes finanzielles Risiko durch an die Massnahme angepasste Entschädigung.

9.1.1 Hohe Projektbeteiligung: Eine entscheidende Voraussetzung für die Zielerreichung

Um Reduktionsziele zu erreichen, ist eine hohe Beteiligung innerhalb des festgelegten Projektperimeters erforderlich. Konkret bedeutet das, dass eine kritische Anzahl an Teilnehmenden notwendig ist, um sowohl die Umweltbelastung durch PSM zu verringern als auch das Bewusstsein für die Umweltauswirkungen von PSM zu fördern. Eine bedeutende Teilnahme trägt dazu bei, dass sich zahlreiche Beteiligte angesprochen fühlen und fördert den Willen einen Beitrag zu leisten, die Gewässerbelastung zu reduzieren.

Diese erfolgsrelevante Voraussetzung war der Trägerschaft und der Projektleitung des BPP bewusst. Aus diesem Grund wurden vor Projektbeginn und während der ganzen Projektdauer der Beratung und der Kommunikation besondere Beachtung geschenkt. So wurden zahlreiche Informations- und Beratungsanlässe durchgeführt, um die Projektbeteiligung zu fördern und das Interesse am Projekt zu wecken. Dieser Aufwand wurde schlussendlich mit einer hohen Teilnahme am BPP belohnt. Mit einer durchschnittlichen jährlichen Beteiligung von 3'245 Betrieben wies das BPP eine hohe Teilnahme auf. Dies entspricht einem Beteiligungsanteil von 50 bis 60 % der Zielgruppe (Betriebe mit Ackerbau und/oder

Spezialkulturen). Die Beteiligung an den einzelnen Massnahmen lieferte Informationen zur Praxistauglichkeit der Massnahmen bzw. zu den für eine breitere Umsetzung nötigen Rahmenbedingungen für den Erfolg des Projekts.

9.1.2 Breite Information und Kommunikation an die Projektteilnehmenden vor und während des Projektes

Um eine hohe Projektbeteiligung zu fördern, mussten das Projekt zuerst bekannt gemacht und die potenziellen Teilnehmenden für die Umweltwirkung von PSM sensibilisiert werden. Dies erforderte grosse kommunikative Anstrengungen bereits vor Projektbeginn. Da eine kantonsweite, einzelbetriebliche Beratung mit den Ressourcen der kantonalen Fachstelle Pflanzenschutz nicht möglich war, wurde während des Projekts intensiv und regelmässig über folgende Kommunikationskanäle informiert: Artikel in der landwirtschaftlichen Fachpresse, Kurse, Flurbegehungen oder Fachtagungen. In den Pilot-Einzugsgebieten wurden die Betriebe zusätzlich informiert und gezielt beraten (siehe 9.1.3). Wie im Kapitel 4 beschrieben und in den Anhängen 1 bis 4 zusammengefasst, wurden viele Ressourcen in die Beratung und Kommunikation investiert: Total wurden über die sechs Projektjahre 68 Informations- oder Weiterbildungsanlässe durchgeführt und ca. 2'380 Stunden dafür eingesetzt. Aus Sicht der Trägerschaft und der Projektleitung war dieses erhebliche Engagement eine weitere Grundvoraussetzung, um sowohl die Umwelt- wie auch die Sensibilisierungsziele zu erreichen.

9.1.3 Enge Zusammenarbeit mit den Projektteilnehmenden in den zwei Piloteinzugsgebieten

Mit insgesamt 14 Informationsanlässen sowie zahlreichen informellen Austauschen zwischen Trägerschaft, Projektleitung und Projektteilnehmenden in den zwei Piloteinzugsgebieten wurde dieser Teilnehmerkreis besonders eng begleitet. Diese enge Unterstützung zeigte eine gute Wirkung auf die Zielerreichung: Wenn die Betroffenen jeweils mit konkreten PSM-Belastungsergebnissen und Fakten konfrontiert werden, nimmt die Sensibilisierung zur PSM-Umweltproblematik deutlich zu. Die Teilnehmenden sind demzufolge auch motiviert, die PSM-Belastungen im entsprechenden Piloteinzugsgebieten zu reduzieren. Sie setzen sich mit der Problematik intensiv auseinander und suchen nach Verbesserungsmöglichkeiten. Diese Aktivität bedingt jedoch, dass sie als Partnerinnen und Partner ernst genommen und beratend unterstützt werden. Eine enge Begleitung der Landwirtschaft wirkt sich sehr positiv auf die Reduktion von PSM-Belastungen in Oberflächengewässern aus. Diese Unterstützung ist mit einem hohen Aufwand verbunden, was im Rahmen des BPP nur in den Piloteinzugsgebieten geleistet werden konnte.

9.1.4 Praxistaugliche Massnahmen mit Sofortwirkung

Damit die Projektziele innerhalb der relativ kurzen Projektdauer (6 Jahre) erreicht werden konnten, wurden der Landwirtschaft praxistaugliche und umsetzbare Fördermassnahmen zur freiwilligen Teilnahme angeboten. Mit dieser Stossrichtung fand das Projekt eine breite Akzeptanz und Anklang: Die hohe Projektbeteiligung und Aussagen von Projektteilnehmenden bezeugen, dass mit einem solchen Ansatz eine Verbesserung der Nachhaltigkeit in der Landwirtschaft möglich und in relativ kurzer Zeit erreichbar ist. Die Praxistauglichkeit und die entsprechende Akzeptanz der Massnahmen sind eine wichtige Voraussetzung zur Zielerreichung. Im Weiteren ist für den Projekterfolg entscheidend, dass die Auswirkungen der Massnahmen ausreichend bekannt sind und der potenzielle Mehraufwand angemessen entschädigt wird. Zudem ist förderlich, wenn die Massnahmen je nach Konstellation auf Parzellenebene an- und abmeldbar sind. Letzteres ist besonders wichtig, weil der Schaderregerdruck je nach Parzelle sehr unterschiedlich ist (siehe 9.1.5).

9.1.5 Massnahmen, die an den lokalen Schaderregerdruck angepasst und umgesetzt werden konnten

Die Ergebnisse aus den Befragungen zur Projektteilnahme und zur Akzeptanz der einzelnen Massnahmen sowie zahlreiche mündliche Rückmeldungen von Projektteilnehmenden bestätigten weiter, dass die

Möglichkeit einer Abmeldung der entsprechenden Massnahme im Falle eines zu hohen Schaderregerdruckes sehr begrüsst wurde. Diese Flexibilität wurde einerseits agronomisch als sinnvoll beurteilt (jede Parzelle hat andere Eigenschaften, die klimatischen Bedingungen und der Schaderregerdruck sind von Jahr zu Jahr verschieden) und andererseits erhöhte sie die Bereitschaft, auch ertragsbezogene riskantere Massnahmen anzumelden. Die Möglichkeit einer parzellenspezifischen An- und Abmeldung trug ebenfalls dazu bei, die produktionsbezogenen Risiken für die Projektteilnehmenden zu senken. In der Folge waren viele Teilnehmende eher bereit, eine Massnahme zu testen und anzumelden, wenn diese im Falle eines zu hohen Ertragsverlust-Risikos wieder abgemeldet werden konnte. Die Betriebe konnten somit die für ihre Situation geeigneten Massnahmen wählen, was die Projekt-Beteiligung und die Zielerreichung gefördert hat (siehe Kapitel 7.3.3.2).

9.1.6 Reduziertes finanzielle Risiko durch die an die Massnahme angepasste Entschädigung

Wie aus der Befragung zur Projektteilnahme hervorgeht, spielte die an die Massnahme angepasste Entschädigung eine wichtige Rolle. Die Projektteilnehmenden waren eher geneigt, Massnahmen mit klar kalkulierbaren Mehrkosten in Form von Arbeit und Aufwand umzusetzen (z.B. Querstreifen entlang von Wegen und Strassen). Demgegenüber wurden Massnahmen mit schwer kalkulierbaren Auswirkungen auf Ertrag und Kosten als weniger attraktiv eingestuft und entsprechend weniger häufig umgesetzt (siehe Kapitel 7.3.3.2). Somit erwies sich die Entschädigung als wesentlicher Schlüsselfaktor für die Projektteilnahme und die Zielerreichung.

9.2 Projektführung

9.2.1 Zusammenarbeit in der Trägerschaft

Das Amt für Landwirtschaft und Natur des Kantons Bern (LANAT) und der Berner Bauern Verband (BEBV) bildeten die Projektträgerschaft. Die Zusammenarbeit gestaltete sich konstruktiv und zielführend. Die Partnerschaft mit dem Berufsverband war einerseits vorteilhaft, um die Landwirtschaft für das Projekt zu gewinnen und die Projektbeteiligung zu fördern. Andererseits bedingte diese Partnerschaft beispielsweise auch vertiefte Abklärungen im Fall von Meinungsunterschieden, sowohl hinsichtlich Projektführung wie auch betreffend die Kommunikation. Die inhaltlichen und kommunikativen Arbeiten waren stets umsichtig und gut miteinander abzustimmen.

9.2.2 Digitale Erfassung der Betriebe und der Massnahmen

Anmeldungen für das Projekt und Erhebungen der Flächen oder Werte (z.B. Laufmeter) wurden über die Internetplattform «Gesamtlösung EDV Landwirtschaft und Natur» (GELAN) abgewickelt. Dieses IT-System war für den Massnahmenvollzug schon vorhanden und musste folglich nicht spezifisch für das Projekt entwickelt werden. Dank dieser Möglichkeit konnten der administrative Aufwand für alle Projektbeteiligten auf einem relativ tiefen Niveau gehalten und die Fehlerquellen minimiert werden. Einen erheblichen Zusatzaufwand stellte jedoch die räumliche Erfassung von Massnahmen wie die Querstreifen in den Piloteinzugsgebieten dar. Diese wurden von der BFH-HAFL in Feldbegehungen erhoben. Auch die detaillierte Erfassung der PSM-Einsätze war mit hohem Aufwand verbunden.

9.3 Beurteilung der Nachhaltigkeit der umgesetzten technischen, organisatorischen und strukturellen Neuerungen

Parallel zum BPP wurden auf Bundesebene im Rahmen der Weiterentwicklung der Agrarpolitik (z.B. zur Umsetzung der Pa. IV. 19.475 und des Absenkpfadens weitere oder ähnliche Massnahmen wie im BPP eingeführt. Durch die Einführung neuer Bundesmassnahmen sind gewisse Doppelspurigkeiten und Überlappungen mit BPP-Massnahmen entstanden, beispielsweise mit der Einführung von sogenannten REB-Massnahmen oder PSM-Verzichtprogrammen in der DZV. Dies erschwert und verunmöglicht demzufolge

eine eindeutige Beurteilung der Nachhaltigkeit der Neuerungen im BPP. Dennoch wird versucht, diese Umweltwirkungen für die jährlich wiederkehrenden Massnahmen und die Investitionsmassnahmen zu beurteilen.

9.3.1 Investitionsmassnahmen

Die Sanierung und der Neubau eines Spritzenfüll- und Waschplatzes ist eine einmalige, infrastrukturelle Investitionsmassnahme. Realisierte Infrastrukturen bzw. bauliche Massnahmen werden nach Projektende beibehalten und langfristig Wirkung entfalten. Aus diesem Grund ist die Nachhaltigkeit dieser Neuerung unter der Voraussetzung gegeben, dass die Feldspritze fachgerecht befüllt und gereinigt wird.

9.3.2 Jährlich wiederkehrende Massnahmen

Jährliche Massnahmen entfalten eine nachhaltige Wirkung, wenn sie definitionsgemäss jährlich wiederkehrend umgesetzt werden. Welche jährlichen Massnahmen weitergeführt werden, hängt im Wesentlichen von drei Faktoren ab: Von ihrer Praxistauglichkeit (aus Sicht der Bewirtschafterinnen und Bewirtschafter), der Einführung einer Rechtsverbindlichkeit nach dem Projekt und ggf. einer finanziellen Unterstützung (was insbesondere für die produktionsbezogenen Risiko-Massnahmen entscheidend ist).

Die Beurteilung der Nachhaltigkeit und Weiterführung der jährlichen Massnahmen des BPP (Tabelle 14) zeigt, dass ca. die Hälfte der Massnahmen praxistauglich und eine Weiterführung denkbar ist. Die Weiterführung dieser Massnahmen hängt primär von der Erfahrung und Einschätzung der Betriebsleiterin oder des Betriebsleiters ab.

Die zwei Massnahmen gegen PSM-Abschwemmungen wurden während des Projekts in einer inhaltlich etwas geänderten Form als sog. «Pa. Iv. 19.475 Massnahmen» in die DZV aufgenommen. Damit sind diese Massnahmen faktisch bundesrechtlich verbindlich geworden, was ihre Weiterführung grundsätzlich sichergestellt (Anmerkung: gemäss DZV muss bei jeder PSM-Behandlung eine Massnahme gegen Abschwemmung umgesetzt werden; ein Querstreifen am Feldrand ist eine mögliche Massnahme). Was jedoch in diesem Fall fehlt, ist die Entschädigung für die damit einhergehenden Ertragsverluste.

Für die Massnahmen im Bereich des reduzierten PSM-Einsatzes (Risiko-Massnahmen) besteht die Möglichkeit, vergleichbare Massnahmen im Rahmen von DZV-Programmen anzumelden: Eine Weiterführung solcher Massnahmen ist somit möglich, dürfte aber ohne die im BPP praktizierte Flexibilität weniger Verbreitung finden.

9.4 Schlussfolgerungen und Perspektiven

Dank der sechs oben beschriebenen Schlüsselfaktoren konnten im Rahmen des BPP die PSM-Umweltbelastungen in relativ kurzer Zeit reduziert werden, ohne die Erträge wesentlich negativ zu beeinflussen. Lokal können dennoch die PSM-Einträge in die Umwelt, v.a. diffuse Einträge, noch weiter reduziert werden. Um dies zu erreichen, sind ausreichende Kenntnisse der lokalen Gegebenheiten (z.B. Niederschlagsverteilung, Topographie, Bodeneigenschaften, Drainagesystem oder Strassenentwässerung) erforderlich. Darauf abgestützt können die möglichen und spezifischen Eintragungspfade definiert und parzellspezifische Massnahmen konzipiert werden. In diesem Kontext spielen die betriebsspezifische Beratung und Betreuung eine entscheidende Rolle. Das gewonnene Fachwissen muss den Betrieben in geeigneter Form zur Verfügung gestellt werden, damit die vorgeschlagenen Massnahmen zielgerecht umgesetzt werden. Bei den Massnahmen des reduzierten PSM-Einsatzes müssen ausreichend Informationen zu den Auswirkungen verfügbar und eine ausreichende Entschädigung zur Abgeltung der zusätzlichen Produktionsrisiken gegeben sein. In Zukunft werden vertiefte und solide Grundlagen zu den lokalen Gegebenheiten und zu den Auswirkungen der Massnahmen unentbehrlich sein, die fachgerecht und praxisgerecht an die Bewirtschaftenden zu vermitteln sind.

In diesem Sinn und aufgrund der Erfahrungen mit dem BPP wurden im Kanton Bern Folgearbeiten aufgelegt und erste Massnahmen umgesetzt. Drei Beispiele illustrieren das weitere Vorgehen: (1) In Zusammenarbeit mit BFH-HAFL, Agridea und INFORAMA wurde auf der Rütli in Zollikofen der Pflanzenschutzmittel-Demobetrieb entwickelt; dieser kann dazu dienen, die Erkenntnisse aus dem BPP in die Praxis zu tragen und den Wissenstransfer über die Aus- und Weiterbildung zu verstetigen. (2) Die Erkenntnisse aus der wissenschaftlichen Begleitung haben gezeigt, dass die PSM-Einträge über die Schächte von Relevanz sind. Demzufolge werden die Betriebe über die Beratung und Weiterbildung ermutigt, die Schächte überall wo möglich abzudecken, um weitere PSM-Einträge über diesen Weg in die Gewässer zu verhindern. (3) In Zukunft sind weitere Arbeiten im Rahmen der Bodenkartierung geplant. Die Fachstelle Boden des Kantons Bern wird im Piloteinzugsgebiet des Chrümmelisbachs die Bodeneigenschaften erheben (Beginn im 2024). Dank der Bodenkartierung werden die Eigenschaften der einzelnen Parzellen in diesem Gebiet bekannt sein. Darauf abgestützt können in Zukunft Risiko-Parzellen identifiziert sowie gezielte Massnahmen gegen unerwünschte PSM-Einträge empfohlen und umgesetzt werden.

Diese Beispiele zeigen, dass das BPP neues Wissen generiert hat. Dieser Mehrwert steht der Praxis zur Verfügung und kann dazu beitragen, die PSM-Umweltbelastungen zu reduzieren. Für die kommenden Jahre ist es davon auszugehen, dass aus der Forschung weiteres spezifisches Wissen über das Verhalten von PSM in der Umwelt gewonnen wird. Dieses Wissen, gekoppelt mit dem entsprechenden Beratungsangebot, wird massgebend dazu beitragen, unerwünschte Nebenwirkungen von Stoffen weiter reduzieren zu können.

Tabelle 14: Beurteilung der Weiterführung und der Nachhaltigkeit der jährlichen Massnahmen des BPP

Massnahme	Massnahme-Kategorie	Beurteilung
Querstreifen am Feldrand (gegen Abschwemmung)	Teilweise rechtlich verbindlich (Pa. Iv. 19.475) und praxistauglich	Weiterführung bedingt sichergestellt
Begrünung der Fahrspuren (gegen Abschwemmung)	Teilweise rechtlich verbindlich (Pa. Iv. 19.475) und praxistauglich	Weiterführung bedingt sichergestellt
Totalherbizid-Verzicht	Praxistauglich	Weiterführung denkbar
Herbizid-Verzicht	Risiko-Massnahme	Weiterführung denkbar (finanzielle Unterstützung über die DZV; momentan fehlt die Flexibilität eine Parzelle spezifische Umsetzung)
Reduzierter Fungizid- und Insektizid-einsatz	Risiko-Massnahme	Weiterführung in verschärfter Form denkbar (finanzielle Unterstützung über die DZV)
Trichogramma-Einsatz	Praxistauglich	Weiterführung denkbar
Verwirrungstechnik	Praxistauglich	Weiterführung denkbar
Seitliches Einnetzen	Praxistauglich	Weiterführung denkbar

10. Literaturverzeichnis

- Alder S., Herweg K., Liniger H., Prasuhn V. 2013: Technisch-wissenschaftlicher Bericht zur Gewässeranschlusskarte der Erosionsrisikokarte der Schweiz (ERK2) im 2x2-Meter-Raster, Januar 2013, 55 S.
- Ashauer R., Kuhl R., Zimmer E., Junghans M. 2020: Effect modeling quantifies the difference between the toxicity of average pesticide concentrations and time-variable exposures from water quality monitoring. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 39, 2158-2168.
- Arnold, J.G., Kiniry, J.R., Srinivasan, R., Williams, J.R., Haney, E.B. & Neitsch, S.L. 2013: SWAT 2012 Input/Output Documentation. (At: <https://hdl.handle.net/1969.1/149194>).
- Bigler F., Waldburger M., Bosshart S. 1990: Ertragsverlust bei Körner- und Silomais durch den Maiszünsler, *Ostrinia nubilalis* Hbn., *Landwirtschaft Schweiz*, 3, 591-596.
- BAFU 2019: Gewässerabschnittsbasierte Einzugsgebietsgliederung der Schweiz.
- BLW 2012: Gewässeranschlusskarte direkt und indirekt, AnschlusswahrscheinlichkeitBLW 2021: Erläuterungen zum Ressourcenprogramm Landwirtschaft (Art. 77a und 77b LwG), Version 4.0 vom 16.07.2021, Anhang 8.
- Böcker T., Möhring N., Finger R. 2019: Herbicide free agriculture? A bio-economic modelling application to Swiss wheat production, *Agricultural Systems*, 173, 378–392.
- Chow R., Scheidegger R., Doppler T., Dietzel A., Fenicia F., Stamm C. 2020: A review of long-term pesticide monitoring studies to assess surface water quality trends, *Water Research X* 9 (2020) 100064.
- Chow R., Spycher S., Scheidegger R., Doppler T., Dietzel A., Fenicia F., Stamm C. 2023: Methods comparison for detecting trends in herbicide monitoring time-series in streams, *Science of the Total Environment*, 891, 164226.
- Daouk S., Doppler T., Wittmer I., Junghans M., Coster M., Stamm C., 2019: Pesticides dans les eaux de surface : mesures de réduction et monitoring de synthèse des apprentissages liés aux projects. *Aqua & Gas*, 1, 66-73.
- Daniel O., Matthis M., 2017: Konzept der wissenschaftlichen Begleitung des Berner Pflanzenschutzprojekts (BPP), Version 5, 11.8.2017, 45 S.
- Haller M., Mann T. 2022: Teilprojekt 9 - Bericht zur massnahmenspezifischen Umfrage (provisorische Fassung), 83 S.
- Junghans M. *et al.* 2013: Toxizität von Mischungen – aktuelle praxisorientierte Ansätze für die Beurteilung von Gewässerproben, *Aqua & Gas*, 5/13, p. 54-61.
- Junghans M., Kuhl R., Zimmer E., Ashauer R., Werner I. 2017: Praxistaugliche Beurteilungen von kurzzeitigen Peaks. Studie im Auftrag des BAFU. Oekotoxzentrum Eawag-EPFL, Dübendorf. 2014.
- Junghans M. *et al.* 2020: Qualitätskriterienvorschläge Oekotoxzentrum 2020. Verfügbar unter: <https://www.oekotoxzentrum.ch/expertenservice/qualitaetskriterien/qualitaetskriterienvorschlaege-oekotoxzentrum/>.
- Kienle, C., Bramaz, N., Schifferli, A., Olbrich, D., Werner, I., Vermeirssen, E. 2023: Beurteilung der Wasserqualität mit einer Biotestbatterie. *Aqua & Gas* 103 (4), 24-33.
- Klein et al. 2023: Risk mitigation measures for Pesticide Runoff – How effective are they? submitted to *Pest Manag. Science*.
- Koch U., Prasuhn V. 2021: Risikokarten für den Eintrag von Pflanzenschutzmitteln in Oberflächengewässer auf Einzugsgebietsebene, *Agroscope Science*, Nr. 126, 85 S.

- Korkaric M., Ammann L., Hanke I., Schneuwly J., Lehto M., Poiger T., de Baan L., Daniel O., Blom J.F., Nationale Risikoindikatoren basierend auf dem Verkauf von Pflanzenschutzmitteln 2022, Agrarforschung Schweiz 13: 1–10.
- LANAT und BEBV 2015: Ressourcenprogramm Pflanzenschutz, Berner Pflanzenschutzprojekt, Projektgesuch nach Art. 77a und b Landwirtschaftsgesetz (LwG, SR 910.1) Version vom 27.11.2015.
- Leu C., Schneider M. K., Stamm C., 2010: Estimating catchment vulnerability to diffuse herb-icide losses from hydrograph statistics. J. Environ. Qual., 39, 1441–1450.
- Moriasi, D.N., Arnold, J.G., Van Liew, M.W., Bingner, R.L., Harmel, R.D., Veith, T.L., 2007: Model Evaluation Guidelines for Systematic Quantification of Accuracy in Watershed Simulations. Transactions of the American Society of Agricultural and Biological Engineers 50, 885–900.
- Ramseier H. et al. 2022: Berner Pflanzenschutzprojekt - Wissenschaftliche Begleitung, Zwischenbericht Dezember 2021, 193 S.
- Reichenberger S., Sur R., Kley C., Sittig S., Multsch S. 2019: Recalibration and cross-validation of pesticide trapping equations for vegetative filter strips (VFS) using additional experimental data, Sci. Total Environ., 647, 534–550.
- Rentsch U. 2015: Mündliche Mitteilung, Schweizer Verband für Landtechnik SVLT.
- Riedi J. 2019: Identifikation der dominanten Eintragspfade von Pflanzenschutzmitteln ins Gewässer durch Kombination verschiedener Datenquellen, Masterarbeit, Universität Basel, 125 S.
- Schönenberger U. et al. 2020: Hydraulische Kurzschlüsse, Aqua & Gas, 11/20, 65-71. Schönenberger U. T., Beck B., Dax A., Vogler B., Stamm C. 2022: Pesticide concentrations in agricultural storm drainage inlets of a small Swiss catchment, Environmental Science and Pollution Research, <https://doi.org/10.1007/s11356-022-18933-5>.
- Singer H. et al. 2006: Evaluation der Ökomassnahmen - Gewässer und Pestizide, Konzept- und Ergebnisbericht, 111 S.
- Wittmer I. et al. 2014: Mikroverunreinigungen - Beurteilungskonzept für organische Spurenstoffe aus diffusen Quellen. Studie im Auftrag des BAFU. Eawag, Dübendorf, 105 S.

Abkürzungen

Abkürzungen im Berner Pflanzenschutzprojekt

ADZ	Abteilung Direktzahlungen
ARA	Abwasserreinigungsanlage
AWA	Amt für Wasser und Abfall des Kantons Bern
BE	Beratung
BEBV	Berner Bauern Verband
BFH-HAFL	Berner Fachhochschule, Hochschule für Agrar-Forst- und Lebensmittelwissenschaften
BLW	Bundesamt für Landwirtschaft
BPP	Berner Pflanzenschutzprojekt
DTR	<i>Drechslera Tritici Repentis</i> , Blattdürre im Weizen
DZV	Direktzahlungsverordnung
EPIPRED	EPIdemies PREDiction PREDevention: Prognosesystem im Pflanzenschutz
EZG	Einzugsgebiet
erwGAK	erweiterte Gewässeranschlusskarte
GAK	Gewässeranschlusskarte
GELAN	Gesamtlösung EDV Landwirtschaft und Natur
GSchV	Gewässerschutzverordnung (SR 814.201)
GW	Grenzwert
LANAT	Amt für Landwirtschaft und Natur
LN	Landwirtschaftliche Nutzfläche
MA	Massnahme
NAP PSM	Nationaler Aktionsplan Pflanzenschutzmittel
NAWA-Spez	Nationale Beobachtung Oberflächengewässer Spezialuntersuchung
oAF	Offene Ackerfläche
ÖLN	Ökologischer Leistungsnachweis
PA	Projektadministration

PL	Projektleitung
PSM	Pflanzenschutzmittel
REB	Ressourceneffizienzbeiträge Bund
RFI	Request for Information
SBV	Schweizerischer Bauernverband
TP	Teilprojekt der wissenschaftlichen Begleitung
UK	Umsetzungskontrolle
VKKL	Verordnung über die Koordination der Kontrollen auf Landwirtschafts- betrieben (SR 910.15)
WB	Wissenschaftliche Begleitung
WK	Wirkungskontrolle
WM	Wirkungsmonitoring
WS	Wirkstoff
ZALA	Zusammenschluss Abwasserregion Langenthal

Anhänge

Anhang 1: Chronologie 1.1.2022 bis 31.12.2022

1.1.2022	Beginn des 6. Projektjahres; letztes Jahr mit Auszahlungen
21.1.2022	Infoabend Monitoring-Landwirte in Büren zum Hof (hybrid), Hauptthema: Kommunikation des Zwischenberichts der wissenschaftlichen Begleitung
15.3.22	11. Sitzung des Steuerungsausschusses
4.4.2022	Medienanlass zum Projekt mit RR C. Ammann
7.4.2022	Medienmitteilung "Pflanzenschutz: Mit mehr Weiterbildung und Beratung ins letzte Projektjahr"
20.5.2022	Pflanzenschutztagung (Fachtagung für Landwirte)
5.7.2022	Infoabend Monitoring: Präsentation der Resultate
19.10.2022	12. Sitzung des Steuerungsausschusses

**Anhang 2: Liste der Veranstaltungen, die im Rahmen der Weiterbildung durchgeführt wurden.
 Anmerkung: ÖLN und PS-Kurse sind Weiterbildungsveranstaltungen, die in der Regel im
 Rahmen der üblichen Weiterbildung durchgeführt wurden.**

Datum	Art des Anlasses	Ort / Bemerkung
31.01.2017 / 16.02.2017	ÖLN und PS-Kurs	Waldhof
01.02.2017 / 07.02.2017	ÖLN und PS-Kurs	Rütli
02.02.2017 / 10.02.2017	ÖLN und PS-Kurs	Ins
03.02.2017 / 14.02.2017	ÖLN und PS-Kurs	Schwand
08.02.2017	ÖLN und PS-Kurs	Sumiswald
30.01.2018 / 15.02.2018	ÖLN und PS-Kurs	Waldhof
01.02.2018 / 06.02.2018	ÖLN und PS-Kurs	Rütli
02.02.2018 / 08.02.2018	ÖLN und PS-Kurs	Ins
05.02.2018	ÖLN und PS-Kurs	Schwand
07.02.2018	ÖLN und PS-Kurs	Sumiswald
05.06.2018	Pflanzenschutztagung «Von der Hacke zum Roboter»	Rütli, mit Begrüssung vom RR C. Ammann; ca. 300 Teilnehmer
14.08.2018	Brennpunkt Boden- und Pflanzenschutz: BPP und Waschplatz	Ballmoos, ca. 100 Teilnehmer
19.09.2018	Feldtagung «Landwirtschaft 4.0»	Rütli
28.01.2019 / 14.02.2019	ÖLN und PS-Kurs	Waldhof

31.01.2019 / 08.02.2019	ÖLN und PS-Kurs	Rütti
06.02.2019	ÖLN und PS-Kurs	Ins
14.02.2019	ÖLN und PS-Kurs	
03.02.2020 / 13.02.2020	ÖLN und PS-Kurs	Schwand
06.02.2020 / 12.02.2020	ÖLN und PS-Kurs	Waldhof
07.02.2020 / 19.02.2020	ÖLN und PS-Kurs	Rütti
14.02.2020 / 20.02.2020	ÖLN und PS-Kurs	Ins
18.02.2020	ÖLN und PS-Kurs	Sumiswald
13.05.2020	Pflanzenschutztagung zum BPP	Abgesagt (Corona bedingt)
28.05.2020	Pflanzenschutztagung	Abgesagt; im Seeland Bel- lechasse FR (Corona be- dingt)
09.02.2021 / 18.03.2021	ÖLN und PS-Kurs	Online Durchführung
10.05.2021	Pflanzenschutztagung zum Thema "Her- bizidlose Unkrautbekämpfung, Humanto- xikologie und Waschplätze»	Online Durchführung
02.02.2022	ÖLN und PS-Kurs	Waldhof
08.02.2022	ÖLN und PS-Kurs	Rütti
21.02.2022	ÖLN und PS-Kurs	Ins
20.05.2022	Pflanzenschutztagung: Informationen zu agrarpolitischen Massnahmen zum BPP	Rütti
29.06.2022	Innovationsplattform der Fenaco	Jegenstorf

Anhang 3: Liste der Waschplatz-Anlässe:

Datum	Art des Anlasses	Ort / Bemerkung
29.06.2017	Flurbegehung, organisiert von LBM-BEBV	Limpach
18.10.2017	Informationsabend, organisiert vom Gemeinderat Ins	Ins
09.11.2017	Waschplatzveranstaltung	Inforama Ins
18.05.2018	Waschplatzveranstaltung	Herzogenbuchsee, mit Agridea
22.08.2018	Waschplatzveranstaltung	Ins
30.01.2020	Waschplatz-Information an der Obstbautagung des Inforama	Ins
10.05.2021	Pflanzenschutztagung zum Thema "Herbizidlose Unkrautbekämpfung, Humantoxikologie und Waschplätze»	Online Durchführung

Anhang 4: Liste der Informationsanlässe für die Monitoring-Landwirte.

Datum	Thema	Ort
17.01.2017	Informationsabend übers Administrativ	Gemeindesaal von Büren zum Hof
21.11.2017	Informationsabend zu den Ergebnissen	Inforama Rütli
13.03.2018	Informationsabend zu den Ergebnissen	Saal Mehrzweckgebäude in Schalunen
25.06.2018	Flurbegehung, Thema «Abschwemmung und Pufferstreifen»	EZG Chrümlisbach, Büren zum Hof
15.08.2018	Diskussionsabend zur Vorbereitung des Medienanlasses vom 31.08.2018	Betrieb von Andreas und Paul Hofer in Ballmoos
21.02.2019	Informationsabend zu den Ergebnissen	Saal Mehrzweckgebäude in Schalunen
03.03.2020	Informationsabend zu den Ergebnissen	Saal Mehrzweckgebäude in Schalunen
18.08.2020	Abend-Flurbegehung zum Thema «Schächten»	EZG Chrümlisbach, Büren zum Hof
18.03.2021	Informationsabend zu den Ergebnissen	Online Durchführung
21.06.2021	Aussprache Monitoring-Landwirte und Volkswirtschaftsdirektor (Regierungsrat C. Amman)	Hornusserhüsli, Büren zum Hof
16.12.2021	Schwerpunkt «Kommunikation des Zwischenberichtes 2021»	Turnhalle von Limpach
19.01.2022	Schwerpunkt «Zwischenbericht 2021»	Gemeindesaal von Büren zum Hof und online Durchführung
05.07.2022	Informationsabend zu den Ergebnissen	Saal Mehrzweckgebäude in Schalunen
16.05.2023	Informationsabend zu den Ergebnissen	Hornusserhüsli, Büren zum Hof

Anhang 5: Liste der Medienanlässe (rot) und Medienmitteilungen (blau), sowie von Informationsveranstaltungen für diverse Institutionen, die während des Projektdauer durchgeführt wurden.

Datum	Art der Kommunikation	Ort (falls nötig) / Wer
06.07.2016	Medienanlass, BEBV und LANAT; Ankündigung des BPP.	Betrieb Daniel Lehmann, Niederriedweg 41, 3019 Bern
31.03.2017	Medienmitteilung der Volkswirtschaftsdirektion: « <i>Schlupfwespen gegen Maiszünsler</i> »; erste Information zur BPP-Beteiligung.	
28.09.2017	Agridea-Kurs «Hotspot Aktionsplan Pflanzenschutz»; Präsentation des BPP	LBBZ Liebegg (deutsch); Projektleiter
04.10.2017	Cours Agridea «Plan d'action»; Präsentation des BPP	Morges/Marcelin (französisch); Projektleiter
16.03.2018	Medienmitteilung der WEU «Die Mehrheit der Ackerbaubetriebe nimmt teil am Berner Pflanzenschutzprojekt»	
21.03.2018	Informationsvortrag zum BPP für Grossrätinnen und Grossräte	Rathaus Bern; Projektleiter
24.04.2018	Informationsvortrag zum BPP an der Mitgliederversammlung der VSA (Verband Schweizer Abwasser- und Gewässerschutzfachleute)	Kursaal Bern; Projektleiter
12.07.2018	Präsentation des BPP am Medienanlass vom SBV	Schalunen; Projektleiter
31.08.2018	Medienanlass zum BPP geleitet durch den BEBV: « <i>Messungen des Gewässer-Monitorings</i> »	Bätterkinden
21.03.2019	Vortrag zum Thema «Das Berner Pflanzenschutzprojekt – der andere Weg»	Berner Wassertag / LANAT Amtsvorsteher
25.6.2019	Medienmitteilung der Volkswirtschaftsdirektion: «3412 Berner Landwirtschaftsbetriebe setzen weniger Pflanzenschutzmittel ein»	
11.11.2019	Präsentation des BPP am Informationsanlass des Kantons SO	Messen SO; Projektleiter

17.05.2021	Publikation der Filme aus der Serie « <i>Von Bauern für Bauern - Strategie Pflanzenschutz - gemeinsam besser werden</i> »	Die Filme wurden von Patricia Fry, Wissensmanagement Umwelt GmbH erstellt und vom BPP finanziell unterstützt
18.5.2021	Publikation Rohdaten Gewässer-Monitoring aufgrund von Druck der Öffentlichkeit/Medien	
07.04.2022	Medienanlass zum «Zwischenbericht 2021»	Büren zum Hof
14.09.2022	Präsentation BPP-Erkenntnisse im Rahmen des Beratungsforum Schweiz	Rütti; Projektleiter
11.10.2022	Präsentation BPP-Erkenntnisse im Rahmen des jährlichen Treffen mit dem Agroline-Beratungsdienst	Rütti; Projektleiter
13.01.2023	Pflanzenschutztagung Feldbau	Biel; Projektleiter
15.02.2023	Berner Pflanzenschutzprojekt - Was wurde erreicht?"	HAFL; Simon Spycher und Fabio Mascher (HAFL) und Projektleiter

Anhang 6: Berechnung der eingesparten Fungizid- und Insektizidwirkstoffe

Fungizide

Bei einer 2-Fungizide-Strategie werden in der Regel 2 Behandlungen durchgeführt: Die erste im Stadium DC 31-32 des Getreides und die zweite im Stadium DC 39-55. Für die Schätzung der eingesparten Wirkstoffmenge werden 2 Behandlungen mit den folgenden Wirkstoffen als Basis angenommen:

2x Fungizid-Strategie	Mögliche Wirkstoffe	Menge Wirkstoffe in g/ha	Gesamt Menge in g/ha
1. Behandlung DC 31-32	Prothioconazol + Spiroxamie	200 g/ha + 375 g/ha	575 g/ha
	<i>oder</i> Tebuconazol + Spiroxamie	200 g/ha + 375 g/ha	575 g/ha
2. Behandlung DC 39-55	Fluxapyroxide + Metconazol	125 g/ha + 90 g/ha	215 g/ha
	<i>oder</i> Benzovindiflupyr + Prothioconazol	75 g/ha + 150 g/ha	225 g/ha
Total eingesetzte Wirkstoffmenge			790 g/ha bis 800 g/ha

1x Fungizid-Strategie	Mögliche Wirkstoffe	Menge Wirkstoffe in g/ha	Gesamt Menge in g/ha
Behandlung DC 39-55	Bixafen + Prothioconazol	94 g/ha + 190 g/ha	284 g/ha
	<i>oder</i> Benzovindiflupyr + Prothioconazol	75 g/ha + 150 g/ha	225 g/ha
Total eingesetzte Wirkstoffmenge			225 g/ha bis 284 g/ha

Schlussfolgerung:

- Mit einer 1x-Fungizid-Strategie werden 506 g/ha bis 575 g/ha, d.h. im Durchschnitt 540 g/ha Fungizid-Wirkstoffe eingespart.
- Im Rahmen des BPP wurden 3'270 ha Getreide für die 1x-Fungizid-Strategie angemeldet; angenommen wäre diese Fläche ohne BPP mit 2x-Fungiziden behandelt worden, dann konnten mit dem BPP $3'270 \text{ ha} \times 0.540 \text{ kg/ha} = 1'765.8 \text{ kg}$ Fungizid-Wirkstoffe eingespart werden.

Insektizide

Im Raps und gegen die Frühjahrsschädlinge werden in der Regel 2 Insektizide-Behandlungen durchgeführt: Eine erste gegen den Stängelrüssler und eine zweite gegen den Rapsglanzkäfer; oder zwei Behandlungen gegen den Rapsglanzkäfer (auch 3 Behandlungen sind möglich: 1x gegen Stängelrüssler und 2 Rapsglanzkäfer). Für die Schätzung der eingesparten Wirkstoffmenge werden jedoch 2 Behandlungen mit den folgenden Wirkstoffen als Basis angenommen:

2x Insektizide-Strategie	Mögliche Wirkstoffe	Menge Wirkstoffe in g/ha	Gesamt Menge in g/ha
1. Behandlung Stängelrüssler	Cypermethrin	25 g/ha	25 g/ha
2. Behandlung Rapsglanzkäfer	Indoxacarb	25.5 g/ha	25.5 g/ha
Total eingesetzte Wirkstoffmenge			50.5 g/ha

1x Insektizid-Strategie	Mögliche Wirkstoffe	Menge Wirkstoffe in g/ha	Gesamt Menge in g/ha
1. Behandlung Rapsglanzkäfer	Indoxacarb	25.5 g/ha	25.5 g/ha
Total eingesetzte Wirkstoffmenge			25.5 g/ha

Schlussfolgerung:

- Mit einer 1x-Insektizid-Strategie werden 25 g/ha Insektizid-Wirkstoffe eingespart.
- Im Rahmen des BPP wurden 874 ha Raps für die 1x-Insektizid-Strategie angemeldet; wäre diese Fläche mit 2x-Insektiziden behandelt worden, dann konnten mit dem BPP $874 \text{ ha} \times 0.025 \text{ kg/ha} = 21.85 \text{ kg}$ Insektizid-Wirkstoffe eingespart werden.