



Naturalertragseinbussen durch Verzicht auf Pflanzenschutzmittel im Ackerbau

Resultate einer Delphi-Studie

Anke Möhring, Thomas Drobnik, Gabriele Mack, Jeanine Ammann,
Nadja El Benni



Impressum

Herausgeber	Agroscope Tänikon 1 8356 Ettenhausen www.agroscope.ch
Auskünfte	Anke Möhring, anke.moehring@agroscope.admin.ch
Gestaltung	Jacqueline Gabriel
Titelbild	Gabriela Brändle
Copyright	© Agroscope 2021
ISSN	2296-729X
DOI	10.34776/as125g

Inhalt

Zusammenfassung	4
Résumé	5
Summary	6
1 Einleitung	7
2 PSM-Verzichtsmaßnahmen im Ackerbau	8
2.1 Ackerbau ohne Insektizide, ohne Fungizide und ohne Halmverkürzungsmittel	8
2.2 Ackerbau ohne Herbizide	8
2.3 Ackerbau ohne alle PSM	9
2.4 Auswirkungen verschiedener Managementmaßnahmen	9
3 Daten und Methoden	11
3.1 Fragebogen	11
3.2 Ablauf der Delphi-Befragung	11
3.3 Deskriptive Datenanalyse	12
4 Resultate	13
4.1 Mindererträge bei Verzicht auf Insektizide, Fungizide und Halmverkürzungsmittel im heutigen nicht-extenso Ackerbau	13
4.2 Mindererträge bei Verzicht auf Herbizide im heutigen nicht-extenso Ackerbau	15
4.3 Mindererträge bei Verzicht auf alle chemischen PSM im heutigen nicht-extenso Ackerbau	17
4.4 Einfluss zusätzlicher Managementmaßnahmen	18
4.5 Naturalertragsverluste bei Verzicht auf alle chemischen PSM im heutigen Extenso-Ackerbau	20
4.6 Vergleich der Expertenschätzungen aus der Delphi-Studie mit den Resultaten aus einer Online-Literaturrecherche	22
5 Diskussion und Fazit	24
6 Literatur	26
7 Anhang	28
Anhang A1: Informationen zu den Referenzerträgen	28
Anhang A2: Informationen zu den Regelungen von Managementmaßnahmen	28
Abbildungsverzeichnis	30
Tabellenverzeichnis	31

Zusammenfassung

Naturalertragseinbussen durch Verzicht auf Pflanzenschutzmittel im Ackerbau – Resultate einer Delphi-Studie

Im Rahmen einer Delphi-Befragung wurden 18 Expertinnen und Experten aus der gesamten Schweiz nach den potentiellen Naturalertragsverlusten bei einem vollständigen oder teilweisen Verzicht auf Pflanzenschutzmittel (PSM) im Ackerbau befragt. Das Verordnungspaket zur Parlamentarischen Initiative 19.475 «Das Risiko beim Einsatz von Pestiziden reduzieren» (BLW, 2021) bildete massgeblich die Grundlage für die Vorgaben zur Ausgestaltung der zugrundeliegenden PSM-Verzichtsmassnahmen. Drei Pakete standen im Fokus: a) Ackerbau ohne alle chemischen PSM, b) Ackerbau ohne Insektizide, ohne Fungizide und ohne Halmverkürzungsmittel sowie c) Ackerbau ohne Herbizide. Als weitere Einflussfaktoren wurden das (Referenz-) Ertragsniveau, der Extenso-Anbau und ergänzende Managementmassnahmen berücksichtigt. Die Resultate geben Aufschluss über die zu erwartenden mittleren Ertragsverluste sowie die kulturartenspezifischen Varianzen der Expertenschätzungen.

Die Experten und Expertinnen erwarten die grössten Naturalertragsminderungen im Ackerbau bei einem vollständigen Verzicht auf alle chemischen Pflanzenschutzmittel. Je nach Kultur liegen diese bei einem mittleren Referenzertrag in einem Bereich von 16–47 %. Beim Verzicht auf Insektizide, Fungizide und Halmverkürzungsmittel schwanken die Naturalertragsverluste zwischen 10–43 %. Die Mindererträge durch einen Herbizidverzicht wären laut Schätzung mit 6–20 % am geringsten. In dieser Grössenordnung bewegen sich auch die Resultate für den Extenso-Ackerbau, wenn hier - zum bereits heute praktizierten Insektizid- und Fungizidverzicht - zusätzlich auf Herbizide verzichtet würde.

Allgemein ist bei höheren Referenzerträgen auch von höheren Naturalertragsverlusten auszugehen, die Resultate weisen jedoch auf einen nicht-linearen Zusammenhang zwischen Referenzertrag und Höhe der geschätzten Naturalertragsverluste hin.

Managementmassnahmen werden von den Expertinnen und Experten als wirksames Gegenmittel zur Abmilderung der Naturalertragsverluste gesehen. Die grössten Potentiale für eine regulierende Wirkung werden dabei dem Einsatz widerstandsfähiger Sorten sowie der Anlage von Nützlingsstreifen zugestanden.

Résumé

Pertes de rendement physique dues à l'abandon des produits phytosanitaires dans les grandes cultures – Résultats d'une étude Delphi

Dans le cadre d'une enquête Delphi, 18 expertes et experts de toute la Suisse ont été interrogés sur les pertes potentielles de rendement physique en cas d'abandon total ou partiel des produits phytosanitaires (PPh) dans les grandes cultures. Le train d'ordonnances de l'initiative parlementaire 19.475 «Réduire les risques de l'utilisation des pesticides» (OFAG, 2021) a servi de base pour établir les dispositions applicables aux PPh et à leur abandon. L'accent a été mis sur trois ensembles de mesures: a) agriculture sans aucun PPh chimiques, b) agriculture sans insecticides, sans fongicides et sans régulateurs de croissance, et c) agriculture sans herbicides. D'autres facteurs d'influence ont été pris en compte: le niveau de rendement (de référence), les cultures extenso et les mesures de gestion complémentaires. Les résultats fournissent des éléments sur les pertes de rendement moyennes auxquelles il faut s'attendre et sur les variantes des expertises, spécifiques aux différentes cultures.

Les expertes et experts s'attendent à ce que les baisses de rendement physique soient les plus importantes en cas de renoncement total à tous les produits phytosanitaires chimiques. Selon la culture, elles se situeraient dans une fourchette de 16 à 47 % pour un rendement de référence moyen. En cas d'abandon des insecticides, des fongicides et des régulateurs de croissance, les pertes de rendement physique oscilleraient entre 10 et 43 %. Selon les estimations, les pertes de rendement dues à la suppression des herbicides seraient les plus faibles, avec un pourcentage compris entre 6 et 20 %. Les résultats des cultures Extenso seraient également de cet ordre de grandeur si l'on renonçait également aux herbicides en plus des insecticides et des fongicides qui ne sont déjà plus utilisés aujourd'hui.

En général, on peut s'attendre à ce que les pertes de rendements physiques soient également plus importantes si les rendements de référence sont plus élevés, mais les résultats indiquent une relation non linéaire entre le rendement de référence et le niveau des pertes physiques estimées.

Les mesures de gestion sont considérées par les expertes et les experts comme un moyen efficace d'atténuer les pertes de rendement physiques. L'utilisation de variétés résistantes et la mise en place de bandes enherbées abritant des organismes utiles semblent avoir l'effet régulateur le plus efficace.

Summary

In-Kind Yield Losses from Forgoing the Use of Plant-Protection Products in Arable Crops – Results of a Delphi Study

As part of a Delphi study, 18 experts from the whole of Switzerland were queried about the potential in-kind yield losses from completely or partially forgoing the use of plant-protection products (PPPs) in arable crops. The ordinance package on Parliamentary Initiative 19.475, 'Reducing the Risk of Pesticide Use' (FOAG, 2021) essentially formed the basis for the guidelines for drafting the underlying measures for forgoing PPPs. The focus was on three packages: (a) Arable farming without any chemical PPPs; (b) Arable farming without insecticides, fungicides or stalk shorteners; and (c) Arable farming without herbicides. (Reference) yield levels, 'extenso' (i.e. extensified) cultivation and supplementary management methods were considered as further influencing factors. The results shed light on the expected average yield losses, as well as the crop-specific variances of the expert estimates.

Experts expect the greatest in-kind yield reductions in arable crops from forgoing the use of all chemical plant-protection products. Depending on the crop, these reductions fall within a range of 16–47% for an average reference yield. Where the use of insecticides, fungicides and stalk shorteners is forgone, in-kind yield losses fluctuate between 10–43%. At 6–20%, the estimated yield reductions from forgoing herbicide use would be the lowest. The results for 'extenso' arable crops are also of this order, if herbicide use is forgone in addition to the current forgoing of insecticide and fungicide use.

In general, higher reference yields also lead to the assumption of higher in-kind yield losses, although the results suggest a non-linear relationship between the reference yield and the level of the estimated in-kind yield losses. Management measures are seen by experts as an effective remedy for mitigating in-kind yield losses. The greatest potential for a regulatory effect is ascribed to the use of resistant varieties and the planting of beneficial-insect strips.

1 Einleitung

Diverse Studien belegen, dass ein Verzicht auf Pflanzenschutzmittel (PSM) im Ackerbau in der Regel mit Naturalertragseinbussen einhergeht (Strange und Scott, 2005; Savary et al., 2019; Savary et al., 2020, Bandara et al., 2020). Die Einbussen können jedoch sehr unterschiedlich ausfallen. Das Ausmass ist unter anderem von der jeweiligen Kulturart, dem Anbauverfahren sowie dem regionalen Schädlings- und Krankheitsdruck abhängig (Savary et al., 2019). Für die Schweiz liegen nur wenige Angaben zu potentiellen Ertragseinbussen bei einem Verzicht auf PSM¹ vor. Im Rahmen der Evaluation der Trinkwasserinitiative (Bundesrat, 2018)² führte Agroscope im Jahr 2018 eine Online-Literaturrecherche durch. Die mehrheitlich auf der Basis von Resultaten aus Feldversuchen zusammengestellte Übersicht zeigte, dass Ertragseinbussen bei einem PSM-Verzicht eine hohe Schwankungsbreite aufweisen können (Schmidt et al. 2019, S. 135). Konsistente quantitative Angaben zu potentiellen Mindererträgen bei einem Verzicht auf PSM in verschiedenen Kulturen fehlen bisher für die Schweiz. Solche Informationen sind jedoch notwendig, um die ökonomischen Folgen eines PSM-Verzichts für die Schweizer Landwirtschaft abschätzen zu können.

Ziel der vorliegenden Studie ist es, eine über alle Ackerkulturen hinweg vergleichbare Datenbasis zu Mindererträgen bei einem teilweisen oder vollständigen Verzicht auf PSM in der Schweiz zu erstellen und so die noch bestehende Lücke aufgrund fehlender Feldversuchsdaten und Daten aus der Praxis zu schliessen. Da ein Verzicht auf PSM in der Regel mit flankierenden Massnahmen wie beispielsweise der Anlage von Nützlingsstreifen einhergeht, wurde der Einfluss dieser Massnahmen auf den zu erwartenden Naturalertrag ergänzend abgefragt. Um die Daten zu erheben, wurde im Jahr 2020 eine Online-Delphi-Befragung durchgeführt. Insgesamt 18 Pflanzenschutzmittelexpertinnen und -experten aus der gesamten Schweiz wurden gebeten, ihre Einschätzung zu Mindererträgen bei einem Verzicht auf PSM abzugeben. Die Delphi-Methode wurde angewandt, weil sich mit dieser systematischen, mehrstufigen Befragungstechnik zukünftige Ereignisse und Trends gut abschätzen lassen (Dalkey & Helmer, 1963). Mit der Delphi-Studie sollen die bereits bestehenden Angaben zu Naturalertragseinbussen aus der Online-Literaturrecherche von Schmidt et al. (2019, S. 135) vervollständigt werden.

Der vorliegende Bericht beschreibt im Detail die untersuchten PSM-Verzichtsmassnahmen im Ackerbau, die Vorgehensweise bei der Delphi-Befragung und die von den Experten geschätzten mittel- bis langfristigen, potentiellen Ertragseinbussen im Schweizer Ackerbau. Um die Resultate zusätzlich in einen Kontext zu setzen sowie zu validieren, wurden diese mit den Ergebnissen der Online-Literaturrecherche verglichen (Schmidt et al., 2019, S. 135).

¹ Im Folgenden wird unter «Verzicht auf Pflanzenschutzmittel» sowohl der teilweise als auch der vollständige Verzicht auf PSM verstanden.

² Siehe: <https://www.bk.admin.ch/ch/d/pore/vi/vis473t.html>

2 PSM-Verzichtsmassnahmen im Ackerbau

Die Expertenschätzungen wurden für alle PSM-Verzichtsmassnahmen abgefragt, welche im Rahmen der parlamentarischen Initiative «Das Risiko beim Einsatz von Pestiziden reduzieren» (Pa. Iv. 19.475) mit Direktzahlungen gefördert werden sollen³ (BLW, 2021):

- Ackerbau ohne Insektizide, ohne Fungizide und ohne Halmverkürzungsmittel
- Ackerbau ohne Herbizide
- Ackerbau ohne alle PSM

Die nachfolgende Beschreibung der einzelnen Massnahmen bildete die Grundlage für die Expertenbefragung und war Bestandteil des Online-Fragebogens.

2.1 Ackerbau ohne Insektizide, ohne Fungizide und ohne Halmverkürzungsmittel

Für die in Tabelle 1 aufgeführten Hauptkulturen sollen Direktzahlungen ausgerichtet werden, sofern keine chemischen Insektizide, keine chemischen Fungizide und keine Halmverkürzungsmittel eingesetzt werden. Die Kulturen können einmal jährlich angemeldet werden. Erlaubt bleiben behandeltes Saatgut gemäss Regelung des ÖLN sowie Pflanzenschutzmittel, die nicht auf chemischen Methoden beruhen (wie beispielsweise Nützlinge oder Gesteinsmehl). Bei Kartoffeln sind *Bacillus thuringiensis* (BT)-Präparate als Insektizid gegen Kartoffelkäfer und Fungizide gegen Krautfäule weiterhin erlaubt.

Tabelle 1: Anforderungen an einen Ackerbau ohne Insektizide, ohne Fungizide und ohne Halmverkürzungsmittel.

Kultur	Insektizide	Fungizide (inkl. Halmverkürzungsmittel)	Herbizide	Bemerkung
Brot- und Futtergetreide	Nicht erlaubt	Nicht erlaubt	Erlaubt	Keine
Sonnenblumen				
Eiweisserbsen				
Ackerbohnen				
Raps				
Zuckerrüben				
Kartoffeln	Eingeschränkt erlaubt*		Erlaubt	*BT ⁴ als Insektizid gegen Kartoffelkäfer bleibt erlaubt; Fungizide gegen Krautfäule bleiben erlaubt

Quelle: Verordnungspaket Parlamentarische Initiative 19.475 «Das Risiko beim Einsatz von Pestiziden reduzieren» (BLW, 2021)³

2.2 Ackerbau ohne Herbizide

Beim Ackerbau ohne Herbizide werden Direktzahlungen nur bei vollständigem Herbizidverzicht ausgerichtet. Dies bedeutet, dass auch die lokale Behandlung von Befallsherden und Problemunkräutern mit der Rückenspritze nicht erlaubt ist. Vorgesehene Ersatzmassnahmen sind der Einsatz von Unkräutern unterdrückenden Pflanzen als Bodenbedeckung sowie die mechanische Unkrautbekämpfung durch Striegel und Hacken. Eine Ausnahme stellt der Zuckerrübenanbau dar. Dort soll aufgrund des hohen Unkrautdrucks eine Herbizid-Flächenbehandlung bis zum 4-Blatt-Stadium vorderhand zugelassen werden. Bei einem «Ackerbau ohne Herbizide» sind Fungizide, Insektizide und Halmverkürzungsmittel weiterhin erlaubt (BLW, 2021)³.

³Siehe: <https://www.blw.admin.ch/blw/de/home/politik/agrarpolitik/parlamentarischeinitiative.html>

⁴ *Bacillus thuringiensis*

2.3 Ackerbau ohne alle PSM

Bei einem Verzicht auf alle PSM sind folgend dem Verordnungspaket zur Parlamentarischen Initiative 19.475 (BLW, 2021)³ bei Kartoffeln und Zuckerrüben gewisse Präparate eingeschränkt erlaubt (siehe Tabelle 2).

Tabelle 2: Anforderungen an einen Ackerbau ohne alle PSM.

Kultur	Insektizide	Fungizide (inkl. Halmverkürzer)	Herbizide	Bemerkung
Brot- und Futtergetreide	Nicht erlaubt			keine
Sonnenblumen				
Eiweisserbsen				
Ackerbohnen				
Raps				
Zuckerrüben	Nicht erlaubt	Nicht erlaubt	Eingeschränkt* erlaubt	*Herbizid-Flächenbehandlung bis 4-Blatt-Stadium zugelassen.
Kartoffeln	Eingeschränkt erlaubt*		Nicht erlaubt	*BT als Insektizid gegen Kartoffelkäfer bleibt erlaubt; Fungizide gegen Krautfäule bleiben erlaubt.

Quelle: Verordnungspaket Parlamentarische Initiative 19.475 «Das Risiko beim Einsatz von Pestiziden reduzieren» (BLW, 2021)³

2.4 Auswirkungen verschiedener Managementmassnahmen

Mit einem Verzicht auf Pflanzenschutzmittel steigt der Druck durch Schadorganismen. Es ist davon auszugehen, dass Landwirte in einem solchen Szenario versuchen werden, durch pflanzenbauliche Komplementärmassnahmen die Pflanzen dennoch zu schützen und somit die Ernten bestmöglich zu sichern. Beispiele finden sich viele:

- Die Züchtungsforschung prüft seit Jahren die Chancen und Risiken von widerstandsfähigen und krankheitsrobusten Sorten (Brunner & Patocchi, 2018).
- Bei einer Reduktion des Pflanzenschutzmitteleinsatzes sollte komplementär auch der Düngereinsatz sinken. Dafür gibt es mehrere Gründe: erstens kann möglichen Ernteaufgängen oder Qualitätseinbussen infolge des Verzichts auf Halmverkürzungsmittel vorgebeugt werden, zweitens wird eine ertragsangepasste Düngung sichergestellt, wodurch schliesslich eine Überdüngung und damit negative Nebenwirkungen für die Umwelt verhindert oder zumindest gemildert werden (Richner et al., 2017) und drittens gilt es, unnötige Kosten zu vermeiden.
- Angesäte Nützlingsstreifen am Feldrand fördern gezielt die Gegenspieler von Ackerschädlingen und helfen dadurch, nebst der Förderung der Biodiversität, auch Schädlinge zu reduzieren (Tschumi et al., 2015 & 2016, Albrecht et al., 2020).
- Einige Kantone der Schweiz (u. a. Zug, Luzern und Aargau) sammelten in der Vergangenheit zum Anbauverfahren «Getreide in weiter Reihe» bereits Erfahrungen mittels kantonaler Vernetzungsprojekte zur Förderung der regionalen Biodiversität (Landwirtschaftsamt Zug, 2020, IAW Luzern, 2017, Labiola, 2018). Internationale Studien bestätigen, dass Betriebe durchaus bei diesem Anbauverfahren auch Vorteile aus den gesamtbetrieblichen Anpassungsmöglichkeiten und der Erhöhung des Gesamtfruchtfolgeertrages erzielen können (Stroh-Lömpcke et al., 2007, Stupak & Sanders, 2021).

Ein weiteres Ziel dieser Delphi-Befragung war es daher, die Expertengruppe nach ihren Einschätzungen zu den Auswirkungen verschiedener Managementmassnahmen auf das Naturalertragsniveau zu befragen. Ceteris paribus sollten folgende Einzelmassnahmen beurteilt werden:

- a) **ohne** ergänzende Managementmassnahme
- b) mit reduzierter (bzw. angepasster) Düngung (mindestens 10 % Reduktion)
- c) mit Ansaat von Nützlingsstreifen⁵
- d) mit Einsatz von widerstandsfähigen Sorten
- e) mit Anbauverfahren «Getreide in weiter Reihe»⁶

⁵ Siehe Fussnote 6

⁶ Das Bundesamt für Landwirtschaft hat genaue Vorgaben für die Anlage von Nützlingsstreifen und Getreide in weiter Reihe definiert (BLW 2020). Eine Zusammenfassung der Regelungen ist dem Anhang A2 zu entnehmen.

3 Daten und Methoden

Zur Beantwortung der Fragestellung wurde die Delphi-Befragungstechnik gewählt. Diese ist eine etablierte Methode für die Erstellung wissenschaftlicher Prognosen. Sie ist ein systematisches, mehrstufiges Befragungsverfahren mit Rückkopplung. Das primäre Ziel ist es, qualitativ hochstehende Antworten einer Expertengruppe zu erhalten (Devaney & Henchion, 2018). In der Regel werden mehrere Befragungsrunden durchgeführt, um den Expertinnen und Experten die Möglichkeit zu geben, ihre Antworten aufgrund der Rückmeldung der anderen Teilnehmenden zu überdenken und bei Bedarf anzupassen. Zentrales Kriterium bei den Delphi-Befragungen ist die Anonymität der Expertinnen und Experten. Die Struktur und Zusammensetzung der Expertengruppe wird zwar generell beschrieben, lässt aber keine Rückschlüsse auf einzelne Individuen zu.

3.1 Fragebogen

Der Fragebogen bestand aus drei Themenblöcken. Im ersten Block lag der Fokus auf dem Ackerbau ohne Insektizide und ohne Fungizide sowie ohne Halmverkürzungsmittel, während Herbizide erlaubt sind. Im zweiten Block wurden die Experten zu den Ertragsauswirkungen eines Ackerbaus befragt, bei dem keine Herbizide eingesetzt werden, während Insektizide, Fungizide und Halmverkürzungsmittel erlaubt sind. Im dritten Block wurde ein Ackerbau ohne alle PSM betrachtet. Zu Beginn eines Themenblocks wurden die spezifischen Anforderungen der jeweiligen PSM-Verzichtsmassnahme beschrieben (siehe Kapitel 2). Es wurden Naturalertragsverluste (in Prozent) für insgesamt sieben Kulturen (Weizen, Gerste, Sonnenblumen, Hülsenfrüchte, Raps, Zuckerrüben und Kartoffeln) abgefragt, wobei für jede Kulturart ein Referenzertrag in dt je Hektare vorgegeben wurde, an dem sich die Schätzungen orientieren sollten. Die dem Fragebogen zugrundeliegenden Referenzerträge sind in Tabelle A1 im Anhang dargestellt und basieren auf Erhebungen der Buchhaltungsdaten der Zentralen Auswertung (Agroscope, 2020) und dem Deckungsbeitragskatalog (Agridea, 2020). Es wurden Mindererträge für jeweils ein mittleres, tiefes und hohes «Ausgangsertragsniveau» abgefragt, da u. a. standortspezifische Bedingungen, wie Klima, Boden und Höhenlage sowie anbautechnische Unterschiede das Referenzniveau der Erträge bestimmen. Zusätzlich wurde bei den Massnahmen zum vollständigen Verzicht auf alle PSM der heutige Extensiv-Anbau als weiteres Ausgangsertragsniveau berücksichtigt. Betriebe, die bereits heute auf Insektizide, Fungizide und Halmverkürzer verzichten, haben somit ein tieferes allgemeines Basisniveau der Erträge und damit andere Mindererträge, wenn sie zusätzlich auf Herbizide verzichten als Betriebe, die heute alle Wirkstoffe einsetzen. Die Experten sollten prozentuale Naturalertragsverluste schätzen, die sich im Durchschnitt über einen Zeitraum von 5 Jahren mit jährlich witterungsbedingt unterschiedlichem Krankheits- und Schädlingsdruck ergeben.

3.2 Ablauf der Delphi-Befragung

Personen mit der gesuchten Expertise wurden vorgängig ausgewählt und kontaktiert. Die resultierende Expertengruppe sollte möglichst divers sein (d. h. Wissenschaft, Beratung und Verwaltung abdecken) und gleichzeitig über entsprechendes Fachwissen verfügen. Expertinnen und Experten wurden über verschiedene Orte (geografische Vielfalt), aber auch über verschiedene Institutionen (institutionelle Vielfalt) hinweg rekrutiert (Tabelle 3). Insgesamt wurden 30 Expertinnen und Experten über die Studieninhalte informiert. Für eine Teilnahme konnten 18 Expertinnen und Experten gewonnen werden.

Tabelle 3: Übersicht über die Zusammensetzung des Expertenpanels und die Rücklaufquoten über die jeweilige Befragungsrunde.

Organisation	Eingeladen	Teilgenommen Runde 1	Teilgenommen Runde 2
Kantonale Stellen	12	7	7
Bildung, Beratung und Verbände	8	5	5
Forschung	10	6	6
Total	30	18	18
Rücklauf Runde [%]		60	100
Rücklauf total [%]			60

Die Befragung wurde als Onlinebefragung mit der Software Unipark (Questback GmbH) im Winter 2020 durchgeführt und erfolgte über zwei Runden. Die erste Befragungsrunde beinhaltete geschlossene Fragen zu Naturalertragsverlusten durch Verzicht auf Pflanzenschutzmittel sowie zum Einfluss der Managementmassnahmen auf den Naturalertrag. Die Teilnehmenden konnten in einer offenen Frage ausserdem Feedback zum Fragebogen selbst abgeben. Das Ausfüllen des Fragebogens nahm insgesamt etwa eine Stunde in Anspruch. Drei Tage vor Abschluss der Befragung wurde ein Erinnerungsmail an alle Expertinnen und Experten verschickt, die noch nicht teilgenommen hatten. Damit dauerte die erste Befragungsrunde insgesamt 8 Tage.

Im Rahmen der zweiten Befragungsrunde wurden den Teilnehmenden die Resultate der ersten Befragung präsentiert, d. h. die durchschnittlichen geschätzten Naturalertragsverluste aufgrund der unterschiedlichen PSM-Verzichtsmassnahmen. Sie wurden dann gebeten, unter Einbezug dieser Information erneut die Fragen zum Naturalertragsverlust durch Verzicht auf Pflanzenschutzmittel zu beantworten. Aufgrund des erhaltenen Feedbacks wurden in der zweiten Befragungsrunde offene Fragen zum Naturalertragsverlust gestellt, da einige Expertinnen die Abstufungen bei den geschlossenen Fragen in der ersten Befragungsrunde als nicht ausreichend kritisiert hatten. Fragen, bei denen in der ersten Befragung unter den Expertinnen und Experten grosse Einigkeit herrschte (Kriterium: Übereinstimmende Schätzungen von mindestens 50 % der Befragten), konnten in der zweiten Runde übersprungen werden. In diesem Fall konnten sich die Expertinnen und Experten der Mehrheitsmeinung anschliessen. Bei Bedarf konnten aber auch Anpassungen vorgenommen werden. Bei Fragen, bei denen in der ersten Runde kein Konsens erzielt werden konnte, war ein Überspringen nicht möglich. Auch das Ausfüllen des zweiten Fragebogens nahm etwa eine Stunde in Anspruch und die zweite Befragung lief über insgesamt 11 Tage.

3.3 Deskriptive Datenanalyse

Die Expertinnen und Experten haben nicht immer alle Fragen vollständig beantwortet. Somit schwankt die Stichprobengrösse n je nach Frage zwischen 16 und 18. Bei einzelnen Fragen streuen die Antworten um den Median recht symmetrisch mit geringer Spannweite. Einzelne Kulturen, wie zum Beispiel Kartoffeln oder Zuckerrüben, weisen jedoch eine wesentlich höhere Varianz der Expertenschätzungen hinsichtlich Naturalertragsverlusten auf. Es ist davon auszugehen, dass hier das kulturartspezifische Resistenzniveau gegenüber typischen Krankheiten oder der Druck durch Schadorganismen, die mit alternativen anbautechnischen Verfahren nur schwer zu kontrollieren sind, zu höheren Ertragsminderungsrisiken und -variabilitäten führt. Generell fällt auf, dass die Standardabweichung nur vereinzelt hohe Werte aufweist, was in gewisser Weise der Befragungstechnik einer Delphi-Studie geschuldet ist. Durch die Möglichkeit, dass die Befragten, bei stark von der Mehrheit abweichenden Meinungen, in einer zweiten Befragungsrunde «nachjustieren» durften, gibt es zudem nur wenige Ausreisser. Somit liegen Mittelwert und Median in den meisten Fällen recht nah beieinander, was eine Verwendung des Mittelwertes in weiterführenden Studien und Modellrechnungen durchaus rechtfertigt. Im Folgenden werden die Resultate der Delphi-Befragung für jedes PSM-Verzichtsmassnahmen-Paket und die drei Ertragsniveaus zusammengestellt. Im Anschluss folgt ein Vergleich der Resultate für das mittlere Ertragsniveau mit den Resultaten aus der Befragung zu den ergänzenden pflanzenbaulichen Managementmassnahmen. Dabei ist zu beachten, dass die Managementmassnahmen *ceteris paribus* nur einzeln abgefragt wurden und nicht kumulativ. Ebenso ist zu erwähnen, dass alle publizierten Resultate ausschliesslich aus der zweiten Befragungsrunde stammen.

4 Resultate

Die Experten und Expertinnen sahen die grössten Naturalertragsminderungen im Ackerbau beim Totalverzicht auf alle Pflanzenschutzmittel. Diese sind bei Zuckerrüben mit mittlerem Ertragsniveau mit zirka 47 % am höchsten und bei Sonnenblumen im heutigen nicht-extenso Anbau mit rund 16 % am tiefsten (Tabelle 6).

Der Verzicht auf Insektizide, Fungizide und Halmverkürzungsmittel hätte laut Einschätzung der Expertengruppe im mittleren Ertragsniveaubereich Mindererträge von etwa 10 % bei Sonnenblumen bis knapp 38 % bei Zuckerrüben zur Folge (Tabelle 4). Raps wäre durch einen Wegfall der Insektizide gemäss Expertenschätzungen mit Mindererträgen von bis zu 43 % am stärksten betroffen. Bei Kartoffeln wäre der Wegfall von Insektiziden und Fungiziden - trotz der erlaubten Ausnahmen - nach Einschätzung der Expertengruppe mit durchschnittlichen Ertragsverlusten von zirka 29 % verbunden.

Die insgesamt geringsten Naturalertragsverluste schätzen die Expertinnen und Experten beim exklusiven Verzicht auf Herbizide (Tabelle 5). Hier wären die Zuckerrüben mit bis zu 21 % Naturalertragsverlust am stärksten betroffen. Das, obwohl eine Herbizid-Flächenbehandlung bis zum 4-Blatt-Stadium im Zuckerrübenanbau gemäss heutiger Auslegung auch weiterhin erlaubt bleiben würde. Hülsenfrüchte, wie Ackerbohnen und Eiweisserbsen, wären mit Mindererträgen von durchschnittlich 16 % von einem Herbizidverzicht ebenfalls stärker betroffen als die anderen untersuchten Ackerkulturen.

Allgemein deuten die Ergebnisse der Delphi-Umfrage darauf hin, dass Ertragsverluste durch PSM-Verzicht nicht-linear vom Ertragsniveau der Kulturen abhängig sind.

4.1 Mindererträge bei Verzicht auf Insektizide, Fungizide und Halmverkürzungsmittel im heutigen nicht-extenso Ackerbau

Nach Einschätzung der Expertinnen und Experten würde der Rapsanbau am stärksten unter Mindererträgen leiden. Für Betriebe mit einem Rapsenertrag von ca. 32–36 dt/ha (mittleres bis hohes Ertragsniveau) wurden Mindererträge von 30–50 % geschätzt. Bei einem tieferen Rapsenertrag (23,8 dt/ha) divergierten die Expertenschätzungen allerdings sehr stark (0–40 %). Im Mittel ergaben sich für Raps Mindererträge von rund 28 % (tiefes Ertragsniveau) bis 43 % (mittleres Ertragsniveau).

Wenn im Zuckerrübenanbau auf Fungizide und Insektizide verzichtet würde, wäre nach Einschätzung der befragten Expertinnen und Experten ebenfalls mit relativ hohen Mindererträgen von 30–50 % je nach Ertragsniveau zu rechnen. Die Befragung ergab für Zuckerrüben Mindererträge von durchschnittlich 38 % (mittleres Ertragsniveau) bis 41 % (hohes Ertragsniveau). Bei einem tieferen Ertragsniveau (695 dt/ha Rübenenertrag) wurden deutlich geringere Mindererträge von 20–35 % (Mittelwert 26 %) geschätzt.

Bei Kartoffeln lagen die Expertenschätzungen am weitesten auseinander. Demnach würden die Naturalerträge bei Kartoffeln um 10–60 % sinken, wenn keine Fungizide und Insektizide mehr eingesetzt werden könnten und nur noch *Bacillus thuringiensis* (BT) als Insektizid gegen Kartoffelkäfer sowie Fungizide gegen Krautfäule erlaubt bleiben würden. Im Mittel lagen die Mindererträge für Kartoffeln bei 18 % (tiefes Ertragsniveau) bis 30 % (mittleres bis hohes Ertragsniveau).

Für den Gersten- und Weizenanbau wurden deutlich geringere Mindererträge bei einem Verzicht auf Insektizide, Fungizide und Halmverkürzungsmittel geschätzt. Diese lagen für Gerste bei durchschnittlich rund 23–26 % (mittleres bis hohes Ertragsniveau) und für Weizen bei durchschnittlich rund 19–23 % (mittleres bis hohes Ertragsniveau). Bei einem tieferen Naturalertragsniveau würden die Mindererträge mit rund 11–12 % deutlich tiefer ausfallen.

Die geringsten Ertragsminderungen wurden für Hülsenfrüchte und Sonnenblumen geschätzt. Je nach Naturalertragsniveau wurden Mindererträge zwischen 2–10 % für Sonnenblumen und 8–17 % für Hülsenfrüchte geschätzt.

Zusammenfassend zeigt die Delphi-Befragung, dass die Minderträge bei einem Verzicht auf Insektizide, Fungizide und Halmverkürzungsmittel mit steigendem Naturalertragsniveau zunehmen würden (Abbildung 1 und Tabelle 4).

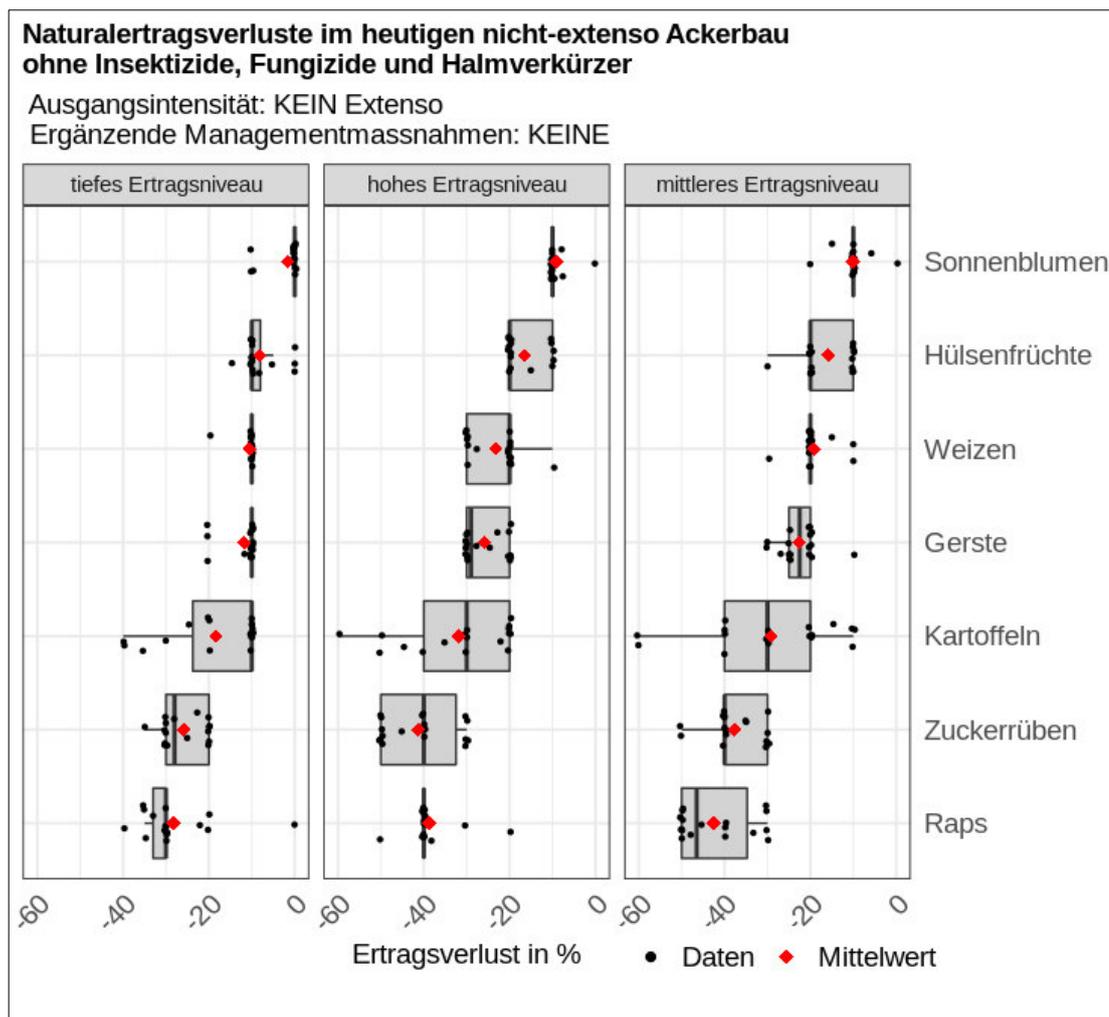


Abbildung 1: Expertenschätzungen: Mindererträge in % im heutigen nicht-extenso Ackerbau ohne Insektizide, Fungizide und Halmverkürzungsmittel.

Tabelle 4: Deskriptive Statistik: Mindererträge in % im heutigen nicht-extenso Ackerbau ohne Insektizide, Fungizide und Halmverkürzungsmittel.

Naturalertragsniveau	Kulturart	n	Median	Mittelwert	Standardabweichung	Min	Max
mittleres Ertragsniveau	Gerste	18	-22.5	-22.6	4.7	-30	-10
	Hülsenfrüchte	17	-20	-15.9	6.2	-30	-10
	Kartoffeln	18	-30	-29.2	15.4	-60	-10
	Raps	18	-46.5	-42.6	8.5	-50	-30
	Sonnenblumen	16	-10	-10.1	4.0	-20	0
	Weizen	18	-20	-19.2	4.3	-30	-10
	Zuckerrüben	17	-40	-37.6	6.4	-50	-30
hohes Ertragsniveau	Gerste	18	-29	-25.9	4.7	-30	-20
	Hülsenfrüchte	16	-20	-16.6	4.7	-20	-10
	Kartoffeln	17	-30	-31.9	12.9	-60	-20
	Raps	18	-40	-38.8	5.8	-50	-20
	Sonnenblumen	16	-10	-9.1	2.5	-10	0
	Weizen	18	-20	-23.2	5.8	-30	-10
	Zuckerrüben	18	-40	-41.4	8.4	-50	-30
tiefes Ertragsniveau	Gerste	18	-10	-11.8	3.8	-20	-10
	Hülsenfrüchte	17	-10	-8.1	4.3	-15	0
	Kartoffeln	18	-10	-18.3	11.1	-40	-10
	Raps	17	-30	-28.2	9.0	-40	0
	Sonnenblumen	18	0	-1.7	3.8	-10	0
	Weizen	18	-10	-10.6	2.4	-20	-10
	Zuckerrüben	17	-28	-25.9	5.1	-35	-20

Die Referenzerträge, die das mittlere, tiefe und hohe Ertragsniveau definieren, sind in Tabelle A1 im Anhang dargestellt.

4.2 Mindererträge bei Verzicht auf Herbizide im heutigen nicht-extenso Ackerbau

Verzichten Betriebe im Ackerbau nur auf Herbizide, während Fungizide, Insektizide und Halmverkürzungsmittel weiterhin ausgebracht werden können, sind nach Einschätzung der Expertinnen und Experten Mindererträge zwischen 0 % bis maximal 30 % je nach Kulturart zu erwarten.

Bei einem Herbizidverzicht würden die höchsten Mindererträge höchstwahrscheinlich im Zuckerrübenanbau auftreten. Im Mittel liegen diese bei 21 %. Für Hülsenfrüchte wurden ebenfalls relativ hohe Mindererträge von durchschnittlich rund 16 % geschätzt. Für Raps, Weizen und Gerste ergaben sich durchschnittliche Mindererträge von 8–9 %. Am niedrigsten würden nach Einschätzung der Experten die Mindererträge bei Sonnenblumen ausfallen (6 %). Bei Hülsenfrüchten, Kartoffeln und Sonnenblumen variieren die Schätzungen zwischen den Expertinnen und Experten deutlich (Abbildung 2 und Tabelle 5).

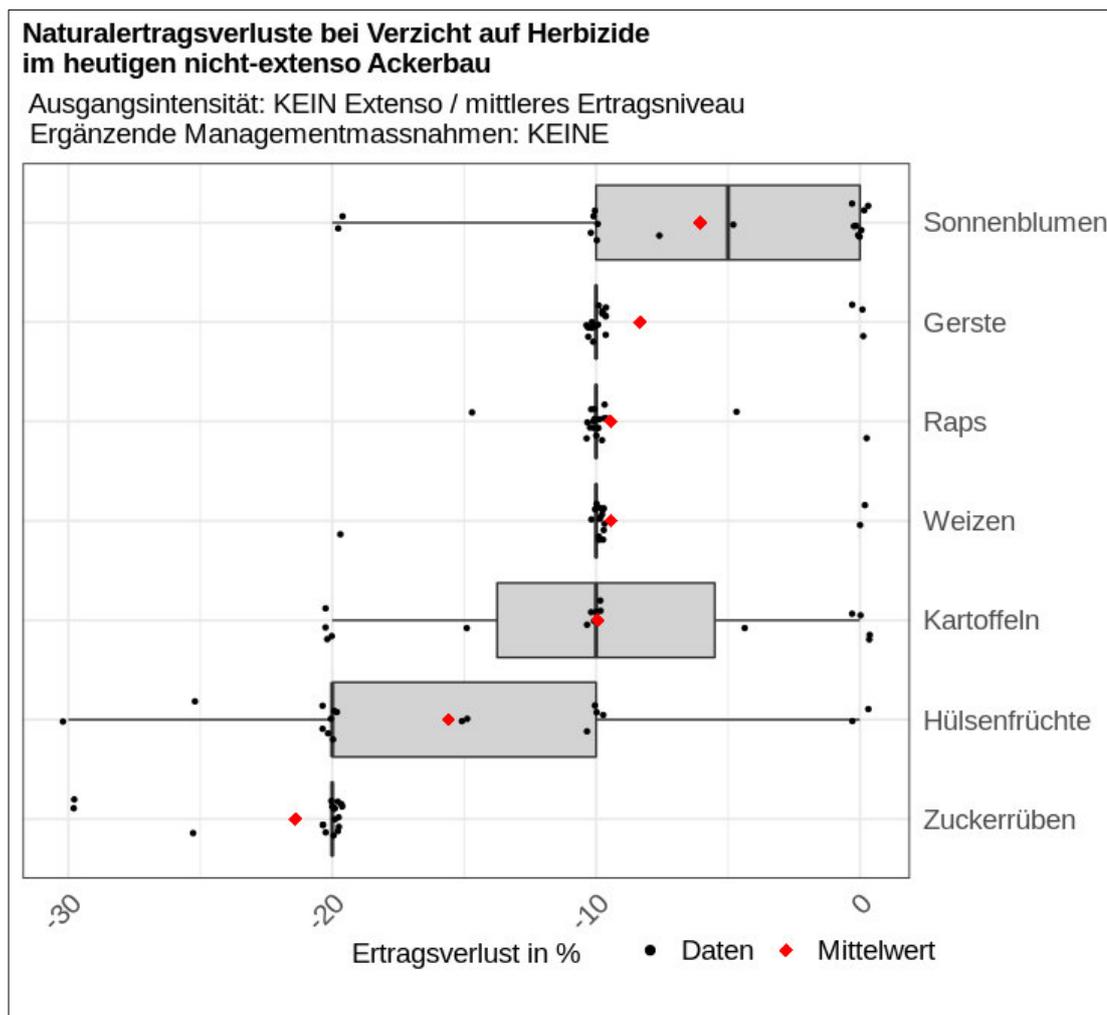


Abbildung 2: Expertenschätzungen: Mindererträge in % im heutigen nicht-extenso Ackerbau ohne Herbizide (Insektizide, Fungizide und Halmverkürzungsmittel dürfen weiterhin ausgebracht werden).

Tabelle 5: Deskriptive Statistik: Mindererträge in % im heutigen nicht-extenso Ackerbau ohne Herbizide (Insektizide, Fungizide und Halmverkürzungsmittel dürfen weiterhin ausgebracht werden).

Naturalertragsniveau	Kulturart	n	Median	Mittelwert	Standardabweichung	Min	Max
mittleres Ertragsniveau	Gerste	18	-10	-8.3	3.8	-10	0
	Hülsenfrüchte	17	-20	-15.6	8.1	-30	0
	Kartoffeln	18	-10	-9.9	7.1	-20	0
	Raps	18	-10	-9.4	2.9	-15	0
	Sonnenblumen	17	-5	-6.1	6.9	-20	0
	Weizen	18	-10	-9.4	4.2	-20	0
	Zuckerrüben	18	-20	-21.4	3.3	-30	-20

Die Referenzerträge, die das mittlere Ertragsniveau definieren, sind in Tabelle A1 im Anhang dargestellt.

4.3 Mindererträge bei Verzicht auf alle chemischen PSM im heutigen nicht-extenso Ackerbau

Würde im Zuckerrübenanbau nahezu vollständig auf PSM verzichtet (Herbizid-Behandlung wäre bis 4-Blatt-Stadium zugelassen), erwarten die Experten die höchsten Mindererträge von im Durchschnitt rund 40 % (tiefes Ertragsniveau) bis knapp 50 % (mittleres und hohes Ertragsniveau). Ebenso wäre der Rapsanbau mit bis zu 43 % tieferen Erträgen beim mittleren Ertragsniveau stark betroffen. Die Tatsache, dass die Experten und Expertinnen bei einem Verzicht auf alle PSM ähnlich hohe Naturalertragsverluste erwarten wie bei einem Verzicht auf Insektizide und Fungizide zeigt, dass die Produktivität im Rapsanbau stark an die Verfügbarkeit dieser Wirkstoffe gekoppelt ist. Ähnlich verhält es sich im Kartoffelanbau, hier sehen wir zudem die grösste Varianz in den Expertenschätzungen. Ziemlich eng beieinander lagen hingegen die Schätzungen der Expertinnen und Experten bei den Getreidekulturen. Hier werden Naturalertragsverluste in Höhe von zirka 20–30 % prognostiziert. Die geringsten Auswirkungen wären gemäss Expertenschätzungen im heutigen nicht-extenso Anbau für Hülsenfrüchte mit einem Minus von 23 % und für Sonnenblumen mit einem Minus von 16 % im mittleren Ertragsniveaubereich zu erwarten (Abbildung 3 und Tabelle 6).

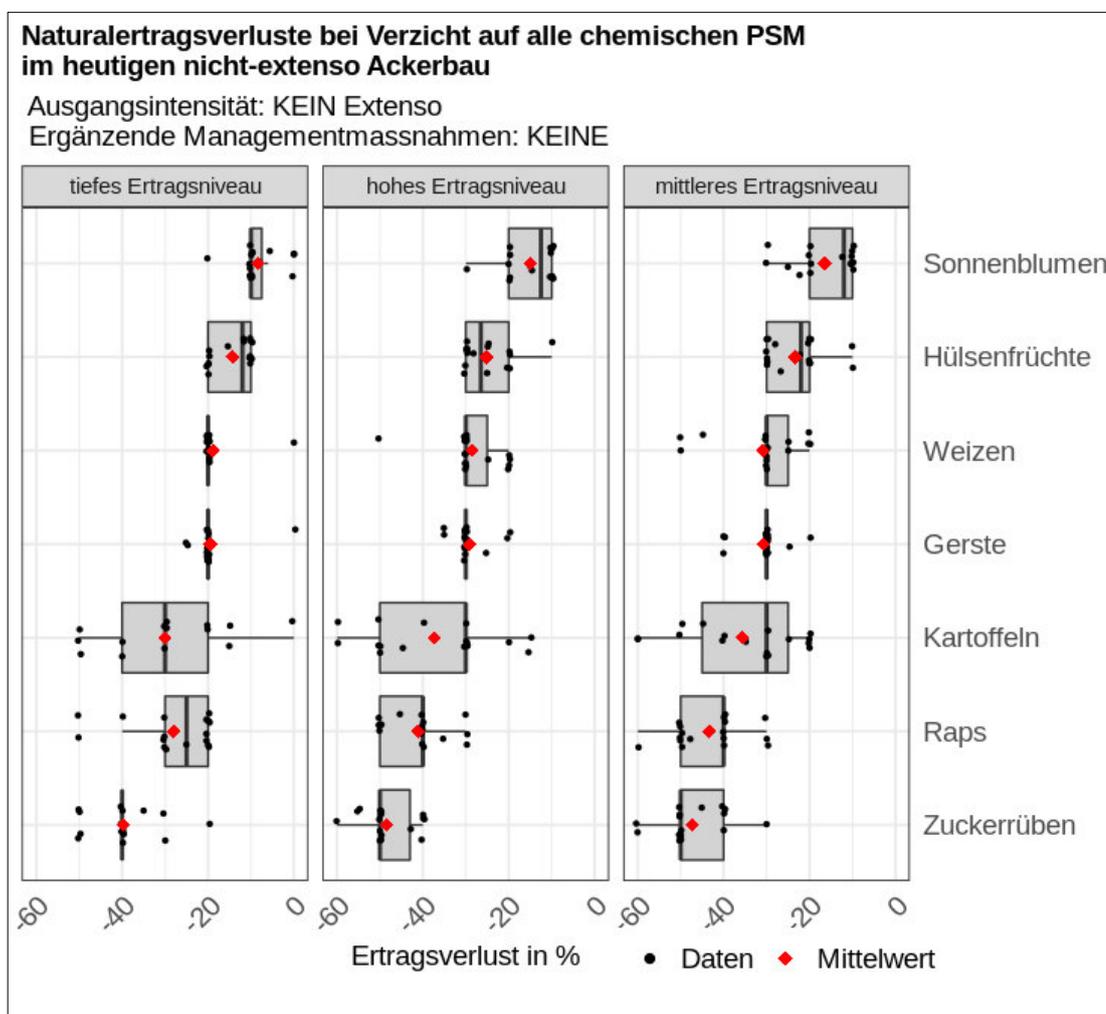


Abbildung 3: Expertenschätzungen: Mindererträge in % bei Verzicht auf alle chemischen PSM im heutigen nicht-extenso Ackerbau.

Tabelle 6: Deskriptive Statistik: Mindererträge in % bei Verzicht auf alle chemischen PSM im heutigen nicht-extenso Ackerbau.

Naturalertragsniveau	Kulturart	n	Median	Mittelwert	Standardabweichung	Min	Max
mittleres Ertragsniveau	Gerste	18	-30	-30.8	4.9	-40	-20
	Hülsenfrüchte	17	-22	-23.4	6.7	-30	-10
	Kartoffeln	17	-30	-35.6	13.6	-60	-20
	Raps	17	-40	-43.4	8.5	-60	-30
	Sonnenblumen	17	-12	-16.4	7.4	-30	-10
	Weizen	17	-30	-30.9	9.2	-50	-20
	Zuckerrüben	17	-50	-47.4	7.5	-60	-30
hohes Ertragsniveau	Gerste	18	-30	-29.2	3.9	-35	-20
	Hülsenfrüchte	16	-26.5	-25.2	5.8	-30	-10
	Kartoffeln	17	-30	-37.4	14.5	-60	-15
	Raps	17	-40	-41.2	7.2	-50	-30
	Sonnenblumen	16	-12.5	-15.0	6.1	-30	-10
	Weizen	17	-30	-28.5	7.0	-50	-20
	Zuckerrüben	17	-50	-48.4	5.9	-60	-40
tiefes Ertragsniveau	Gerste	17	-20	-19.4	5.3	-25	0
	Hülsenfrüchte	16	-12	-14.3	4.7	-20	-10
	Kartoffeln	17	-30	-30.0	13.6	-50	0
	Raps	17	-25	-27.9	10.2	-50	-20
	Sonnenblumen	16	-10	-8.4	5.0	-20	0
	Weizen	18	-20	-18.9	4.7	-20	0
	Zuckerrüben	17	-40	-39.7	8.0	-50	-20

Die Referenzerträge, die das mittlere, tiefe und hohe Ertragsniveau definieren, sind in Tabelle A1 im Anhang dargestellt.

4.4 Einfluss zusätzlicher Managementmassnahmen

Landwirtschaft funktioniert immer im Gesamtsystem. Wer auf Pflanzenschutzmittel verzichtet, wird Anpassungen durch geeignete Managementmassnahmen vornehmen, um Naturalertragsverluste der Hauptkultur zu verhindern, zu reduzieren oder umzukehren. Folgerichtig hat die Delphi-Befragung zusätzlich untersucht, ob Wechselwirkungen zwischen den drei PSM-Verzichtsoptionen und ausgewählten Managementmassnahmen, vornehmlich i) reduzierte Düngung; ii) Ansaat von Nützlingsstreifen; iii) Einsatz widerstandsfähiger Sorten; iv) «Getreide in weiter Reihe» sowie v) eine Referenzvariante, bei der keine ergänzenden Managementmassnahmen durchgeführt werden, auftreten.

Es zeigte sich, dass die Expertinnen und Experten die Managementmassnahmen als wirksames Mittel zur Abschwächung der potenziellen Naturalertragsverluste einschätzen. Am effektivsten werden der Einsatz widerstandsfähiger Sorten und die Anlage von Nützlingsstreifen beurteilt. Die Reduktion von Dünger in Verbindung mit Herbizid-Verzicht führt offensichtlich zu höheren Ertragsverlusten. Dieses Resultat wird, ausser bei Hülsenfrüchten, für alle Kulturen ausgewiesen. Ebenfalls rechnen die Expertinnen und Experten damit, dass ein Herbizid-Verzicht in Kombination mit dem Anbau von «Getreide in weiter Reihe» die Naturalertragsverluste eher erhöht (Abbildung 4 und Tabelle 7).

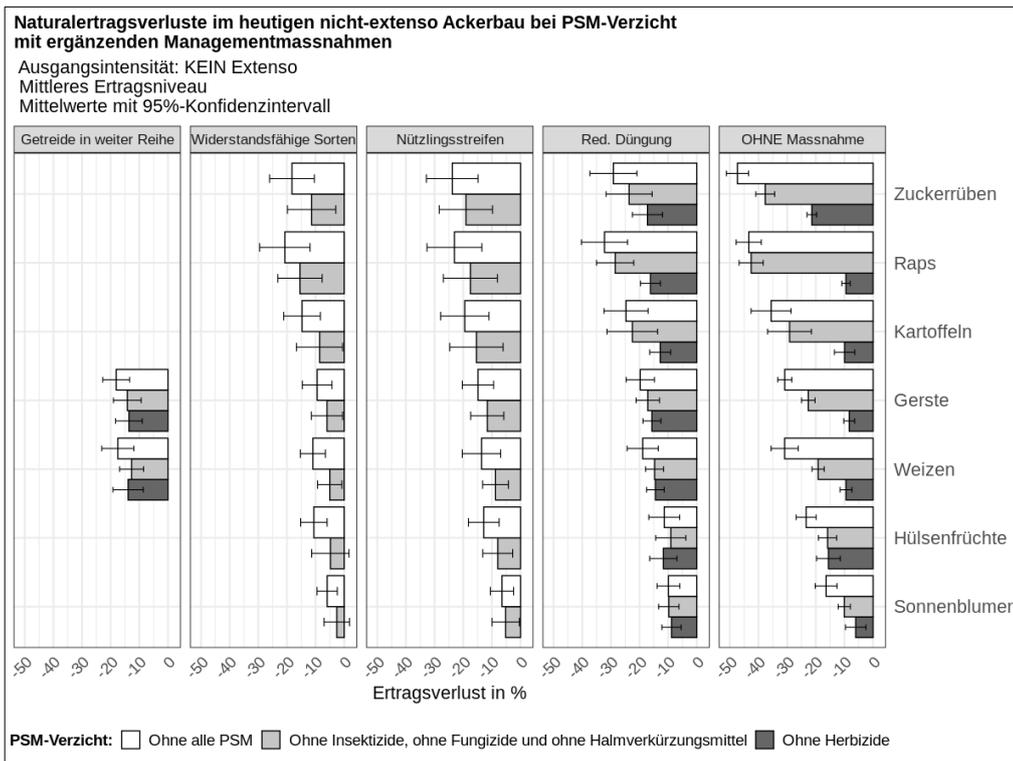


Abbildung 4: Expertenschätzungen: Mindererträge in % bei Verzicht auf PSM im heutigen nicht-extenso Ackerbau differenziert nach ergänzenden Managementmassnahmen.

Tabelle 7: Deskriptive Statistik: Durchschnittliche Mindererträge in % bei Verzicht auf PSM im heutigen nicht-extenso Ackerbau differenziert nach ergänzenden Managementmassnahmen.

PSM-Verzichts-massnahme	Kulturart	OHNE Massnahme	Reduzierte Düngung	Nützlingsstreifen	Widerstandsfähige Sorten	Getreide in weiter Reihe
Ohne alle PSM	Zuckerrüben	-47.4	-29.1	-23.8	-18.2	
	Raps	-43.4	-32.2	-23.1	-20.7	
	Kartoffeln	-35.6	-24.7	-19.4	-14.7	
	Gerste	-30.8	-19.7	-14.8	-9.4	-18.1
	Weizen	-30.9	-18.9	-13.6	-10.9	-17.5
	Hülsenfrüchte	-23.4	-11.4	-12.8	-10.6	
	Sonnenblumen	-16.4	-9.9	-6.5	-5.9	
Ohne Insektizide, ohne Fungizide und ohne Halmverkürzungsmittel	Zuckerrüben	-37.6	-23.6	-19.1	-11.4	
	Raps	-42.6	-28.5	-17.5	-15.4	
	Kartoffeln	-29.2	-22.5	-15.4	-8.6	
	Gerste	-22.6	-17.1	-11.6	-6.0	-14.2
	Weizen	-19.2	-14.7	-8.7	-5.1	-12.7
	Hülsenfrüchte	-15.9	-9.1	-7.9	-4.8	
	Sonnenblumen	-10.1	-9.8	-5.2	-2.6	
Ohne Herbizide	Zuckerrüben	-21.4	-17.2			
	Raps	-9.4	-16.2			
	Kartoffeln	-9.9	-12.8			
	Gerste	-8.3	-15.7			-13.6
	Weizen	-9.4	-14.4			-13.9
	Hülsenfrüchte	-15.6	-11.7			
	Sonnenblumen	-6.1	-8.8			

Die Referenzerträge, die das **mittlere Ertragsniveau** definieren, sind in Tabelle A1 im Anhang dargestellt.

4.5 Naturalertragsverluste bei Verzicht auf alle chemischen PSM im heutigen Extenso-Ackerbau

Über die Hälfte des in der Schweiz produzierten Brot- und Futtergetreides wird bereits heute nach Extenso-Richtlinien angebaut (BLW, 2019). Bei Hülsenfrüchten liegt der Anteil mit mehr als 60 % sogar noch höher, ebenso bei Sonnenblumen mit mehr als 75 %. Die Extenso-Rapsfläche macht etwas mehr als ein Fünftel der gesamten Rapsfläche in der Schweiz aus.

Landwirte und Landwirtinnen, die heute Extenso-Beiträge erhalten, verzichten bereits auf Fungizide, Insektizide und Halmverkürzungsmittel. Für sie würde ein vollständiger Verzicht auf alle PSM in erster Linie bedeuten, zusätzlich auch die Herbizide wegzulassen. Die Delphi-Befragung für diese Variante ergab im Vergleich zu den bereits gezeigten Auswirkungen der Variante «Verzicht auf Herbizide im heutigen nicht-extenso Ackerbau» konsistente Resultate. Die grössten Mindererträge wären laut Angaben der Expertengruppe im Extenso-Ackerbau mit zusätzlichem Herbizidverzicht in allen Ertragsniveaus bei Hülsenfrüchten und Raps mit zirka 10–15 % zu erwarten⁷ (Abbildung 5 und Tabelle 8).

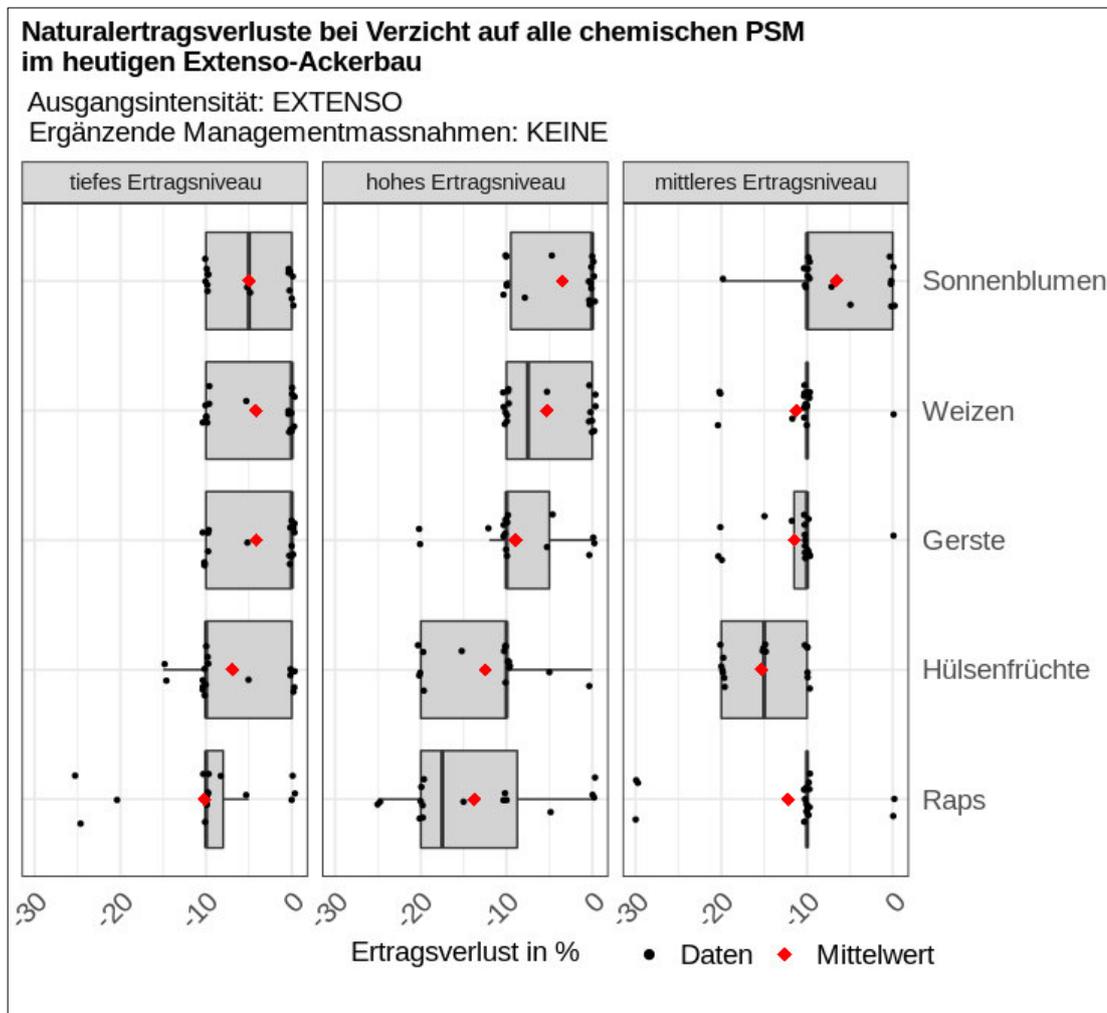


Abbildung 5: Expertenschätzungen: Mindererträge in % bei Verzicht auf alle chemischen PSM im heutigen Extenso-Ackerbau.

⁷ Es ist darauf hinzuweisen, dass im Gegensatz zu den bisherigen Ergebnissen zum nicht-extenso Ackerbau, für die hier betrachteten Extensokulturen beim Verzicht auf alle chemischen PSM im Durchschnitt ein höherer Ertragsverlust bei einem mittleren Ertragsniveau als bei einem hohen Ertragsniveau von den Experten und Expertinnen genannt wurde. Dies erscheint wenig plausibel, eine Interpretation kann aber aus der Delphi-Befragung nicht abgeleitet werden.

Tabelle 8: Deskriptive Statistik: Mindererträge in % bei Verzicht auf alle chemischen PSM im heutigen Extensio-Ackerbau.

Naturalertragsniveau	Kulturart	n	Median	Mittelwert	Standardabweichung	Min	Max
mittleres Ertragsniveau	Gerste	18	-10	-11.5	4.8	-20	0
	Hülsenfrüchte	17	-15	-15.3	4.5	-20	-10
	Raps	18	-10	-12.2	8.8	-30	0
	Sonnenblumen	17	-10	-6.6	5.8	-20	0
	Weizen	18	-10	-11.2	4.7	-20	0
hohes Ertragsniveau	Gerste	17	-10	-8.9	5.8	-20	0
	Hülsenfrüchte	16	-10	-12.5	6.1	-20	0
	Raps	16	-17.5	-13.8	8.9	-25	0
	Sonnenblumen	18	0	-3.5	4.7	-10	0
	Weizen	18	-7.5	-5.3	5.0	-10	0
tiefes Ertragsniveau	Gerste	18	0	-4.2	4.9	-10	0
	Hülsenfrüchte	18	-10	-6.9	5.5	-15	0
	Raps	17	-10	-10.2	7.4	-25	0
	Sonnenblumen	16	-5	-5.0	4.8	-10	0
	Weizen	18	0	-4.2	4.9	-10	0

Die Referenzerträge, die das mittlere, tiefe und hohe Ertragsniveau definieren, sind in Tabelle A1 im Anhang dargestellt.

Die Resultate zeigen für den Extensio-Ackerbau in Kombination mit ergänzenden Managementmassnahmen, dass die Ertragsverluste bei vollständigem PSM-Verzicht etwas abgemildert werden können, wenn widerstandsfähige Sorten oder Nützlingsstreifen angesät werden. Die grössten Unsicherheiten sind hier allerdings bei Raps zu beobachten. Reduzierte Düngung wirkt - ausser bei Hülsenfrüchten - gemäss Experteneinschätzung eher entgegengesetzt (Abbildung 6 und Tabelle 9).

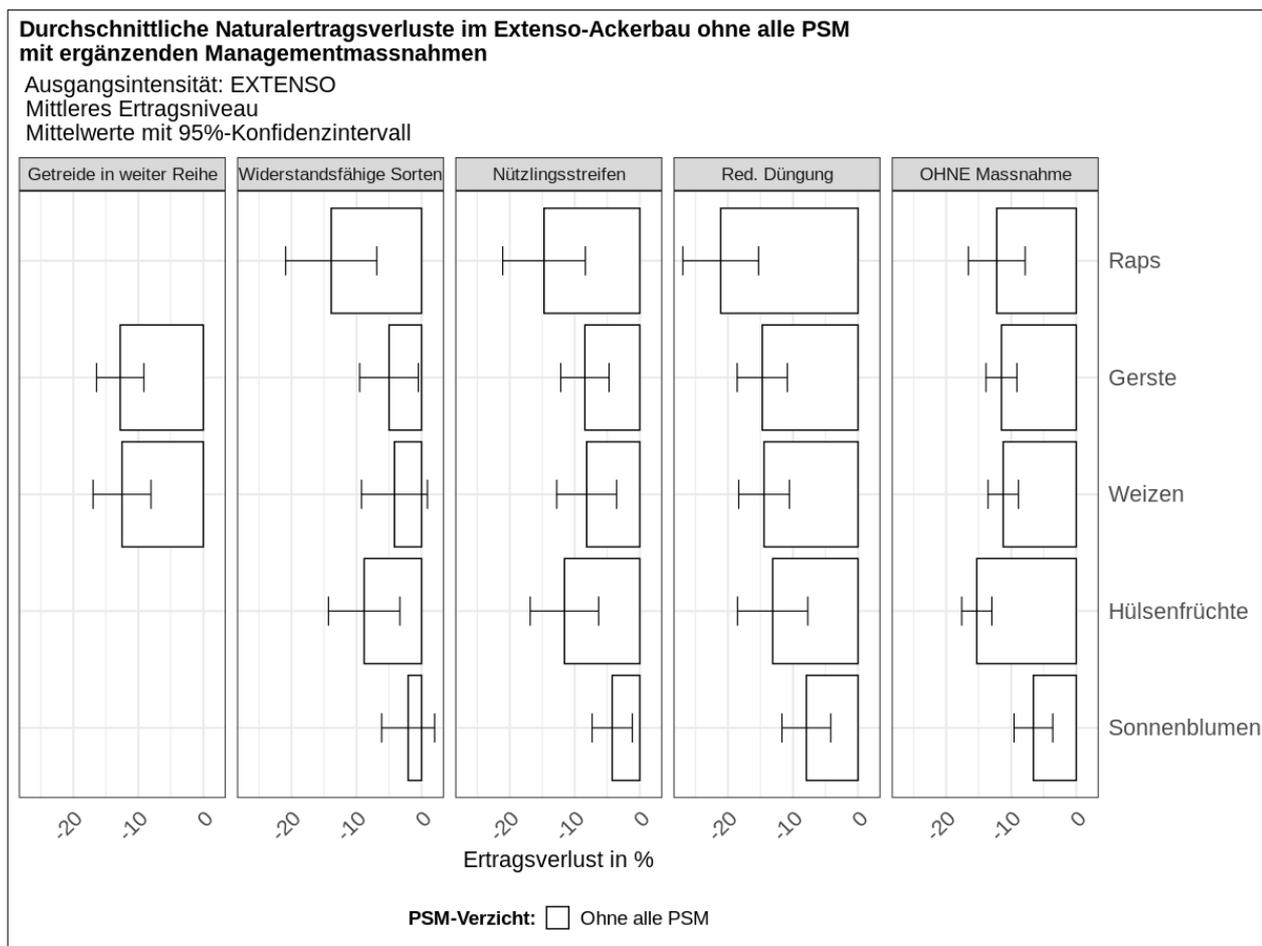


Abbildung 6: Expertenschätzungen: Mindererträge in % bei Verzicht auf alle chemischen PSM im heutigen Extenso-Ackerbau differenziert nach ergänzenden Managementmassnahmen.

Tabelle 9: Durchschnittliche Mindererträge in % bei Verzicht auf alle chemischen PSM im heutigen Extenso-Ackerbau differenziert nach ergänzenden Managementmassnahmen.

PSM-Verzichts-massnahme	Kulturart	OHNE Massnahme	Reduzierte Düngung	Nützlingsstreifen	Widerstandsfähige Sorten	Getreide in weiter Reihe
Ohne alle PSM	Raps	-12.2	-21.1	-14.7	-13.9	
	Gerste	-11.5	-14.7	-8.4	-5.0	-12.8
	Weizen	-11.2	-14.4	-8.2	-4.2	-12.5
	Hülsenfrüchte	-15.3	-13.1	-11.6	-8.8	
	Sonnenblumen	-6.6	-7.9	-4.2	-2.1	

Die Referenzerträge, die das **mittlere Ertragsniveau** definieren, sind in Tabelle A1 im Anhang dargestellt.

4.6 Vergleich der Expertenschätzungen aus der Delphi-Studie mit den Resultaten aus einer Online-Literaturrecherche

Im Jahr 2018 wurde von Agroscope eine Online-Literaturrecherche durchgeführt mit dem Ziel, Daten zu Ertrags-einbussen bei einem Pestizidverbot aus Pflanzenschutzmittelversuchen abzuleiten (Schmidt et al., 2019; S. 20). Die Online-Literaturrecherche zeigte jedoch, dass Naturalertragsverluste bei einem Pestizidverbot eine hohe Schwankungsbreite aufweisen können. Auch in der Delphi-Befragung schätzen die Experten und Expertinnen die zu erwartenden Naturalertragsverluste zum Teil sehr unterschiedlich ein. Im Folgenden werden die maximalen und minimalen Werte für ein mittleres Naturalertragsniveau aus der Delphi-Studie (nicht-extenso; vollständiger Verzicht auf alle PSM) mit den entsprechenden Werten (Ertragsniveau Standard) aus der Literaturrecherche verglichen (Schmidt et al., 2019 S. 24).

Der Vergleich zeigt erhebliche Unterschiede in den potentiellen Naturalertragsverlusten bei Kartoffeln und Raps. Die Delphi-Studie kommt bei Raps zu deutlich höheren Naturalertragsverlusten bei einem vollständigen Verzicht auf alle Pestizide als die Literaturrecherche. Bei Kartoffeln weist dagegen die Delphi-Studie im Vergleich deutlich geringere Mindererträge aus. Dies ist in erster Linie darauf zurückzuführen, dass für die Delphi-Studie angenommen wurde, dass Fungizide gegen Krautfäule auch weiterhin erlaubt bleiben, während bei der Literaturrecherche von einem vollständigen Verzicht aller Pestizide einschliesslich Kupfer ausgegangen wurde. Für die übrigen Kulturen ergeben sich nur geringe Unterschiede in den Naturalertragsschätzungen (Tabelle 10).

Tabelle 10: Vergleich der maximalen und minimalen Mindererträge [in % vom Referenzertrag].

Kulturart (nicht-extenso/Standard)	Delphi-Studie ¹⁾		Online-Literaturrecherche ²⁾	
	Max	Min	Max	Min
Gerste	-40	-20	-49	-26
Hülsenfrüchte	-30	-10	-41	-17
Kartoffeln	-60	-20	-68	-50
Raps	-60	-30	-40	-7
Sonnenblumen	-30	-10	-33	-17
Weizen	-50	-20	-42	-5
Zuckerrüben	-60	-30	-40	-27

1) Mittleres Naturalertragsniveau; nicht-extenso; vollständiger Verzicht auf alle PSM; Die Referenzerträge, die das mittlere Ertragsniveau definieren, sind in Tabelle A1 im Anhang dargestellt.

2) Hoher und tiefer Ertragsverlust bei einem Standard-Ertragsniveau (siehe Schmidt et al., 2019 S. 24)

5 Diskussion und Fazit

Der Fokus dieser Studie lag primär auf der Quantifizierung möglicher Naturalertragsverluste beim Verzicht auf Pflanzenschutzmittel im Ackerbau, wie sie im Verordnungspaket zur Parlamentarischen Initiative 19.475 «Das Risiko beim Einsatz von Pestiziden reduzieren» dargelegt werden (BLW, 2021)³. Untersucht wurden PSM-Verzichtsmassnahmen in drei verschiedenen Paketen: i) Ackerbau ohne alle PSM, ii) Ackerbau ohne Insektizide, ohne Fungizide und ohne Halmverkürzungsmittel und iii) Ackerbau ohne Herbizide.

Da nicht auf Datengrundlagen aus pflanzenbaulichen Versuchen oder anderen wissenschaftlich fundierten Quellen zurückgegriffen werden kann, wurde die Methode der Delphi-Befragung gewählt. Insgesamt beteiligten sich 18 Pflanzenschutzexpertinnen und -experten aus der gesamten Schweiz.

Der Vergleich mit den Resultaten einer breit abgestützten Online-Literaturrecherche aus dem Jahr 2018 bestätigt, dass die Resultate der Delphi-Befragung eine gute Datengrundlage für weiterführende Studien bilden. So werden beispielsweise die Schätzungen aus der Delphi-Studie genutzt, um mit dem agentenbasierten Sektormodell SWISSland⁸ die Teilnahme der Schweizer Landwirtinnen und Landwirte an verschiedenen PSM-Verzichtsmassnahmen zu modellieren. Gleichzeitig können allfällige Zielkonflikte zwischen Umwelt- und Versorgungszielen beim Verzicht auf PSM aufgezeigt werden (Mack & Möhring, 2021)⁹. Darüber hinaus sind weitere Anwendungsgebiete denkbar: beispielsweise kann der Einfluss auf einzelbetriebliche Kosten, die u.a. bei der Teilnahme an agrarpolitischen Massnahmen zum Erhalt von Produktionssystembeiträgen (PSB) oder Ressourceneffizienzbeiträgen (REB) entstehen¹⁰ (DZV 2020), besser kalkuliert werden.

Pflanzenschutz ist immer im Gesamtsystem des Ackerbaus zu sehen. Daher wurden weitere Einflussfaktoren in die Befragung einbezogen. Dazu gehören das standort- und anbausystemspezifische Referenzertragsniveau, der Extenso-Anbau und ergänzende Managementmassnahmen. Letztgenannte sollten Hinweise für mögliche Ansatzpunkte geben, wie die teils radikalen Auswirkungen eines PSM-Verzichts auf die Produktivität der Ackerflächen abgemildert werden könnten.

Die Expertengruppe erwartet die grössten Auswirkungen auf die Naturalerträge bei einem kompletten Verzicht auf alle chemischen Pflanzenschutzmittel. Ein Ackerbau ohne Insektizide, Fungizide und Halmverkürzungsmittel – wie er bereits heute im Extenso-Anbau praktiziert wird – verursacht vor allem bei Raps und Kartoffeln ähnlich hohe Mindererträge wie beim vollständigen Verzicht auf alle PSM. Vor allem bei Raps und Kartoffeln scheint demnach der Ertragsverlust aufgrund von Insekten und Pilzen weit höher zu sein als der Ertragsverlust aufgrund von Ackerwildkräutern. Die Experteneinschätzungen bestätigen somit die Ergebnisse von Korkaric et al. (2020), die bei einem Verzicht auf Insektizide und Fungizide insbesondere bei Raps und bei Kartoffeln grosse Probleme bei der Bekämpfung der Hauptschädlinge Rapsglanzkäfer, Rapserdfloh Rapsstängelrüssler, Kartoffelkäfer, Erdfloh sowie der Kraut- und Knollenfäule sehen. Die insgesamt geringsten Auswirkungen auf Naturalertragsminderungen erwarten die Expertinnen und Experten beim ausschliesslichen Herbizidverzicht. Böcker et al. (2019) gehen bei ihren bioökonomischen Modellierungen zur glyphosat- bzw. herbizidfreien Extenso-Weizenproduktion für die Schweiz von bis zu 6 % tieferen Erträgen aus. Auch das liegt durchaus im Varianzbereich der Resultate der vorliegenden Studie.

Allgemein deuten die Ergebnisse der Delphi-Umfrage darauf hin, dass die Mindererträge durch PSM-Verzicht umso grösser sind, desto höher das Ausgangsertragsniveau ist. Die Resultate der Delphi-Befragung zeigen allerdings auch einige Schwierigkeiten. Wir sehen teils eine hohe Varianz bei der Einschätzung der Ertragsverluste. Dabei gibt es grosse Unterschiede zwischen den Kulturen; zum Beispiel stehen bei Kartoffeln kaum resistente Züchtungen zur Verfügung (Brunner et al., 2017).

⁸ Siehe: www.swissland.org sowie Möhring et al., 2016.

⁹ Siehe: <https://www.agroscope.admin.ch/agroscope/de/home/themen/wirtschaft-technik/soziooekonomie.html>

¹⁰ Siehe: <https://www.blw.admin.ch/blw/de/home/politik/agrarpolitik/parlamentarischeinitiative.html>

Das Resistenzniveau bei Weizen ist hingegen viel höher (Agroscope, 2021). Somit ist das Vertrauensintervall der geschätzten Mittelwerte für die Naturalertragsverluste bei einigen Ackerkulturen recht breit.

Zugleich zeichnet sich bereits heute aufgrund der aktuellen Zulassungssituation bei einzelnen Wirkstoffen insbesondere im Insektizid- und Fungizidbereich ein Engpass bei der Bekämpfung ausgewählter Schädlinge ab (Korkaric et al. 2020). Verstärkt wird dies, wenn zusätzlich aufgrund der begrenzt verfügbaren Wirkstoffe Resistenzen bei den Schadorganismen auftreten. Somit sind unbedingt weitere Anstrengungen in Praxis, Beratung und Wissenschaft nötig, um durch innovative Züchtungen Pflanzen resistenter gegen Pflanzenkrankheiten und Schädlinge zu machen. Potenziale, die sich aus nicht-chemischen Alternativen für den Feldbau ergeben sind zu nutzen und weiterzuentwickeln. Dazu gehören vor allem anbautechnische Massnahmen wie Bodenbearbeitung, Fruchtfolge, Düngung und innovative Anbauverfahren, aber auch die Berücksichtigung von Nützlingen im Speziellen und eine standortangepasste Landwirtschaft im Allgemeinen.

6 Literatur

- Agridea (2020). Deckungsbeiträge. Lindau. Juni 2020.
- Agroscope (2020). Zentrale Auswertung von Buchhaltungsdaten. Stichprobe Betriebsführung. Betriebszweigergebnisse 2019. Spezialpublikation, Oktober 2020.
- Agroscope (2021). Liste der empfohlenen Getreidesorten für die Ernte 2022. Agroscope Transfer, Nr. 402, Juni 2021.
- Albrecht, M., Kleijn, D., Williams, N.M., Tschumi, M., Blaauw, B.R., Bommarco, R., Campbell, A.J., Dainese, M., Drummond, F., Entling, M.H., Ganser, D., de Groot, G.A., Goulson, D., Grab, H., Hamilton, H., Herzog, F., Isaacs, R., Jacot, K., Jeanneret, P., Jonsson, M., Knop, E., Kremen, C., Landis, D.A., Loeb, G.M., Marini, L., McKerchar, M., Morandin, M., Pfister, S.C., Potts, S.G., Rundlöf, M., Sardiñas, H., Sciligo, A., Thies, C., Tschamntke, T., Venturini, E., Veromann, E., Vollhardt, I.M.G., Wäckers, F., Ward, K., Wilby, A., Woltz, M., Wratten, S. & Sutter, L. (2020) The effectiveness of flower strips and hedgerows on pest control, pollination services and crop yield: a quantitative synthesis. *Ecology Letters* 23, 1488–1498. doi.org/10.1111/ele.13576
- Bandara, A. Y., Weerasooriya, D. K., Bradley, C. A., Allen, T. W., & Esker, P. D. (2020). Dissecting the economic impact of soybean diseases in the United States over two decades. *PloS one*, 15(4), e0231141.
- Böcker, T., Möhring, N. & Finger, R. (2019). Herbicide free agriculture? A bio-economic modelling application to Swiss wheat production. *Agricultural Systems*, 173(7), 378–392.
- Brunner, S., Vetterli, C., Krebs, H., Hebeisen, T., Romeis, J. & Winzeler, M. (2017). Gentechnisch veränderte Kartoffelpflanzen sind resistent gegen die Krautfäule. *Agrarforschung Schweiz* 8 (6): 208–215.
- Brunner, S. & Patocchi, A. (2018). Forschung für die Agroscope-Pflanzenzüchtungsprogramme. Agroscope Merkblatt, Nr. 87 / 2018.
- Bundesamt für Landwirtschaft BLW (2019). Agrarbericht. Bern.
- Bundesamt für Landwirtschaft BLW (2020). Faktenblätter. Stand: November 2020. Interne Dokumente und mündliche Mitteilungen, unveröffentlicht. Bern.
- Bundesamt für Landwirtschaft BLW (2021). Verordnungspaket Parlamentarische Initiative 19.475 «Das Risiko beim Einsatz von Pestiziden reduzieren». Erläuternder Bericht zur Eröffnung des Vernehmlassungsverfahrens. Bern, 28. April 2021.
- Bundesrat (2018). Botschaft zur Volksinitiative «Für sauberes Trinkwasser und gesunde Nahrung – Keine Subventionen für den Pestizid- und den prophylaktischen Antibiotika-Einsatz». In: (Hrsg.). Schweizerische Eidgenossenschaft, Bern.
- Dalkey, N. C. & Helmer, O. (1963). An experimental application of the Delphi method to the use of experts. *Management Science*, 9(3), 458–467.
- Devaney, L. & Henchion, M. (2018). Who is a Delphi 'expert'? Reflections on a bio economy expert selection procedure from Ireland. *Futures*, 99, 45–55.
- Direktzahlungsverordnung, DZV; SR 910.13 (2020). Verordnung über die Direktzahlungen an die Landwirtschaft. Weisungen und Erläuterungen 2021. November 2020.
- Korkaric, M., Hanke, I., Grossar, D., Neuweiler, R., Bastien C., Wirth, J., Hochstrasser, M., Dubuis, P.-H., Kuster, T., Breitenmoser, S., Egger, B., Perren, S., Schürch, S., Aldrich, A., Jeker, L., Poiger, T. & Daniel, O. (2020). Datengrundlage und Kriterien für eine Einschränkung der PSM-Auswahl im ÖLN. Schutz der Oberflächengewässer, der Bienen und des Grundwassers (Metaboliten), sowie agronomische Folgen der Einschränkungen. *Agroscope Science*, Nr. 106, September 2020.
- Labiola (2018). Getreide mit weiter Saat. Feldhase auf Produktionsflächen in Vernetzungsprojekten fördern. Merkblatt. Brugg 2018.
- Landwirtschaft und Wald (lawa) Luzern (2017). Vereinbarung: Massnahme "Getreide in weiter Reihe". Sursee 2017.

- Landwirtschaftsamt Zug (2020). "Getreide in weiter Reihe" zur Förderung von Feldhase und Feldlerche. Massnahmenbeschrieb. Zug 2020.
- Mack, G. & Möhring, A. (2021). SWISSland-Modellierung zur Palv 19.475: «Das Risiko beim Einsatz von Pestiziden reduzieren». Kommentierter Folienbericht. Agroscope, 28. April 2021.
- Möhring, A., Mack, G., Zimmermann, A., Ferjani, A., Schmidt, A., Mann, S. (2016) Agent-based modeling on a national scale – Experiences from SWISSland. Agroscope Science. 30, 2016, 1–56.
- Richner, W., Bretscher, D., Menzi, H., Prasuhn, V. (2017). Düngung und Umwelt. Grundlagen für die Düngung landwirtschaftlicher Kulturen in der Schweiz (GRUD), Agrarforschung Schweiz, 8, (6), Spezialpublikation: 1–12.
- Savary, S., & Willocquet, L. (2020). Modeling the Impact of Crop Diseases on Global Food Security. Annual Review of Phytopathology, 58, 313–341.
- Savary, S., Willocquet, L., Pethybridge, S. J., Esker, P., McRoberts, N., & Nelson, A. (2019). The global burden of pathogens and pests on major food crops. Nature ecology & evolution, 3(3), 430–439.
- Schmidt, A., Mack, G., Möhring, A., Mann, S., El Benni, N., (2019). Folgenabschätzung Trinkwasserinitiative: ökonomische und agrarstrukturelle Wirkungen. Agroscope Science Nr. 83. Agroscope, Tänikon Ettenhausen.
- Strange, R. N., & Scott, P. R. (2005). Plant disease: a threat to global food security. Annu. Rev. Phytopathol., 43, 83–116.
- Stroh-Lömpcke, R., Riedel, J. & Nieberg, H. (2007). Ausweitung des Anbaukonzeptes Weite Reihe bei Winterweizen auf Roggen, Hafer, Raps und Körnerleguminosen. Arbeitsberichte des Bereichs Agrarökonomie 05/2007, Braunschweig, Juni 2007.
- Stupak, N. & Sanders, J. (2021). F.R.A.N.Z.-Bericht. Auswirkungen biodiversitätsfördernder Maßnahmen auf andere Umweltgüter. Thünen-Institut für Betriebswirtschaft, Braunschweig, Februar 2021.
- Tschumi M., Albrecht M., Entling M.H., Jacot K. (2015) High effectiveness of tailored flower strips in reducing pest and crop plant damage. Proc. R. Soc. B 282: 20151369. <http://dx.doi.org/10.1098/rspb.2015.1369>
- Tschumi, M., Albrecht, M., Herzog, F., Jacot, K. (2016). Nützlingsblühstreifen für den Ackerbau reduzieren Schädlinge in Kulturen. Agrarforschung Schweiz 7 (6): 260–267.
- Unipark (Questback GmbH). <https://www.unipark.com/>

7 Anhang

Anhang A1: Informationen zu den Referenzerträgen

Tabelle A1: Referenzerträge [dt/ha]¹

	Mittleres Ertragsniveau		Tiefes Ertragsniveau		Hohes Ertragsniveau	
	Nicht-extenso	Extenso	Nicht-extenso	Extenso	Nicht-extenso	Extenso
Weizen	69.2	59.2	60.3	50.2	77.7	66
Gerste	84.4	64.1	68	49.2	92.8	79
Sonnenblumen	30.9	29.3	28.8	27.3	36	34.1
Hülsenfrüchte	40	37.8	35	33.1	42	39.7
Raps	31.7	28.1	23.8	21.4	36	32.4
Zuckerrüben	840		695		978	
Kartoffeln	343		296		438	

¹ Die Referenzerträge der Kulturen gelten für ÖLN-Betriebe in der Talzone und basieren auf den Erhebungen der Buchhaltungsdaten der Zentralen Auswertung (Agroscope 2020) und dem Deckungsbeitragskatalog (Agridea 2020).

Anhang A2: Informationen zu den Regelungen von Managementmassnahmen

Nützlingsstreifen

Für den Ackerbau inklusive Gemüsebau stehen aktuell 5 spezielle einjährige Saatgutmischungen bereit, die vom BLW genehmigt wurden; 3 Nützlings-Mischungen und 2 Bestäuber-Mischungen. Mehrjährige Mischungen existieren ebenfalls, befinden sich jedoch aktuell noch in der Testphase.

Im Detail sind für den Ackerbau verfügbar:

- Bestäuber 1
- Bestäuber 2
- Mischung Frühlingsaat
- Mischung Herbstsaat
- Mischung Kohlanbau

Zu den Nützlingsstreifen gehören Blüh- und Ackerschonstreifen. Um beitragsberechtigt zu sein, müssen Blüh- und Ackerschonstreifen auf einer Breite von mindestens 3 Metern auf der gesamten Längsseite der Fläche angelegt werden. Es darf auf diesen Streifen keine Düngung erfolgen, und es dürfen keine Pflanzenschutzmittel ausgebracht werden. Mulchen und Schlegelmulcher sind nicht erlaubt (BLW 2020).

Getreide in weiter Reihe

«Getreide in weiter Reihe» wird den Massnahmen zum Erreichen eines Mindestanteils von 3,5 % Biodiversitätsförderfläche im Ackerbau zugerechnet. Tabelle A2 fasst die Regelungen für Getreide in weiter Reihe zusammen (BLW 2020).

Tabelle A2: Regelungen für «Getreide in weiter Reihe»

Kulturen	Alle Getreidearten (Sommer / Winter)
Ungesäte Reihen	Abstand der Reihen in ungesäten Bereichen mind. 30 cm; mind. 40 % der Anzahl Reihen über Breite der Sämaschine ungesät
Saatmenge	Keine Regelung
Düngung	Keine Regelung
Unkrautregulierung	2 Varianten: <ul style="list-style-type: none"> • Striegeln: 1x zwischen 01.01. und 15.04. (Wintergetreide: ab 01.10.) • Herbizide: 1x
PSM	Keine Regelung
Lagekriterien	Keine Regelung
Untersaaten	Klee oder Klee-Grasmischungen
Verpflichtung	1 Jahr
Anrechenbarkeit	Max. 50 % an 3,5 % (= Fläche für 7 %)

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Expertenschätzungen: Mindererträge in % im heutigen nicht-extenso Ackerbau ohne Insektizide, Fungizide und Halmverkürzungsmittel.	14
Abbildung 2: Expertenschätzungen: Mindererträge in % im heutigen nicht-extenso Ackerbau ohne Herbizide (Insektizide, Fungizide und Halmverkürzungsmittel dürfen weiterhin ausgebracht werden).	16
Abbildung 3: Expertenschätzungen: Mindererträge in % bei Verzicht auf alle chemischen PSM im heutigen nicht-extenso Ackerbau.	17
Abbildung 4: Expertenschätzungen: Mindererträge in % bei Verzicht auf PSM im heutigen nicht-extenso Ackerbau differenziert nach ergänzenden Managementmassnahmen.....	19
Abbildung 5: Expertenschätzungen: Mindererträge in % bei Verzicht auf alle chemischen PSM im heutigen Extenso-Ackerbau.	20
Abbildung 6: Expertenschätzungen: Mindererträge in % bei Verzicht auf alle chemischen PSM im heutigen Extenso-Ackerbau differenziert nach ergänzenden Managementmassnahmen.	22

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Anforderungen an einen Ackerbau ohne Insektizide, ohne Fungizide und ohne Halmverkürzungsmittel.....	8
Tabelle 2:	Anforderungen an einen Ackerbau ohne alle PSM.....	9
Tabelle 3:	Übersicht über die Zusammensetzung des Expertenpanels und die Rücklaufquoten über die jeweilige Befragungsrunde.....	12
Tabelle 4:	Deskriptive Statistik: Mindererträge in % im heutigen nicht-extenso Ackerbau ohne Insektizide, Fungizide und Halmverkürzungsmittel.....	15
Tabelle 5:	Deskriptive Statistik: Mindererträge in % im heutigen nicht-extenso Ackerbau ohne Herbizide (Insektizide, Fungizide und Halmverkürzungsmittel dürfen weiterhin ausgebracht werden).....	16
Tabelle 6:	Deskriptive Statistik: Mindererträge in % bei Verzicht auf alle chemischen PSM im heutigen nicht-extenso Ackerbau.....	18
Tabelle 7:	Deskriptive Statistik: Durchschnittliche Mindererträge in % bei Verzicht auf PSM im heutigen nicht-extenso Ackerbau differenziert nach ergänzenden Managementmassnahmen.....	19
Tabelle 8:	Deskriptive Statistik: Mindererträge in % bei Verzicht auf alle chemischen PSM im heutigen Extenso-Ackerbau.....	21
Tabelle 9:	Durchschnittliche Mindererträge in % bei Verzicht auf alle chemischen PSM im heutigen Extenso-Ackerbau differenziert nach ergänzenden Managementmassnahmen.....	22
Tabelle 10:	Vergleich der maximalen und minimalen Mindererträge [in % vom Referenzertrag].....	23
Tabelle A1:	Referenzerträge [dt/ha] ¹	28
Tabelle A2:	Regelungen für «Getreide in weiter Reihe».....	29