



# 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**

## **Autorinnen und Autoren**

Muris Korkaric, Irene Hanke, Daniela Grossar, Reto Neuweiler, Bastien Christ, Judith Wirth, Markus Hochstrasser, Pierre-Henri Dubuis, Thomas Kuster, Stève Breitenmoser, Barbara Egger, Sarah Perren, Stéphanie Schürch, Annette Aldrich, Lukas Jeker, Thomas Poiger, Otto Daniel



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für  
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF  
**Agroscope**

---

## Impressum

Herausgeber Agroscope  
Müller-Thurgau-Strasse 29 8820 Wädenswil  
[www.agroscope.ch](http://www.agroscope.ch)

---

Auskünfte Otto Daniel, [otto.daniel@agroscope.admin.ch](mailto:otto.daniel@agroscope.admin.ch)

---

Lektorat Erika Meili, Andrea Leuenberger

---

Titelbild [www.123rf.com](http://www.123rf.com)

---

Layout Christoph Meichtry, Valmedia AG, Visp

---

Copyright © Agroscope 2020

---

Download [www.agroscope.ch/science](http://www.agroscope.ch/science)

---

ISSN 2296-729X

---

DOI <https://doi.org/10.34776/as106g>

---

# Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis .....	4
Zusammenfassung .....	5
Hintergrund und Ziel des Projektes .....	5
Abschätzung der Risikopotentiale .....	5
Agronomische Beurteilung .....	6
Fazit .....	6
Résumé .....	8
Contexte et objectif du projet .....	8
Estimation des potentiels de risques .....	8
Evaluation agronomique .....	8
Conclusion .....	9
Summary .....	11
Background and Aim of Project .....	11
Assessing the Risk Potentials .....	11
Agronomic assessment .....	11
Conclusions .....	12
Teil A: Risikopotentiale .....	17
Grundwasser .....	17
Methode .....	17
Resultate und Diskussion .....	18
Oberflächengewässer .....	19
Methode .....	19
Resultate und Diskussion .....	21
Bienen .....	23
Methode .....	23
Resultate und Diskussion .....	23
Teil B: Agronomische Beurteilung einer Einschränkung von PSM-Wirkstoffen .....	25
Methoden .....	25
Allgemeines Vorgehen .....	25
Besonderheiten der Bewertung für jede Kulturgruppe .....	26
Resultate und Diskussion .....	27
Feldbau .....	27
Obstbau .....	28
Gemüsebau .....	29
Beerenbau .....	30
Weinbau .....	30
Literatur .....	31
Anhang ( <a href="#">Supporting Information</a> )	
<a href="#">Anhang I</a> Schutz der Kulturen	
<a href="#">Anhang II</a> Grundwasser	
<a href="#">Anhang III</a> Oberflächengewässer	
<a href="#">Anhang IV</a> Bienen	
<a href="#">Anhang V</a> Gewichtetes Risikopotential	

## Abkürzungsverzeichnis

AP22+	durch den Bundesrat verabschiedete Rahmenbedingungen für die Agrarpolitik ab 2022
AR	Aufwandmenge eines PSM pro Flächeneinheit, z.B. in g/ha (Engl.: <i>application rate</i> )
CI	Bodendeckung (Engl.: <i>crop interception</i> )
DT50	Halbwertszeit im betrachteten Kompartiment (z.B. DT50-Boden)
EC50	Wirkstoff-Konzentration im Testmedium, bei der ein halbmaximaler Effekt auf Testorganismen beobachtet wird (z.B. Halbierung der Wachstumsrate von Algen)
EFSA	Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit (Engl.: <i>European Food Safety Authority</i> )
gRS	Gewichteter Risiko-Score (siehe RS); ein mit der theoretisch behandelten Fläche gewichteter Risiko-Score
GW	Grundwasser
HQ	Gefährdungsquotient (Engl.: <i>hazard quotient</i> ) aus der Aufwandmenge [g/ha] und dem LD <sub>50</sub> [µg] für Bienen
IP	Integrierte Produktion
K <sub>foc</sub>	Sorptionskonstante (nach Freundlich) bezogen auf organischen Kohlenstoff
LC50	Wirkstoff-Konzentration im Testmedium, die innerhalb eines definierten Zeitraums für 50 % der Testorganismen tödlich ist
LD50	Wirkstoff-Dosis, die innerhalb eines definierten Zeitraums für 50 % der Testorganismen tödlich ist
NOEC	Testkonzentration unmittelbar unterhalb der niedrigsten Konzentration mit signifikanter (Hemm-) Wirkung (Engl.: <i>No-Observed-Effect-Concentration</i> )
ÖLN	Ökologischer Leistungsnachweis
PEC	Modellierte Umweltkonzentration (Engl.: <i>predicted environmental concentration</i> )
PSM	Pflanzenschutzmittel
PSMV	Pflanzenschutzmittelverordnung (SR 916.161)
RAK	Die aus dem PSM-Vollzug abgeleitete regulatorisch akzeptable Konzentration
RS	Risiko-Score; Wert zur Erfassung des potentiellen Risikos
Tier-1	erste Stufe im Risikobewertungsverfahren auf Grundlage von Standardannahmen zur Exposition und auf Basis von Labordaten zur Toxizität für Einzelspezies
WS	Wirkstoff
%gRS	Anteil eines PSM-Wirkstoffs an der Summe aller gewichteten Risiko-Scores (gRS)

# Zusammenfassung

## Hintergrund und Ziel des Projektes

Im Rahmen der AP22+ soll die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln (PSM) im ÖLN künftig stärker eingeschränkt werden. Dadurch sollen die Ziele des Aktionsplans und der parlamentarischen Initiative 19.475: «*Das Risiko beim Einsatz von Pestiziden reduzieren*» unterstützt werden. Zum Schutz des Grundwassers (Metaboliten), der Oberflächengewässer und der Bienen sollen PSM-Wirkstoffe mit einem hohen Risikopotential durch solche mit einem tieferen ersetzt werden, sofern diese zur Verfügung stehen. Zu diesem Zweck wurde vom BLW ein 15-monatiges Projekt lanciert (Start Oktober 2018), welches bei Agroscope durchgeführt wurde.

Im Fokus lagen die Anbausysteme im Ackerbau, Obstbau, Weinbau, Gemüsebau und Beerenbau. Der Bericht liefert die Entscheidungsgrundlagen dafür, welche Anwendungen von PSM-Wirkstoffen in welcher Form im ÖLN zukünftig eingeschränkt werden können. Die Autorinnen und Autoren des Berichts selbst sind in den Entscheidungsprozess nicht eingebunden.

Der Bericht enthält eine kurze und zusammenfassende Beschreibung der Methoden, der Abschätzung der Risikopotentiale und der agronomischen Beurteilung. Weitere Angaben und vollständige Tabellen befinden sich in den [Anhängen](#).

## Abschätzung der Risikopotentiale

Die Risikopotentiale von zugelassenen PSM-Wirkstoffe wurden mit **Risiko-Scores** für Grundwasser, Oberflächengewässer und Bienen in einem vereinfachten, normierten Verfahren bestimmt. Die Risiko-Scores erlauben es, eine **Rangliste der Risikopotentiale** zu erstellen (Tabelle 1), aber nicht die effektive Grösse der Risiken zu beurteilen, unter anderem, weil risikomindernde Massnahmen nicht berücksichtigt wurden.

Der prozentuale Anteil eines PSM-Wirkstoffs an der Summe der gewichteten Risiko-Scores ermöglicht eine grobe Abschätzung, welchen Einfluss die Einschränkung eines PSM-Wirkstoffes auf die schweizweiten Risiken haben könnte. Die Gewichtung der Risiko-Scores erfolgte mit der theoretisch mit dem PSM-Wirkstoff behandelten Fläche. Die theoretisch behandelte Fläche wurde mit Angaben zur Verkaufsmenge und den durchschnittlich zugelassenen Anwendungsmengen berechnet.

Beim **Grundwasser** gehören zu den 15 PSM-Wirkstoffen mit dem höchsten Potential für Grundwasserbelastung durch Metaboliten 10 Herbizide und 5 Fungizide. Bei den Herbiziden bilden die Chloracetamide (S-Metolachlor, Dimethachlor, Metazachlor, Pethoxamid und Dimethenamid-P) die wichtigste Substanzgruppe, hauptsächlich wegen des Abbaus zu den sogenannten ESA- und OXA-Metaboliten. Die Liste enthält unter anderem auch die Fungizide Chlorothalonil (Rang 2) und Thiram (Rang 8) sowie das Herbizid Chloridazon (Rang 5). Die Bewilligungen für Produkte mit diesen Wirkstoffen wurden mittlerweile zurückgezogen, es bestehen aber zum Teil noch Ausverkaufs- und Aufbrauchsfristen.

Für die **Oberflächengewässer** handelt es sich bei den PSM-Wirkstoffen mit den höchsten Risiko-Scores primär um Insektizide und Akarizide, vor allem aus der Gruppe der Pyrethroide. Die Datengrundlage bezüglich der ökotoxikologischen Endpunkte ist aber nicht für jedes Pyrethroid gleich. Eine vertiefte Analyse neuerer Studien zeigte, dass sich die gefundenen Unterschiede zwischen den Risiko-Scores der Pyrethroide aufgrund der zusätzlichen Informationen nicht mit Sicherheit bestätigen lassen.

Für **Bienen** wurden 24 PSM-Wirkstoffe als potentiell gefährdend identifiziert. Wie erwartet handelt es sich vorrangig um Insektizide und Akarizide. Angeführt wird die Rangfolge vom Insektizid Spinosad.

Die PSM-Wirkstoffe mit den höchsten Risiko-Scores (ungewichtet) der jeweiligen Ranglisten wurden zusätzlich bezüglich der möglichen Folgen einer Einschränkung im ÖLN durch eine agronomische Beurteilung geprüft.

## Agronomische Beurteilung

Bei der agronomischen Beurteilung ging es um die Frage, ob und mit welchen Schwierigkeiten ein PSM-Wirkstoff mit einem hohen Risiko-Score durch einen anderen (chemischen) PSM-Wirkstoff mit einem niedrigeren Risiko-Score ersetzbar ist. Diese Analyse stützte sich stark auf das fachliche und praktische Wissen von Pflanzenschutzexperten ab. In den Kulturgruppen Feld-, Obst-, Gemüse-, Beeren- und Weinbau wurde die Ersetzbarkeit von PSM-Wirkstoffen für die jeweiligen Hauptkulturen (major crops) bewertet. Für die Nebenkulturen (minor crops) wurde bis auf einzelne Ausnahmen keine Beurteilung durchgeführt. Dies betrifft insbesondere den Gemüse- und Beerenbau mit vielen Nebenkulturen.

Die Ersetzbarkeit eines PSM-Wirkstoffes wurde zuerst pro Kultur mit Kategorien von 1 (Pflanzenschutz weiterhin möglich) bis 5 (Pflanzenschutz nicht möglich) bewertet. Grundlage für diese Bewertung waren die Anzahl an vorhandenen, alternativen PSM-Wirkstoffen mit Voll- oder Teilwirksamkeit sowie vorhandene oder erwartete Resistenzprobleme. Basierend auf der Bewertung der Kulturen erfolgte pro Kulturgruppe eine Gesamtbewertung unter Berücksichtigung der Wichtigkeit der Kulturen und Schaderreger.

Insgesamt wurden aus den Bereichen Oberflächengewässer und Grundwasser jeweils 15 PSM-Wirkstoffe und für den Bereich Bienen 5 PSM-Wirkstoffe mit den höchsten Risiko-Scores beurteilt. Die meisten PSM-Wirkstoffe betrafen den Feldbau (n = 23), gefolgt vom Gemüsebau (n = 21), Beerenbau (n = 15), Weinbau (n = 11), und Obstbau (n = 8). Insgesamt wurden 12 Insektizide/Akarizide, 11 Herbizide, 5 Fungizide und 1 Phytohormon untersucht.

Im Feldbau und Gemüsebau besteht die grösste Schwierigkeit bei einer Einschränkung der **Pyrethroide** und der **Organophosphate** Chlorpyrifos und Chlorpyrifos-methyl. Bei einer Einschränkung der Anwendung der Pyrethroide wäre ein ausreichender Pflanzenschutz im Feld- und Gemüsebau für gewisse Kulturen momentan nicht mehr möglich. Ein Verzicht nur auf einen Teil der Pyrethroide könnte in den wichtigsten Feld- und Gemüsebaukulturen einen Pflanzenschutz weiterhin ermöglichen.

Bei den Dauerkulturen im Obst-, Beeren-, und Weinbau stehen in den meisten Fällen mehrere Alternativen zu den untersuchten Insektiziden zur Verfügung, darunter auch wirksame nicht-chemische Alternativen, wie z. B. Granuloseviren. Allerdings bedürfen auch diese Schutzmassnahmen einer sporadischen Behandlung mit wirksamen Insektiziden.

Bei einem Verzicht auf **Spinosad** werden grössere Schwierigkeiten für die integrierte und biologische Produktion in allen Kulturbereichen erwartet. In diesen Produktionssystemen stehen bereits heute nur noch wenige oder keine Alternativen mehr zur Verfügung.

Bei Einschränkungen der untersuchten **Herbizide** und **Fungizide**, primär wegen der hohen Risiko-Scores für das Grundwasser, wäre vor allem im Gemüsebau der Schutz einer Vielzahl von Hauptkulturen nicht mehr oder nur noch stark eingeschränkt möglich. Im Feldbau und Weinbau wäre eine Einschränkung der Herbizide Dimethenamid-P und Flazasulfuron problematisch. Das Fungizid Ametoctradin, das einen vergleichsweise geringen Risiko-Score für das Grundwasser aufweist (Rang 13), wurde zwar als ersetzbar eingestuft. Eine Einschränkung könnte aber ein (zukünftiges) Resistenzmanagement erschweren, da es sich dabei um einen wertvollen Wirkstoff mit einem neuen Wirkmechanismus handelt.

## Fazit

Auf Grundlage der Risiko-Scores (ungewichtet) wurden die zugelassenen PSM-Wirkstoffe mit den höchsten Risikopotentialen für Grundwasser, Oberflächengewässer und Bienen identifiziert. Für die jeweils obersten 7–8 Wirkstoffe in den Ranglisten Grundwasser und Oberflächengewässer sind die Risiko-Scores zum Teil deutlich höher als für die darauffolgenden PSM-Wirkstoffe. Mit Ausnahme von Spinosad weisen die PSM-Wirkstoffe mit den höchsten Risikopotentialen für Bienen generell ebenfalls hohe Risikopotentiale für Oberflächengewässer auf. Beim direkten Vergleich von PSM-Wirkstoffen mit ähnlichem Risiko-Score muss beachtet werden, dass diese mit einem vereinfachten, normierten Verfahren berechnet wurden. Unter Umständen sind für Entscheidungen weitere Abklärungen und der Einbezug zusätzlicher Kriterien notwendig. Wir gehen davon aus, dass mit der Einschränkung der Anwendung von PSM-Wirkstoffen mit hohen Risiko-Scores (ungewichtet, gewichtet) Umweltrisiken und Belastungen reduziert werden können.

Die agronomische Untersuchung deutet darauf hin, dass eine breite Einschränkung der PSM-Wirkstoffe mit hohem Risiko-Score im ÖLN einen Schutz der Hauptkulturen deutlich erschweren und zum Teil verunmöglichen würde. Ähnliches trifft voraussichtlich auch auf die Nebenkulturen zu, die im Projekt nicht umfassend bewertet wurden. Einige PSM-Wirkstoffe (z.B. Dimethachlor) kommen in PSM-Produkten nur gemeinsam mit anderen PSM-Wirk-

stoffen vor. Eine Einschränkung im ÖLN hätte dadurch auch einen Einfluss auf andere PSM-Wirkstoffe. Im biologischen Pflanzenbau sind zudem weitere Abklärungen nötig, da dort eine Einschränkung des Einsatzes von Spinosad zu Problemen führen könnte.

Es gibt Pflanzenschutzstrategien, welche, wie die integrierte Produktion, einen guten Pflanzenschutz mit möglichst wenigen PSM-Anwendungen anstreben. Ein Beispiel ist die gestufte Vorgehensweise gegen Wicklerarten im Obstbau gemäss Pflanzenschutzempfehlungen von Agroscope: Verwirrungstechnik – Granuloseviren – biotaugliche PSM – andere PSM. Solche Strategien müssen weiterhin gefördert werden, benötigen aber nach wie vor PSM-Anwendungen. Zukünftige Veränderungen in der Zulassung der PSM können eine neue Beurteilung nötig machen, vor allem wenn dadurch Alternativen für die im ÖLN eingeschränkten PSM-Wirkstoffe hinzukommen oder wegfallen.

Mit der vorliegenden Analyse wurden Entscheidungsgrundlagen geschaffen, um Einschränkungen von PSM-Wirkstoffen im ÖLN zu definieren, welche die Risiken für Oberflächengewässer und Bienen sowie die Belastung des Grundwassers reduzieren und den Schutz der Kulturen nicht übermässig einschränken sollen.



# Résumé

## Contexte et objectif du projet

Dans le cadre de la PA22+, il est prévu de limiter davantage l'utilisation des produits phytosanitaires (PPh) dans les PER à l'avenir. Cette mesure vise à atteindre les objectifs du plan d'action et de l'initiative parlementaire 19.475: «Réduire le risque de l'utilisation de pesticides». Afin de protéger les eaux souterraines (métabolites), les eaux de surface et les abeilles, les substances actives des PPh présentant un potentiel de risque élevé doivent être remplacées par des substances présentant un potentiel de risque plus faible, dans la mesure où elles existent. A cette fin, l'OFAG a lancé un projet de 15 mois (qui a débuté en octobre 2018) et a été réalisé chez Agroscope.

L'accent a été mis sur les systèmes de grandes cultures, de cultures fruitières, de viticulture, de cultures maraîchères et de culture des petits fruits. Le rapport fournit des bases pour décider quelles applications de substances actives contenues dans les PPh peuvent être restreintes à l'avenir dans les prestations écologiques requises (PER) et sous quelle forme. Les autrices et auteurs du rapport eux-mêmes ne sont pas impliqués dans le processus décisionnel.

Le rapport contient un récapitulatif et une brève description des méthodes, de l'estimation des potentiels de risque et de l'évaluation agronomique. De plus amples détails et des tableaux complets sont fournis dans [les annexes](#).

## Estimation des potentiels de risques

Les potentiels de risque des substances actives des PPh autorisées ont été déterminés avec des **scores de risque** pour les eaux souterraines, les eaux de surface et les abeilles dans le cadre d'une procédure simplifiée et normalisée. Les scores permettent de **classer les potentiels de risque** (tableau 1), mais pas d'évaluer l'ampleur effective des risques, notamment parce que les mesures de réduction des risques n'ont pas été prises en compte.

Le pourcentage d'une substance active dans la somme des scores de risque pondérés permet d'estimer approximativement l'impact que pourrait avoir la restriction de cette substance sur les risques dans l'ensemble de la Suisse. Les scores de risque ont été pondérés par rapport à la surface théoriquement traitée avec la substance active. La surface théoriquement traitée a été calculée à l'aide de données sur le volume des ventes et les quantités moyennes de produit autorisées pour l'application.

Parmi les 15 substances actives présentant le plus fort potentiel de contamination des **eaux souterraines** par des métabolites, on compte 10 herbicides et 5 fongicides. Dans le cas des herbicides, les chloroacétamides (S-métholachlore, diméthachlore, métazachlore, péthoxamide et diméthénamide-P) forment le groupe de substances le plus important, principalement en raison de leur décomposition en métabolites appelés ESA et OXA. La liste comprend également les fongicides chlorothalonil (rang 2) et thiram (rang 8) et l'herbicide chloridazone (rang 5). Les autorisations des produits contenant ces principes actifs ont maintenant été retirées, mais dans certains cas, il existe encore des délais pour la vente et l'utilisation des stocks existants.

Pour les **eaux de surface**, les substances actives qui affichent les scores de risque les plus élevés sont essentiellement des insecticides et des acaricides, principalement du groupe des pyréthroïdes. Cependant, la base de données relative aux paramètres écotoxicologiques n'est pas la même pour tous les pyréthroïdes. Une analyse approfondie d'études récentes a montré que les différences constatées entre les scores de risque des pyréthroïdes ne pouvaient être confirmées avec certitude en raison des nouvelles informations disponibles.

Pour les **abeilles**, 24 substances actives ont été identifiées comme potentiellement dangereuses. Comme on pouvait s'y attendre, il s'agit principalement d'insecticides et d'acaricides. L'insecticide spinosad arrive en tête du classement.

Les substances actives présentant les scores de risque les plus élevés (non pondérés) dans les différents classements ont en outre fait l'objet d'une évaluation agronomique afin de déterminer les conséquences possibles d'une restriction d'application dans les PER.

## Evaluation agronomique

L'évaluation agronomique avait pour but de savoir si et avec quelles difficultés une substance active de PPh présentant un score de risque élevé pouvait être remplacée par une autre substance active (chimique) présentant un score de risque plus faible. Cette analyse s'est largement appuyée sur les connaissances techniques et pratiques des experts en protection phytosanitaire. La possibilité de remplacer les substances actives a été évaluée dans les



cultures principales (*major crops*) qu'il s'agisse de grandes cultures, de cultures fruitières, de cultures maraîchères, de cultures de petits fruits ou de viticulture. Aucune évaluation n'a été effectuée pour les cultures secondaires (*minor crops*), à quelques exceptions près. C'est le cas en particulier des cultures maraîchères et des cultures de petits fruits qui comportent de nombreuses cultures secondaires.

La possibilité de remplacer une substance active a d'abord été évaluée par culture avec des catégories allant de 1 (protection phytosanitaire toujours possible) à 5 (protection phytosanitaire plus possible). L'évaluation reposait sur le nombre de substances actives alternatives disponibles ayant une efficacité totale ou partielle et sur l'apparition ou la probabilité de problèmes de résistance. Sur la base de l'évaluation des cultures, une évaluation globale a été réalisée par groupe de cultures, en tenant compte de leur importance et des ravageurs.

Au total, 15 substances actives retrouvées dans les eaux de surface et les eaux souterraines et 5 substances actives identifiées sur les abeilles ont été évaluées avec les scores de risque les plus élevés. La plupart des substances actives ont été trouvées dans les grandes cultures (n = 23), suivies des cultures maraîchères (n = 21), des petits fruits (n = 15), de la viticulture (n = 11) et des cultures fruitières (n = 8). Au total, 12 insecticides/acaricides, 11 herbicides, 5 fongicides et 1 phytorégulateur ont été étudiés.

Dans les grandes cultures et les cultures maraîchères, ce sont les **pyréthroïdes** et les **organophosphates** chlorpyrifos et chlorpyrifos-méthyle qui posent les plus grandes difficultés en matière de restriction. Si l'utilisation des pyréthroïdes devait être limitée, il ne serait plus possible de protéger certaines grandes cultures et cultures maraîchères à l'heure actuelle. Renoncer à une partie des pyréthroïdes seulement pourrait permettre de continuer à assurer une protection des principales grandes cultures et cultures maraîchères.

Pour les cultures permanentes de fruits, des petits fruits et la viticulture, il existe dans la plupart des cas plusieurs alternatives aux insecticides étudiés, y compris des alternatives non chimiques efficaces telles que les virus de la granulose. Cependant, même ces mesures de protection nécessitent un traitement sporadique avec des insecticides efficaces.

Un renoncement au **spinosad** entraînerait de grandes difficultés pour la production intégrée et biologique quelle que soit la culture. Dans ces systèmes de production, il n'existe déjà que peu ou pas d'alternatives.

En cas de restriction de l'application des **herbicides** et **fongicides** étudiés, principalement en raison des scores de risque élevés pour les eaux souterraines, la protection d'un grand nombre de cultures principales ne serait plus possible ou serait très limitée, en particulier dans la culture maraîchères. Dans les grandes cultures et la viticulture, une restriction des herbicides diméthénamide-P et flazasulfuron serait problématique. L'amétoctradine, fongicide qui présente un score de risque relativement faible pour les eaux souterraines (rang 13), a été classé comme substituable. Toutefois, une restriction pourrait rendre la (future) gestion des résistances plus difficile, car il s'agit d'une substance active précieuse appartenant à nouveau type.

## Conclusion

Les substances actives de PPh autorisées affichant le plus grand potentiel de risque pour les eaux souterraines, les eaux de surface et les abeilles ont été identifiées sur la base des scores de risque (non pondérés). Pour les 7–8 premières substances actives du classement des eaux souterraines et des eaux de surface, les scores de risque sont dans certains cas nettement plus élevés que pour les substances actives qui suivent dans la liste. À l'exception du spinosad, les substances actives qui présentent le plus grand potentiel de risque pour les abeilles affichent généralement aussi un potentiel de risque élevé pour les eaux de surface. Lorsqu'on compare directement les substances actives ayant des scores de risque similaires, il faut tenir compte du fait que ces scores ont été calculés selon un procédé simplifié et normalisé. Des investigations supplémentaires et l'intégration de critères supplémentaires peuvent être nécessaires pour appuyer les décisions. Nous partons du principe que limiter l'application des substances actives affichant des scores de risque élevés (non pondérés, pondérés) pourrait réduire les risques et la pollution de l'environnement.

L'étude agronomique indique qu'une large restriction des substances actives affichant un score de risque élevé dans les PER rendrait une protection des principales cultures nettement plus difficile, voire impossible. Il en va probablement de même pour les cultures secondaires, qui n'ont pas fait l'objet d'une évaluation approfondie dans le cadre du projet. Certaines substances actives (comme le diméthachlore) ne sont présentes dans les PPh qu'associées à d'autres substances actives. Une restriction dans les PER aurait donc également un impact sur d'autres substances actives. En outre, des investigations supplémentaires sont nécessaires dans l'agriculture biologique, où une restriction de l'utilisation de spinosad pourrait entraîner des problèmes.

Il existe des stratégies de protection phytosanitaire qui, comme la production intégrée, visent à obtenir une bonne protection des cultures avec le moins d'applications de PPh possible. La stratégie progressive contre les tordeuses dans les cultures fruitières selon les recommandations d'Agroscope en est un exemple: technique de confusion – virus de la granulose – PPh avec substance active biodégradables – autres PPh. De telles stratégies doivent continuer à être encouragées, mais continuent à nécessiter des applications de PPh. Futurs changements d'autorisations des PPh peuvent nécessiter une nouvelle évaluation, en particulier si cela implique l'apparition ou la disparition d'alternatives aux substances actives faisant l'objet de restrictions dans les PER.

La présente analyse fournit des bases de décision afin de définir les restrictions des substances actives de PPh dans les PER, dans le but de réduire les risques pour les eaux de surface et les abeilles, ainsi que la pollution des eaux souterraines sans pour autant restreindre la protection des cultures de manière excessive.

# Summary

## Background and Aim of Project

The use of plant-protection products (PPP) in PEP is to be subject to greater restrictions in future. The intention of this work is to support the aims of the Action Plan to reduce risks and sustainable use of PPPs and the Parliamentary Initiative 19.475: *Reducing Risk when Using Pesticides*. In order to protect groundwater (metabolites), surface waters and bees, active substances of PPP with a high risk potential are to be replaced by ones with lower risk potentials, provided they are available. To this end, the FOAG launched a 15-month project (start date: October 2018), which was conducted at Agroscope.

The project focused on field crops, fruit production, viticulture, vegetable production and berry growing. The report supplies the criteria for deciding what uses of active substances in what form can in future be restricted in the Proof of Ecological Performance (PEP) Programme. The report's authors themselves are not involved in the decision-making process.

The report contains a brief summary description of the methods, the assessment of the risk potentials and the agronomic evaluation. Further details and complete tables can be found in [the appendices](#).

## Assessing the Risk Potentials

The risk potentials of active substances in approved PPP were determined with **risk scores** for groundwater, surface waters and bees in a simplified, standardised procedure. The risk scores enable us to draw up a **risk-potential ranking** (Table 1), but not to assess the effective magnitude of the risks, *inter alia* because risk-reducing measures were not taken into account.

The percentage share of the sum of the weighted risk scores of an active substance allows a rough estimate of the impact that the restriction of an active substance could have on risks throughout the whole of Switzerland. The risk scores were weighted by the area theoretically treated with the PPP active substance. The theoretically treated area was calculated using details on the quantity sold and on the average approved application quantities.

For **groundwater**, there are 10 herbicides and 5 fungicides among the 15 active substances with the highest potential for groundwater contamination by metabolites. For herbicides, the chloroacetamides (S-metolachlor, dimethachlor, metazachlor, pethoxamid and dimethenamid-P) form the most important substance group, mainly because of their breakdown to the so-called ESA and OXA metabolites. The list contains *inter alia* the fungicides chlorothalonil (tier 2) and thiram (tier 8), as well as the herbicide chloridazon (tier 5). The authorisations for PPP with these active substances have since been withdrawn, though in some cases there are still sell-off and use-up deadlines.

The active substances with the highest risk scores for **surface waters** are primarily insecticides and acaricides, mainly from the pyrethroid family; however, the underlying data in terms of the ecotoxicological endpoints is not the same for every pyrethroid. An in-depth analysis of more-recent studies showed that the differences found between the risk scores of the pyrethroids cannot be confirmed with certainty owing to the additional information.

For **bees**, 24 active substances were identified as potentially hazardous. As expected, these are primarily insecticides and acaricides. The insecticide spinosad leads the ranking.

The active substances with the highest (unweighted) risk scores in the respective rankings were also examined in terms of the possible consequences of a restriction in PEP by means of an agronomic assessment.

## Agronomic assessment

The agronomic assessment dealt with the question of whether and with what difficulties an active substance with a high risk score can be replaced by another (chemical) active substance with a lower risk score. This analysis was heavily based on the professional and practical knowledge of plant-protection experts. The replaceability of active substances for the respective major crops was evaluated in field crops, fruit production, vegetable production, berry growing and viticulture. Except for individual exceptions, no evaluation was conducted for the minor crops. This applies in particular to vegetable production and berry growing with many minor crops.

First, the replaceability of an active substance was evaluated for each crop with categories from 1 (proper plant protection still possible) to 5 (proper plant protection not possible). The number of available alternative PPP active substances with full or partial efficacy as well as existing or anticipated resistance problems formed the basis for this evaluation. Based on the evaluation of the crops, an overall evaluation was made for each group of crops, bearing in mind the importance of the crops, pests and pathogens.

All in all, 15 PPP active substances from each of the categories 'surface waters' and 'groundwater' and 5 PPP active substances from the category 'bees' were assigned the highest risk scores. The majority of PPP active substances were associated with field crops (n = 23), followed by vegetable production (n = 21), berry growing (n = 15), viticulture (n = 11) and fruit production (n = 8). In total, 12 insecticides/acaricides, 11 herbicides, 5 fungicides and 1 phytoregulator were investigated.

The greatest difficulty in restricting **pyrethroids** and the **organophosphates** chlorpyrifos and chlorpyrifos-methyl exists in field crops and vegetable production. If the use of pyrethroids were restricted, adequate plant protection for certain field crops and vegetable crops would no longer be possible at the moment. Forgoing the use of just some of the pyrethroids could further enable proper plant protection in the most important field and vegetable crops.

For permanent fruit, berry and vine crops there are usually several alternatives to the investigated insecticides available, including effective non-chemical alternatives such as e.g. granuloviruses. However, even these protective measures require sporadic treatment with effective insecticides.

In the absence of **spinosad** use, greater difficulties are expected for integrated and organic production in all types of crops. Even today, there are few if any alternatives still available in these production systems.

In the event of restrictions of the **herbicides** and **fungicides** investigated, primarily owing to their high risk scores for groundwater, the protection of numerous major crops, especially in vegetable production, would no longer be possible, or would only be possible to a very limited extent. In field crops and viticulture, restricting the herbicides dimethenamid-P and flazasulfuron would be problematic. Although the fungicide ametoctradin, which has a comparatively low risk score for groundwater (tier 13), was classified as replaceable, a restriction could make (future) resistance management difficult, since we are dealing here with a valuable active substance with a new mode of action.

## Conclusions

The active substances of authorised PPP with the highest risk potentials for groundwater, surface waters and bees were identified on the basis of the (unweighted) risk scores. For the top 7 or 8 active substances in both the groundwater and surface-water ranking lists, the risk scores are in some cases significantly higher than for the subsequent active substances. With the exception of spinosad, the active substances with the highest risk potentials for bees generally also have high risk potentials for surface waters. When directly comparing active substances with similar risk scores, it must be borne in mind that these scores were calculated using a simplified, standardised procedure. Further clarifications and the inclusion of additional criteria may be necessary for decision-making. We assume that restricting the use of active substances with high (unweighted and weighted) risk scores enables the reduction of environmental risks and pollution.

The agronomic study suggests that a broad restriction of active substances with high risk scores in PEP would make proper protection of the major crops significantly more difficult, and even impossible in some cases. The same is most likely true for the minor crops, which were not comprehensively evaluated in the project. Some active substances (e.g. dimethachlor) only occur in PPP together with other active substances. A restriction in PEP would thus also have an effect on other PPP active substances. Further clarifications are also necessary in organic plant production, since a restriction on the use of spinosad could lead to problems there.

There are plant-protection strategies which, like integrated production, aim at fewer PPP applications for good plant protection. An example of this is the tiered approach to controlling leaf-roller moth species in fruit production according to plant-protection recommendations from Agroscope: disruption techniques – granuloviruses – PPPs compatible with organic farming – other PPPs. Such strategies must continue to be promoted, although they still require PPP applications. Future changes in authorised PPP could make a new assessment necessary, especially if they result in the addition or removal of alternatives to the active substances restricted in PEP.

The present analysis has created a decision-making basis for defining restrictions of active substances in PEP which are intended to lower the risks for surface waters and bees and reduce groundwater contamination, without unduly limiting crop protection.

**Tabelle 1 | PSM-Wirkstoffe mit den höchsten ungewichteten Risiko-Scores (RS) für Grundwasser, Oberflächengewässer und Bienen; Verkaufsmenge (t) 2018; durchschnittliche Aufwandmenge (AR); % gewichteter Risiko-Score (%gRS); Ersetzbarkeit der PSM-Wirkstoffe und Kommentar zu den möglichen Folgen für den Pflanzenschutz im Feldbau (F), Obstbau (O), Gemüsebau (G), Beerenbau (B), Weinbau (W); 1: weiterhin möglich; 2: beschränkt, aber weiterhin möglich; 3: schwierig, aber in den meisten Fällen noch möglich. Resistenzmanagement beeinträchtigt, 4: bei Nebenschädlingen nicht mehr möglich (keine Alternative) oder Resistenzmanagement bei Hauptschädlingen nicht mehr möglich; 5: Pflanzenschutz bei Hauptschädlingen nicht mehr möglich (keine Alternative).**

Metaboliten im Grundwasser <sup>1</sup>												
PSM-Wirkstoff	Produkt-kategorie	RS	AR <sup>2</sup> (g/ha)	Verkaufsmenge (t)	% gRS	Ersetzbarkeit					Kommentar	
						F	O	G	B	W		
1	S-Metolachlor	Herbizid	199,9	1409	22,423	22,3	2		2		F Verzicht möglich mit Ausnahmeregelung zur Kontrolle von Erdmandelgras	
2	Chlorothalonil <sup>3</sup>	Fungizid	129,5	1251	36,904	26,8	3		3	1	G Keine ausreichend wirksamen Alternativen bei Blumenkohl und Kopfkohlen gegen Weissen Rost sowie Wurzel- und Stängelfäule. Diese treten z.Z. aber nur sporadisch auf.	
3	Dimethachlor	Herbizid	128,5	750	7,104	8,5	2					
4	Metazachlor	Herbizid	116,4	612	3,846	5,1	1		5	3	G Bei Blumenkohl, Broccoli und Kopfkohlen keine chemische Unkrautbekämpfung mehr möglich.	
5	Chloridazon <sup>4</sup>	Herbizid	72,7	2600	3,801	0,75	1		1		G Betrifft keine Hauptkultur	
6	Terbuthylazine <sup>5</sup>	Herbizid	49,2	583	23,741	14,0	2	3		1		
7	Pethoxamid	Herbizid	48,3	1158	7,606	2,2	3		5	3	F Keine Alternativen im Raps (4) G Ist im Anbau von Bohnen mit Hülsen (Säkultur) unverzichtbar	
8	Thiram <sup>6</sup>	Fungizid	31,2	3068	2,413	0,17		1	4	2	G Keine Alternativen für Beizbehandlung Verzichtbar: Spritzbehandlung bei Kopfsalaten gegen Falschen Mehltau	
9	Haloxyfop-(R)-Methylester	Herbizid	25,2	88	0,254	0,51	1	2	5	3	2	G Ist in Spinat und Erbsen unverzichtbar aufgrund seiner Wirkung gegen das Einjährige Rispengras
10	Dimethenamid-P	Herbizid	24,0	870	16,88	3,3	4		5			F Keine Alternativen in Zucker-/Futterrüben (5), Mais (4) und Sojabohnen (4) G Ist im Anbau von Bohnen mit Hülsen (Säkultur) unverzichtbar
11	Quinmerac	Herbizid	12,6	251	0 <sup>7</sup>	0	3					
12	Metalaxyl-M	Fungizid	11,6	113	2,023	1,5	/	/	/	/	/	Nicht bewertet (1)
13	Ametoctradin	Fungizid	11,4	262	0,06	0,02	1		3		1	G <i>pro memoria</i> – Es handelt sich um einen wertvollen Wirkstoff aus einer neuen Wirkungsgruppe
14	Tritosulfuron	Herbizid	10,4	50	0,218	0,32	2					
15	Trifloxystrobin	Fungizid	10,2	161	3,150	1,4	/	/	/	/	/	Nicht bewertet (1)
16	Metribuzin	Herbizid	9,66	271	4,066	1,0	5		5			F Keine Alternativen in Sojabohnen (5). Machbar in Kartoffeln und Getreide (2). G Metribuzin ist eine entscheidende Komponente für die Unkrautbekämpfung in Karotten.
17	Thiacloprid	Insektizid	8,77	108	1,615	0,92	3	4	3	4		F Gegen Getreidehähnchen gibt es nur Spinosad (Rang 1 Bienen) und Acetamiprid als chemische Alternative, welches aber problematisch für Nützlinge ist. Gegen Kartoffelkäfer gibt es nur Spinosad (Rang 1 Bienen), und nur noch die weniger wirksamen biologischen WS als Alternativen: <i>Bacillus thuringiensis</i> , Azadirachtin, die für Nützlinge nicht problematisch sind. Andere WS wie Acetamiprid oder Chlorantraniliprol sind möglich, aber problematisch für Nützlinge. Ausserdem sind alle Pyrethroide in dieser Tabelle. Beim Rapsglanzkäfer wird das Resistenzmanagement mittelfristig schwierig, da nur noch zwei WS mit unterschiedlichen Wirkungsmechanismen ( <i>mode of actions</i> ) zugelassen sind, welche nicht auch in Tabelle 1 enthalten sind. Gegen Kohlschotenrüssler und -mücke gibt es nur noch Pyrethroide (alle in dieser Tabelle). G Engpässe in der Bekämpfung der Weissen Fliege bei Kohlarten O Bekämpfung Pflaumenwickler in Zwetschgen und Miniermotten im Kernobst kaum mehr möglich, Indikationslücken im Hartschalenobst B Alternativen für die Bekämpfung von Erdbeer-/Himbeerblütenstecher und Himbeerkäfer: Chlorpyrifos und Spinosad

<sup>1</sup>Bei zwei PSM-Wirkstoffen erfolgte keine Beurteilung der agronomischen Ersetzbarkeit (siehe Resultate und Diskussion im Teil Grundwasser).

<sup>2</sup>Durchschnittliche Aufwandmenge (AR) aus den Berechnungen für Oberflächengewässer, welche sich in Einzelfällen marginal von jenen zur Berechnung der Risiko-Scores für Grundwasser und Bienen unterscheidet.

<sup>3</sup>Ab 01.01.2020 dürfen PSM-Produkte mit Chlorothalonil nicht mehr angewendet werden.

<sup>4</sup>Chloridazon wurde per 01.01.2020 aus dem Anhang 1 der PSMV entfernt.

<sup>5</sup>Produkte im O und W: Bewilligung beendet: Ausverkaufsfrist: 31.12.2019, Aufbrauchsfrist: 31.12.2020.

<sup>6</sup>Thiram wurde per 01.01.2020 aus dem Anhang 1 der PSMV entfernt.

<sup>7</sup>Quinmerac wurde 2018 zugelassen, aber noch nicht verkauft.

Oberflächengewässer												
PSM-Wirkstoff	Produkt-kategorie	RS	AR <sup>1</sup> (g/ha)	Verkaufs-menge (t)	% gRS	Ersetzbarkeit					Kommentar	
						F	O	G	B	W		
1	Deltamethrin	Insektizid	66711	11	0,041	7,0	5	5	1		<p><b>F</b> keine Alternativen zu Pyrethroiden für Rapsderrüssel, Kohlschotenrüssler (nur Thiacloprid, welches aber auch auf dieser Liste ist und die Zulassung verlieren wird), Rübenerdflöhe, Rübenmotte (nur lambda-Cyhalothrin), Rübenerdflöhe, Rübenmotte (nur lambda-Cyhalothrin), Erbsenblatt-randkäfer, Gelbe Getreidehalmfliege, Erdräupen (alle Kulturen).</p> <p><b>G</b> Keine Alternativen zu Pyrethroiden für folgende Indikationen: Bei Blumenkohl, Broccoli und Kopfkohlen gegen Rüssler Bei Erbsen ohne Hülsen gegen den Erbsenwickler und Erbsenblatt-randkäfer Bei Karotten gegen die Möhrenfliege und den Möhrenblattfloh Bei Kopf- und Blattsalaten gegen Erdräupen</p>	
2	Cypermethrin	Insektizid	53731	25	1,076	65,0	5	5	1		<p><b>F</b> keine Alternativen zu Pyrethroiden für Rapsderrüssel, Kohlschotenrüssler (nur Thiacloprid aber auch auf dieser Liste), Rübenerdflöhe, Rübenmotte (nur lambda-Cyhalothrin), Rübenerdflöhe, Rübenmotte (nur lambda-Cyhalothrin und alpha-Cypermethrin), Gelbe Getreidehalmfliege, Erdräupen (alle Kulturen).</p> <p><b>G</b> Keine Alternativen zu Pyrethroiden für folgende Indikationen: Bei Blumenkohl, Broccoli und Kopfkohlen gegen Rüssler Bei Erbsen ohne Hülsen gegen den Erbsenwickler und Erbsenblatt-randkäfer Bei Karotten gegen die Möhrenfliege und den Möhrenblattfloh Bei Kopf- und Blattsalaten gegen Erdräupen Bei Spinat gegen Erdflöhe</p>	
3	zeta-Cypermethrin	Insektizid	36168	18	0,038	2,1	5	5	1		<p><b>F</b> keine Alternativen zu Pyrethroiden für Rapsderrüssel, Kohlschotenrüssler (nur Thiacloprid aber auch auf dieser Liste), Schwarzer Kohltriebrüssler, Rübenerdflöhe, Rübenmotte (nur lambda-Cyhalothrin), Rübenerdflöhe, Rübenmotte (nur lambda-Cyhalothrin und alpha-Cypermethrin), Erbsenblatt-randkäfer, Gelbe Getreidehalmfliege, Erdräupen (alle Kulturen).</p> <p><b>G</b> Keine Alternativen zu Pyrethroiden für folgende Indikationen: Bei Blumenkohl, Broccoli und Kopfkohlen gegen Rüssler Bei Erbsen ohne Hülsen gegen den Erbsenblatt-randkäfer Bei Karotten gegen die Möhrenfliege und den Möhrenblattfloh Bei Kopf- und Blattsalaten gegen Erdräupen</p>	
4	alpha-Cypermethrin	Insektizid	22973	11	0,066	3,9	5	5	1		<p><b>F</b> keine Alternativen zu Pyrethroiden für Rapsderrüssel, Kohlschotenrüssler (nur Thiacloprid aber auch auf dieser Liste), Rübenerdflöhe, Rübenmotte (nur lambda-Cyhalothrin), Rübenerdflöhe, Rübenmotte (nur lambda-Cyhalothrin und alpha-Cypermethrin), Gelbe Getreidehalmfliege, Erdräupen (alle Kulturen).</p> <p><b>G</b> Keine Alternativen zu Pyrethroiden für folgende Indikationen: Bei Blumenkohl, Broccoli und Kopfkohlen gegen Rüssler Bei Erbsen ohne Hülsen gegen den Erbsenblatt-randkäfer Bei Karotten gegen die Möhrenfliege und den Möhrenblattfloh Bei Kopf- und Blattsalaten gegen Erdräupen Bei Spinat gegen Erdflöhe und Erdräupen</p>	
5	Chlorpyrifos <sup>2</sup>	Insektizid	16829	635	4,981	3,7	5	5	4	2	<p><b>F</b> keine Alternativen gegen Drahtwürmer (Kartoffeln), weil keine anderen WS zugelassen sind. Gegen Erdräupen, Erdschnaken und Maulwurfsgrille (in allen Kulturen) keine Alternativen (nur Pyrethroide, die aber auch auf dieser Liste sind).</p> <p><b>G</b> Ist das einzige Mittel gegen die Bohnenfliege bei Bohnen (Beizung). gegen Erdschnaken bei Kohlarten, Karotten, Bohnen mit Hülsen, Erbsen ohne Hülsen</p> <p><b>B</b> Mit der Ausnahme von Spinosad (Rang 1 auf der Bienenliste), keine Alternative bei Erdbeeren gegen Blütenstecher und Thripse, und bei Himbeeren gegen Blütenstecher und Himbeerkäfer (alle sind Hauptschädlinge)</p>	
6	lambda-Cyhalothrin	Insektizid	9962	10	0,602	16,9	5	2	5	1	1	<p><b>F</b> keine Alternativen zu Pyrethroiden für Rapsderrüssel, Kohlschotenrüssler (nur Thiacloprid, aber auch auf dieser Liste), Rübenerdflöhe, Rübenmotte (nur lambda-Cyhalothrin), Rübenerdflöhe, Rübenmotte (nur lambda-Cyhalothrin und alpha-Cypermethrin), Gelbe Getreidehalmfliege, Erdräupen (alle Kulturen).</p> <p><b>G</b> Keine Alternativen zu Pyrethroiden für folgende Indikationen: Bei Erbsen ohne Hülsen gegen den Erbsenwickler und Erbsenblatt-randkäfer Bei Karotten gegen die Möhrenfliege und den Möhrenblattfloh Bei Kopf- und Blattsalaten gegen Erdräupen und Thripse</p>

<sup>1</sup>Durchschnittliche Aufwandmenge (AR) aus den Berechnungen für Oberflächengewässer, welche sich in Einzelfällen marginal von jenen zur Berechnung der Risiko-Scores für Grundwasser und Bienen unterscheidet.

<sup>2</sup>Bewilligungen der PSM-Produkte mit Chlorpyrifos und Chlorpyrifos-methyl wurden mittlerweile beendet bzw. zurückgezogen. Es gelten ggf. noch Ausverkaufs- und Aufbrauchsfristen.

Oberflächengewässer													
PSM-Wirkstoff	Produkt-kategorie	RS	AR <sup>1</sup> (g/ha)	Verkaufs-menge (t)	% gRS	Ersetzbarkeit					Kommentar		
						F	O	G	B	W			
7	Bifenthrin	Insektizid	4049	20	0,068	0,39	5		5	1			<p><b>F</b> keine Alternativen zu Pyrethroiden für Rapsdflor, Rapsstängel-rüssler, Kohlschotenrüssler (nur Thiacloprid, aber auch auf dieser Liste), Rübenerdföhe, Rübenmotte (nur lambda-Cyhalothrin), Rübentfliege (nur lambda-Cyhalothrin und alpha-Cypermethrin), Gelbe Getreidehalmfliege, Erdraupen (alle Kulturen).</p> <p><b>G</b> Keine Alternativen zu Pyrethroiden für folgende Indikationen: Bei Blumenkohl, Broccoli und Kopfkohlen gegen Rüssler Bei Erbsen ohne Hülsen gegen den Erbsenblatttrankäfer und Thripse Bei Karotten gegen die Möhrenfliege Bei Kopf- und Blattsalaten gegen Thripse</p>
8	Chlorpyrifos-methyl <sup>2</sup>	Insektizid	2485	616	4,027	0,46	3	3	1		2		
9	Thiram	Fungizid	213	3068	2,413	<0,01	→ Siehe Liste unter Grundwasser						
10	Fenpyroximate	Akarizid	176	97	0,1	<0,01	2	5	2	1			<b>G</b> Spinnmilbenbekämpfung bei Bohnen kaum mehr möglich
11	Abamectin	Insektizid, Akarizid	130	13	0,059	0,02	2	1	2	1			<b>G</b> Achtung, wichtiges Mittel bei verschiedenen minor crops
12	Etofenprox	Insektizid	122	64	0,047	<0,01	5		4				<p><b>F</b> keine Alternativen zu Pyrethroiden für Rapsdflor, Rapsstängel-rüssler, Kohlschotenrüssler (nur Thiacloprid, aber auch auf dieser Liste), Rübenerdföhe, Rübenmotte (nur lambda-Cyhalothrin), Rübentfliege (nur lambda-Cyhalothrin und alpha-Cypermethrin), Gelbe Getreidehalmfliege, Erdraupen (alle Kulturen).</p> <p><b>G</b> Bekämpfung Erdflöhe bei Kopfkohlen wird schwierig (4, ohne Spinosad 5)</p>
13	Flazasulfuron	Herbizid	109	46	0,053	<0,01					4		<b>W</b> nötig gegen Schachtelhalm und gegen Glyphosat resistente Unkräuter (Raygras)
14	Chlorothalonil	Fungizid	107	1251	36,904	0,09	→ Siehe Liste unter Grundwasser						
15	1-Decanol	Phyto-regulator	77	12649	0,002	<0,01	5						<b>F</b> nur in Tabak zugelassen (minor crop)

<sup>1</sup>Durchschnittliche Aufwandmenge (AR) aus den Berechnungen für Oberflächengewässer, welche sich in Einzelfällen marginal von jenen zur Berechnung der Risiko-Scores für Grundwasser und Bienen unterscheidet.

<sup>2</sup>Bewilligungen der PSM-Produkte mit Chlorpyrifos und Chlorpyrifos-methyl wurden mittlerweile beendet bzw. zurückgezogen. Es gelten ggf. noch Ausverkaufs- und Aufbrauchsfristen.



Bienen												
Wirkstoff	Produkt-kategorie	RS	AR <sup>1</sup> (g/ha)	Verkaufs-menge (t)	%gRS	Ersetzbarkeit					Kommentar	
						F	O	G	B	W		
1	Spinosad	Insektizid	33062	116	2,304	63,7	3	5	5	5	3	<p><b>F</b> Gegen Getreidehähnchen gibt es nur Thiaclopid (welches auch auf dieser Liste ist und die Zulassung verlieren wird) und Acetamiprid als chemische Alternativen. Beide WS sind aber problematisch für Nützlinge.</p> <p>Gegen Kartoffelkäfer bleiben nur noch die weniger wirksamen biologischen WS als Alternativen, welche für Nützlinge nicht problematisch sind: <i>Bacillus thuringiensis</i> und Azadirachtin. Andere WS wie Acetamiprid oder Chlorantraniliprol sind möglich, aber problematisch für Nützlinge. Thiaclopid und Pyrethroide sind auch in der Tabelle enthalten.</p> <p>Beim Rapsglanzkäfer wird das Resistenzmanagement mittelfristig schwierig, da nur noch zwei WS mit unterschiedlichen <i>mode of actions</i> zugelassen sind, welche nicht in dieser Tabelle enthalten sind.</p> <p>Gegen Kleespitzmäuschen nur eine Alternative: Acetamiprid. Ein Wegfall von Spinosad wäre aber bezüglich Nützlingen problematisch.</p> <p><b>B</b> Keine Alternative bei Erdbeeren gegen Blütenstecher und Thripse, und bei Himbeeren gegen Blütenstecher und Himbeerkäfer (alle sind Hauptschädlinge). Keine Alternative zur chemischen Bekämpfung der Kirschessigfliege (<i>Drosophila suzukii</i>) mit der gleichen Wirksamkeit.</p> <p><b>G</b> Im biologischen Gemüseanbau sind kaum ausreichend wirksame Alternativen vorhanden: Bei Kopf- und Blumenkohlen gibt es allgemein keine Bekämpfungsmöglichkeiten mehr gegen die Kohlflye.</p> <p>Bei Kopf- und Blumenkohlen sind gegen Erdflöhe als Alternative nur Pyrethroide bewilligt.</p> <p><b>O</b> In IP und Bio: Bekämpfung der Kirschessigfliege (<i>Drosophila suzukii</i>) kaum möglich. Indikationslücke Fruchtwanzen. Vorsichtlich für die Bekämpfung von Baumwanzen (<i>Halyomorpha halys</i>) notwendig (in Erforschung).</p> <p><b>W</b> In IP keine Alternative gegen Thripse; in Bio keine Alternative gegen Thripse, Erdraupen, Rhombenspanner, Springwurm. Bekämpfung machbar mit Ausnahmeregelungen.</p>
2	Bifenthrin	Insektizid	12629	20	0,068	4,2	→ Siehe Liste unter Oberflächengewässer					
3	Chlorpyrifos	Insektizid	10783	635	4,981	8,2	→ Siehe Liste unter Oberflächengewässer					
4	zeta-Cypermethrin	Insektizid	8028	18	0,038	1,6	→ Siehe Liste unter Oberflächengewässer					
5	Deltamethrin	Insektizid	7593	11	0,041	2,7	→ Siehe Liste unter Oberflächengewässer					

<sup>1</sup>Durchschnittliche Aufwandmenge (AR) aus den Berechnungen für Oberflächengewässer, welche sich in Einzelfällen marginal von jenen zur Berechnung der Risiko-Scores für Grundwasser und Bienen unterscheidet.

## Teil A: Risikopotentiale

Ziel war es, das Risikopotential von PSM-Wirkstoffen für Grundwasserbelastungen, Gewässerorganismen und Bienen zu bewerten.

Die zurzeit rund 340 bewilligten PSM-Wirkstoffe sind in unterschiedlichen Produkten enthalten und für eine Vielzahl von Indikationen (Kultur x Schadorganismus) zugelassen. Aufgrund der zeitlichen Rahmenbedingung mussten die Bewertungen deutlich einfacher und schneller sein als jene der Evaluation für die Zulassung der PSM. Die Bewertungen basieren daher auf normierten Anwendungsbedingungen und Expositionsszenarien.

Es wurden Risiko-Scores für Grundwasser, Oberflächengewässer und Bienen bestimmt. Berücksichtigt wurden dafür die zum Zeitpunkt der Risikobeurteilung bewilligten PSM-Produkte (Pflanzenschutzmittelverzeichnis Stand März 2019). Produkte bzw. PSM-Wirkstoffe, denen zu einem späteren Zeitpunkt die Bewilligung entzogen wurde, z.B. Chlorpyrifos, Chloridazon, Thiram und Chlorothalonil, sind daher in der Beurteilung enthalten.

Die Risiko-Scores erlauben es, eine Rangliste der jeweiligen potentiellen Risiken zu erstellen, aber nicht, die effektive Grösse der Risiken zu beurteilen. Vergleiche mit Monitoring-Resultaten und anderen Abklärungen zeigten, dass das Vorgehen prinzipiell geeignet ist. Ein Vergleich der Risiko-Scores für die Bereiche Grundwasser, Oberflächengewässer und Bienen untereinander ist nicht zulässig.

Um zu berücksichtigen, ob Risiken weit verbreitet vorkommen können, wurden die Risiko-Scores gewichtet durch eine Multiplikation mit der theoretisch behandelten Fläche, resp. der Anzahl normierter Anwendungen pro Jahr. Die theoretisch behandelte Fläche wurde durch Division der jeweiligen Verkaufsmenge (für das Jahr 2018<sup>1</sup>) mit der entsprechenden mittleren Aufwandmenge<sup>2</sup> berechnet.

Danach wurde für jeden PSM-Wirkstoff der Anteil an der Summe der gewichteten Risiko-Scores (%gRS) berechnet (siehe Tabelle 1, sowie Tabelle A-V-1 im [Anhang V](#)). Dieser Wert ist ein Anhaltspunkt dafür, wie wirksam eine Einschränkung im ÖLN in Bezug auf schweizweite Umweltrisiken sein könnte. Wichtige Unsicherheiten in dieser Berechnung entstehen wegen:

- fehlender Berücksichtigung von risikomindernden Auflagen. Dadurch wird für PSM-Wirkstoffe mit Auflagen der Anteil an der Summe aller gewichteten Risiko-Scores überschätzt.
- Unsicherheit bezüglich der realen Aufwandmengen.
- Einsatz eines Teils der verkauften PSM auf nicht-landwirtschaftlichen Flächen (z.B. Forstwirtschaft, Hausgarten).

### Grundwasser

#### Methode

Die PSM-Wirkstoffe sollen mithilfe eines Risiko-Scores basierend auf dem Grundwasserbelastungspotential ihrer Metaboliten beurteilt und auf einer Rangliste aufgeführt werden.

#### Eingrenzung der untersuchten PSM-Wirkstoffe

Folgende Kriterien wurden verwendet, um die Anzahl der untersuchten PSM-Wirkstoffe zu reduzieren:

- Die Anwendungsart resp. der Anwendungsort verunmöglichen einen Eintrag ins Grundwasser (Wildabhaltemittel, Wundverschlussmittel, Vorratsschutzmittel, Insektenlockstoff)
- Es kann davon ausgegangen werden, dass der Stoff aufgrund seiner Funktionsweise nicht ins Grundwasser gelangen kann. Zum Beispiel ein verdampfender Stoff wie Magnesiumphosphid (Formulierungscode GE Gaserzeugendes Produkt) oder Aluminiumphosphid (VP Verdampfende Wirkstoffe enthaltendes Produkt)

#### Wichtige Begriffe

##### Gefahr

Das Potential, einen Schaden zu verursachen. Entspricht hier der Toxizität (inhärente Stoffeigenschaft).

##### Risiko

Wahrscheinlichkeit, dass ein Schaden verursacht wird. In der Ökotoxikologie das Produkt aus Umweltkonzentration und Toxizität.

##### Risiko-Score (RS)

Wert zur Erfassung des potentiellen (nicht effektiven) Risikos.

##### gewichteter Risiko-Score (gRS)

mit der theoretisch behandelten Fläche gewichteter Risiko-Score.

##### % gewichteter Risiko-Score (%gRS)

Anteil eines PSM-Wirkstoffs an der Summe aller gewichteten Risiko-Scores.

<sup>1</sup>Verfügbar auf der Internetseite des BLW:

<https://www.blw.admin.ch/blw/de/home/nachhaltige-produktion/pflanzenschutz/pflanzenschutzmittel/verkaufsmengen-der-pflanzenschutzmittel-wirkstoffe.html>

<sup>2</sup>Durchschnittliche Aufwandmenge (AR) aus den Berechnungen für Oberflächengewässer, welche sich in Einzelfällen marginal von jenen zur Berechnung der Risiko-Scores für Grundwasser und Bienen unterscheidet.

- Der Stoff ist natürlichen Ursprungs und der Eintrag durch den Einsatz als Pflanzenschutzmittel kann somit nicht vom natürlichen Vorkommen unterschieden werden (z. B. Rapsöl, Schachtelhalmextrakt)
- Der Stoff wurde als Stoff mit geringem Risiko [1] eingestuft (COS-OGA, Eisen-III-Phosphat, Laminarin)
- Der Stoff ist anorganisch und deshalb im Boden immobil (z. B. Kupfer), dissoziiert und ist anschliessend nicht mehr von natürlichen Bodenbestandteilen unterscheidbar (z. B. Kaliumbicarbonat) oder wird rasch umgewandelt (z. B. Schwefel)
- Der Stoff ist in den ÖLN-relevanten Anwendungsgebieten nicht zugelassen (z. B. ist Lufenuron nur in Zierpflanzen zugelassen)
- Der Stoff ist nur für Anwendungen im Gewächshaus zugelassen (z. B. Thiamethoxam)
- In der Schweiz ist zurzeit kein Produkt bewilligt, das diesen Stoff enthält. Die Grundwassergefährdung kann daher nicht beurteilt werden, da Informationen über eine zu beurteilende Anwendung gänzlich fehlen (z. B. Sulcotriole).

Mit diesen Kriterien wurden 110 PSM-Wirkstoffe ermittelt, für die keine weitere Beurteilung nötig war, da eine Belastung des Grundwassers sehr unwahrscheinlich ist. Insgesamt blieben 213 PSM-Wirkstoffe übrig, für die weitere Informationen beschafft und die potentielle Grundwasserbelastung durch deren Metaboliten bestimmt wurde.

### Datengrundlagen

Die notwendigen Informationen zu den PSM-Wirkstoffen und ihren Metaboliten wurden aus verschiedenen Quellen systematisch zusammengestellt. Dazu gehören unter anderem Eigenschaften der Wirkstoffe und Metaboliten, die zugelassenen Anwendungen in der Schweiz, Informationen zu den repräsentativen Anwendungen im EU-Zulassungsverfahren und modellierte Sickerwasserkonzentrationen in 1 m Tiefe («*predicted environmental concentrations in groundwater*»,  $PEC_{GW}$ ).

Die Daten stammten sowohl aus Beurteilungen der Agroscope-Forschungsgruppe Pflanzenschutzchemie als auch aus Beurteilungen der EU (vor allem aus den «Conclusions» der EFSA). Generell wurden die Daten aus der neuesten Beurteilung verwendet (CH oder EU), wobei darauf geachtet wurde, dass die  $PEC_{GW}$ -Werte repräsentativ für die in der Schweiz zugelassenen Anwendungen sind. In wenigen Fällen wurden  $PEC_{GW}$  neu berechnet, da keine passenden Modellierungen vorlagen. Die Beurteilung beschränkte sich auf modellierte Daten, d.h. es wurden beispielsweise keine Lysimeter- oder Monitoringstudien berücksichtigt.

### Berechnung des Risiko-Scores für das Grundwasser (GW-Score)

Ausgangspunkt für die Berechnung des GW-Scores waren  $PEC_{GW}$ -Werte. Diese Werte repräsentieren jeweils eine bestimmte Anwendung. Bei den allermeisten Produkten ist die Anzahl zugelassener Anwendungen begrenzt. In vielen Fällen sind Einschränkungen agronomisch begründet, beispielsweise zur Vermeidung von Resistenzen (SPa 1-Sicherheitshinweis in Bezug auf die ordnungsgemässe landwirtschaftliche Praxis). Auch der Schutz des Grundwassers kann ein Grund für Risikominderungsmaßnahmen sein (SPe 2-Sicherheitshinweis in Bezug auf die Umwelt).

Um die Stoffe auf einer einheitlichen Basis vergleichen zu können, wurden die  $PEC_{GW}$  normiert und jeweils auf eine Anwendung pro Jahr zum sogenannten GW-Score (Grundwasser-Punktzahl) umgerechnet. Beispiel: der  $PEC_{GW}$ -Wert basiert auf zwei Anwendungen pro Jahr alle drei Jahre. Bei der Normierung wird der Wert durch den Faktor 2 geteilt (da 2 Anwendungen pro Jahr) und mit dem Faktor 3 multipliziert (da nur alle 3 Jahre), das heisst, es resultiert insgesamt ein Normierungsfaktor von 1,5. Streng genommen verhalten sich  $PEC_{GW}$ -Werte nicht linear zur Anzahl Anwendungen, primär wegen der sogenannten nichtlinearen Adsorption. Die Normierung ist deshalb approximativ und die errechneten GW-Scores entsprechen nicht den Endpunkten für die Beurteilung der PSM-Wirkstoffe im Rahmen der Zulassung von PSM.

Für die Rangierung wurden die GW-Scores der Metaboliten pro PSM-Wirkstoff summiert. In die Summe gingen sämtliche Metaboliten ein, für die eine Grundwasserbeurteilung im Zulassungsverfahren erforderlich ist [2]. Die 20 PSM-Wirkstoffe, die aufgrund dieser Summierung in der Rangliste zuoberst erscheinen, sind im [Anhang II](#) genauer beschrieben.

### Resultate und Diskussion

Insgesamt finden sich unter den ersten 20 PSM-Wirkstoffen 13 Herbizide, 5 Fungizide und zwei Insektizide (Tabelle 2, vollständige Tabelle im [Anhang II](#)). Mit einer Ausnahme sind alle diese PSM-Wirkstoffe im Feldbau zugelassen, während im Obst-, Gemüse-, Beeren- und Weinbau viele PSM-Wirkstoffe nicht eingesetzt werden.

Die ersten paar PSM-Wirkstoffe in der Liste tragen mit vergleichsweise hohen GW-Scores am meisten zur potentiellen Gesamtbelastung, ausgedrückt als Summe der GW-Scores aller PSM-Wirkstoffe, bei. Neben den Fungiziden Chlorothalonil (Rang 2) und Thiram (Rang 8) sind ausschliesslich Herbizide unter den ersten 10 Wirkstoffen zu finden. Bei den Herbiziden bilden die Chloracetamide (S-Metolachlor, Dimethachlor, Metazachlor, Pethoxamid und

**Tabelle 2 |** Rangliste für die ersten 20 PSM-Wirkstoffe (WS) basierend auf der Summe der Grundwasser-Scores ihrer Metaboliten im Feldbau (F), Obstbau (O), Gemüsebau (G), Beerenbau (B) und Weinbau (W).

Rang	PSM-Wirkstoff	Wirkgruppe	GW-Score	Maximale Aufwandmenge (g WS/ha) <sup>a</sup>				
				F	O	G	B	W
1	S-Metolachlor	Herbizid	199,9	1920 <sup>b</sup>	–	1536	–	–
2	Chlorothalonil <sup>c</sup>	Fungizid	129,5	1500	–	1500	–	2400
3	Dimethachlor	Herbizid	128,5	750	–	–	–	–
4	Metazachlor	Herbizid	116,4	1000	–	1000	1000	–
5	Chloridazon <sup>d</sup>	Herbizid	72,7	2600	–	2600	–	–
6	Terbuthylazine	Herbizid	49,2	750	–	–	–	–
7	Pethoxamid	Herbizid	48,3	1200	–	1200	1200	–
8	Thiram <sup>d</sup>	Fungizid	31,2	490	3840	2000	2400	–
9	Haloxypol-(R)-Methylester	Herbizid	25,2	162	162	162	162	162
10	Dimethenamid-P	Herbizid	24,0	1008	–	1008	–	–
11	Quinmerac	Herbizid	12,6	250	–	–	–	–
12	Metalaxyl-M	Fungizid	11,6	100	–	100	194	175
13	Ametoctradin	Fungizid	11,4	240	–	240	–	480
14	Tritosulfuron	Herbizid	10,4	50	–	–	–	–
15	Trifloxystrobin	Fungizid	10,2	200	200	250	250	200
16	Metribuzin	Herbizid	9,66	450	–	455	–	–
17	Thiacloprid	Insektizid	8,77	96	192	96	96	–
18	Carfentrazone-ethyl	Herbizid	8,02	60	60	–	–	–
19	Methoxyfenozide	Insektizid	7,25	–	154	–	–	115
20	Thifensulfuron-methyl	Herbizid	6,02	60	–	–	–	–

<sup>a</sup>Stand Oktober 2019

<sup>b</sup>nur gegen Erdmandelgras; sonst max. 1536 g WS/ha

<sup>c</sup>Ab 01.01.2020 dürfen PSM-Produkte mit Chlorothalonil nicht mehr angewendet werden.

<sup>d</sup>per 1.1.2020 aus dem Anhang 1 der PSMV entfernt

Dimethenamid-P) die wichtigste Substanzgruppe, hauptsächlich wegen des Abbaus zu den sogenannten ESA- und OXA-Metaboliten. Die Risikobeurteilung wurde im Laufe des Projekts leicht angepasst, was dazu geführt hat, dass die beiden Wirkstoffe Metribuzin (Rang 16, vorher Rang 14) und Thiacloprid (Rang 17, vorher Rang 15) bezüglich ihrer agronomischen Auswirkungen beurteilt wurden, obwohl sie in der Schlussrangliste nicht mehr unter den ersten 15 Wirkstoffen aufgeführt sind. Bei den PSM-Wirkstoffen Metalaxyl-M (neu: Rang 12) und Trifloxystrobin (neu: Rang 15) fehlt dagegen die agronomische Beurteilung.

Die vorliegende Beurteilung umfasst alle PSM-Wirkstoffe, die Ende 2019 (Stand Oktober 2019) zugelassen waren. PSM-Produkte mit Chlorothalonil (Rang 2), Chloridazon (Rang 5) und Thiram (Rang 8) wurden während der Projektlaufzeit zurückgezogen.

## Oberflächengewässer

### Methode

Die PSM-Wirkstoffe sollen mithilfe eines Risiko-Scores basierend auf ihrem ökotoxikologischen Risikopotential für Oberflächengewässer beurteilt und in eine Rangfolge gebracht werden.

### Eingrenzung der untersuchten PSM-Wirkstoffe

Folgende Kriterien wurden verwendet, um die Anzahl der untersuchten PSM-Wirkstoffe bzw. Indikationen zu reduzieren:

- Zugehörigkeit zu Anwendungsgebieten, die nicht direktzahlungsberechtigt sind und daher die ÖLN Anforderungen nicht erfüllen müssen. Beispiele sind Forstwirtschaft, Zierpflanzen, Lagerräume, ...
- Zugehörigkeit zum Anwendungsgebiet Biodiversitätsförderflächen (BFF), wo nur Einzelstockbehandlungen erlaubt sind.

- Zugehörigkeit zu Wirkgruppen oder Kategorien, die wahrscheinlich wenig relevant für die Risiken in Oberflächengewässern sind. Beispiele sind Pheromone, Wildabhaltemittel, Wundverschluss, Vorratsschutzmittel, Saatbeizmittel, Rodentizide, Molluskizide, lebende Organismen, etc.
- Ist keine Spritzapplikation und/oder wird nicht im Freiland eingesetzt.
- Anwendungen, die nur für den Hausgarten bewilligt sind.

Mit diesem Vorgehen wurde eine Eingrenzung von ursprünglich (März, 2019) 363 auf 205 PSM-Wirkstoffe, von 1122 auf 891 PSM-Produkte und von 30000 auf < 17000 Indikationen erreicht.

## Datengrundlagen

Es wurden Daten zur Ökotoxizität (EC50, LC50, NOEC)<sup>1</sup> aus Labortests mit Einzelspezies (Algen/Wasserpflanzen, Invertebraten, Fische), sowie zum Umweltverhalten (DT50 Boden, K<sub>10c</sub>)<sup>2</sup> aus der Datenbank (*Pesticides and Intermediates Environmental Risk Information System*, PIERIS) der Agroscope für die Risikobeurteilung verwendet. Die Datenbank enthält Endpunkte der EFSA und aus zusätzlichen Dossiers der Firmen. Die verwendeten Daten sind daher im Schweizerischen und Europäischen Zulassungsprozess geprüft und als valide bewertet worden. Wo Angaben fehlten, wurden sie aus aktuellen «Conclusions» der EFSA entnommen. Wenn möglich wurden Daten aus Tests mit den reinen Wirkstoffen, und nicht den PSM-Produkten verwendet.

## Risikopotential-Berechnung: Risiko-Score

Für die vergleichende Bewertung des Umwelteinflusses von PSM existieren verschiedene Ranking-Methoden. Risikobasierte Ansätze, die sowohl die Toxizität und die Umweltkonzentration berücksichtigen, gelten gegenüber gefahrenbasierten Ansätzen, in denen chemische und toxikologische Eigenschaften von PSM lediglich klassifiziert werden, als realistischer, objektiver und robuster [3]. Für die Oberflächengewässer wurde daher der risikobasierte Ansatz verfolgt.

Für die Toxizitätsbeurteilung wurden laborbasierte ökotoxikologische Grenzwerte (hier als Tier-1 RAK bezeichnet) nach Gleichung 1 hergeleitet. Dabei wurden Standard-Sicherheitsfaktoren verwendet, wie sie in der PSMV (Anhang 9 CII-2.8.2) vorgesehen sind. Dieses Vorgehen war für eine vergleichbare Wirkstoff-Beurteilung nötig, weil sich die für die PSM-Zulassung relevanten RAK stark in ihrer Datengrundlage unterscheiden können, z. B. darin, ob Mesokosmenstudien vorliegen oder nicht. Zudem wurden für über ein Drittel der untersuchten PSM-Wirkstoffe bisher keine RAK veröffentlicht.

$$\text{Gleichung 1: Tier1 RAK} = \text{Min} \left[ \frac{\text{LC50 (Inv.; Fisch)}}{100} \text{ oder } \frac{\text{EC50 (Alge, Pflanze)}}{10} \text{ oder } \frac{\text{NOEC (Inv.; Fisch)}}{10} \right]$$

Eine vollständige PSM-Risikobewertung im Rahmen der Zulassung berücksichtigt realistische Anwendungen für eine Vielzahl von Kulturen, Kulturgruppen, Indikationen und durchläuft, falls in einem ersten *Worst-case-Szenario* Risiken gemäss PSMV nicht annehmbar sind, eine mehrstufige, vertiefte Abschätzung der Exposition und Ökotoxizität. Dieser iterative Prozess ist sehr komplex und war hier nicht umsetzbar. Es war daher eine Vereinfachung und Normierung der Expositions- und Ökotoxizitätsabschätzung notwendig. Die Normierung war auch nötig, um eine Vergleichbarkeit der Risikobeurteilung zu erreichen, da das Risikopotential primär von Stoffeigenschaften, und nicht der derzeitigen Bewilligungssituation abhängen sollte. Dies ist besonders wichtig, wenn ein Wirkstoff mit hohem Risikopotential in einer Indikation durch einen Wirkstoff mit einem niedrigeren Risikopotential ersetzt werden soll.

Generell wurde zur Normierung eine Einfachanwendung angenommen und existierende Risikominderungsmaßnahmen (z.B. Abstandsaufgaben) wurden nicht berücksichtigt. Die Angaben zu den Aufwandmengen wurden dem PSM-Verzeichnis entnommen – bei einer Spannweite pro Indikation der Maximalwert, bei Split-Anwendungen die Summe der einzelnen Aufwandmengen. Um eine möglichst repräsentative Aufwandmenge zu erhalten, wurde das geometrische Mittel über alle Indikationen pro Kulturgruppe und Wirkstoff berechnet.

Die modellierten PSM-Wirkstoff-Konzentrationen in Oberflächengewässern (*predicted environmental concentrations*, PEC) wurden mit dem R-Paket «pfm» [4] separat für die Eintragspfade *Abdrift* (PEC<sub>drift</sub>) und *Abschwemmung* (PEC<sub>runoff</sub>) berechnet. Die Parameter, welche den Transport der PSM-Wirkstoffe in die Oberflächengewässer bestimm-

<sup>1</sup> LC50 = WS-Konzentration im Testmedium, die innerhalb eines definierten Zeitraums für 50% einer Testspezies tödlich ist.; EC50 = WS-Konzentration, bei der ein halbmaximaler Effekt beobachtet wird (z.B. Halbierung der Wachstumsrate von Algen); NOEC = WS-Konzentration in subchronischen oder chronischen Studien, bei der keine statistisch signifikante behandlungsbedingte Wirkung beobachtet werden kann.

<sup>2</sup> DT50 Boden: Die Zeit die nötig ist, damit sich 50% eines Stoffes im Boden abbauen (Halbwertszeit) – Mass für Persistenz im Boden. Verwendet wurde der maximale DT50; K<sub>10c</sub>: Verteilungskoeffizient (nach Freundlich) eines Stoffes zwischen dem organischen Kohlenstoff im Boden und Wasser – Mass für die Sorptionsfähigkeit. Verwendet wurde der mittlere K<sub>10c</sub>.

men, entsprechen für alle Kulturgruppen jenen des Feldbaus. Die Parameter waren: Driftdeposition von 0,95 % in 3m Abstand; Abschwemmung der PSM-Wirkstoffe auf dem Boden durch Regenereignis 3 Tage nach Anwendung; Bodenbedeckung durch Vegetation 0 %; DT50 im Boden und  $K_{foc}$  als Funktion des PSM-Wirkstoffs.

Die Rangfolge basiert auf dem Gesamtrisikopotential, berechnet aus der Summe der beiden PEC, geteilt durch den Tier-1 RAK.

$$\text{Gleichung 2: Risiko-Score (Gesamt)} = \frac{PEC_{\text{drift}} + PEC_{\text{runoff}}}{\text{Tier1 RAK}}$$

## Resultate und Diskussion

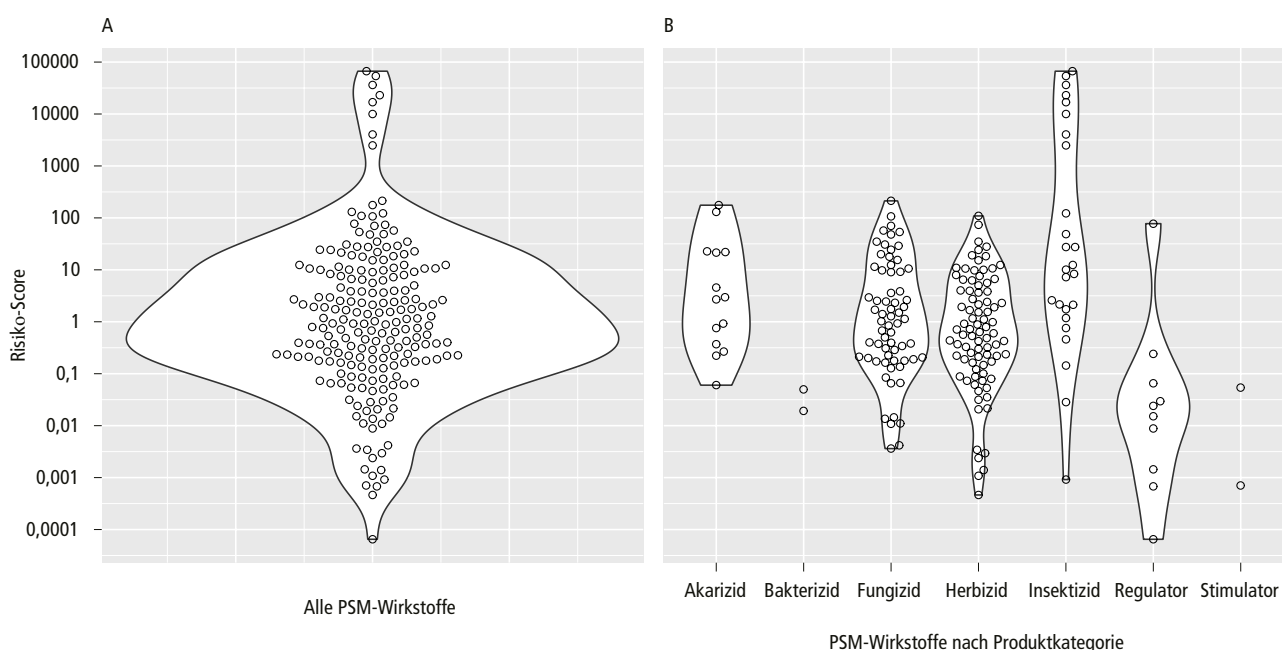
Die Rangfolge der Risiko-Scores für die Oberflächengewässer zeigt, dass Insektizide und Akarizide grössere Risikopotentiale aufweisen als Fungizide und Herbizide (Tabelle 3, vollständige Rangfolge im [Anhang III](#). Drift und Abschwemmung einzeln führen zu einer ähnlichen Rangfolge wie der Risiko-Score als Summe.

Die Verteilung der Risiko-Scores für alle untersuchten PSM-Wirkstoffe (Abbildung 1) zeigt, dass nur eine relativ kleine Gruppe an PSM-Wirkstoffen (Insektizide) einen besonders hohen Risiko-Score aufweisen. Die höchste Dichte an Punkten in der Verteilung (Abb. 1 A) befindet sich unterhalb von 1, was für ein niedriges Risikopotential für die Mehrzahl der PSM-Wirkstoffe spricht. Dies bedeutet aber nicht, dass für jede Kultur und Schadorganismus (Indikation) auch PSM-Wirkstoffe mit einem solch niedrigem Risikopotential zur Verfügung stehen.

Generell zeigten vor allem die Pyrethroide, zusammen mit den beiden Organophosphat-Insektiziden Chlorpyrifos und Chlorpyrifos-methyl, die höchsten Risiko-Scores. Basierend auf den einzelnen Risiko-Scores könnte vermutet werden, dass einige der Pyrethroide ein tieferes Risikopotential besitzen als andere, und somit eine Alternative zu den Pyrethroiden mit den höchsten Risiko-Scores darstellen könnten. Da die Risiko-Scores aber aufgrund unterschiedlicher Datenlage variieren können, wurden diese Unterschiede im Folgenden weitergehend analysiert.

### Unsicherheit der Unterschiede im Risikopotential der Pyrethroide

Die Variabilität der Toxizitätsdaten bedingt eine bedeutende Unsicherheit in der Bestimmung des Risikopotentials der Pyrethroide. Die Spitzenposition von Deltamethrin in der Rangfolge der Risiko-Scores wurde aber durch eine zusätzliche Analyse untermauert (Details im [Anhang III](#)). Die Unterschiede im Risiko-Score zu den anderen Pyrethroiden ist allerdings vermutlich nicht grösser als Faktor 2–3. Der niedrigere Risiko-Score von Bifenthrin liess sich nicht bestätigen, was seine Eignung als chemische Alternative in Frage stellt. Für Etofenprox deuten gewisse Daten zwar auf ein niedrigeres Risikopotential hin, lassen eine solche Schlussfolgerung aber nicht mit Sicherheit zu, da Daten für einen Vertreter der empfindlichsten Organismengruppe (Amphipoden) fehlen.



**Abbildung 1** | «Violin plots» der Risiko-Scores (logarithmische Skala) aller untersuchten PSM-Wirkstoffe (A), bzw. sortiert nach Wirkstoffgruppen (B). Die Punkte sind zwecks besserer Sichtbarkeit leicht horizontal gestreut. Die weisse Fläche stellt eine Häufigkeitsverteilung der Punkte bezüglich Risiko-Score dar.



**Tabelle 3 |** Rangliste für die 20 PSM-Wirkstoffe mit dem höchsten Risiko-Score (Summe  $RP_{\text{drift}}$  und  $RP_{\text{runoff}}$ ) für Oberflächengewässer; Angegeben ist die mittlere Aufwandmenge (AR), der Sorptionskoeffizient ( $K_{\text{foc}}$ ), die Halbwertszeit im Boden (DT50), und der für die Toxizitätsabschätzung hergeleitete Tier-1 RAK.

Rang	Wirkstoff	Wirkgruppe	AR (g/ha)	$K_{\text{foc}}$ (mL/g)	DT50-Boden (Tage)	Tier-1 RAK ( $\mu\text{g/L}$ )	Risiko-Score gesamt
1	Deltamethrin	Insektizid	11	10240000	35	0,0000031	66711
2	Cypermethrin	Insektizid	25	194425	31	0,0000085	53731
3	zeta-Cypermethrin	Insektizid	18	121786	17	0,0000085	36168
4	alpha-Cypermethrin	Insektizid	11	284839	46	0,0000085	22973
5	Chlorpyrifos	Insektizid	635	3954	89	0,00035	16829
6	lambda-Cyhalothrin	Insektizid	10	350600	48	0,000018	9962
7	Bifenthrin	Insektizid	20	236610	174	0,000095	4049
8	Chlorpyrifos-methyl	Insektizid	616	1376	2	0,00138	2485
9	Thiram	Fungizid	3068	9629	5	0,11	213
10	Fenpyroximate	Akarizid	97	52067	159	0,0105	176
11	Abamectin	Akarizid/Insektizid	13	5638	50	0,001	130
12	Etofenprox	Insektizid	64	10832	20	0,0054	122
13	Flazasulfuron	Herbizid	46	100	18	0,004	109
14	Chlorothalonil	Fungizid	1251	850	87	0,12	107
15	1-Decanol	Regulator	12649	96	1	0,64	77
16	Flumioxazin	Herbizid	285	889	20	0,035	74
17	Dodine	Fungizid	768	4236500	11	0,18	70
18	Mancozeb	Fungizid	1976	363	0,125	0,11	57
19	Metiram	Fungizid	1740	500000	4	0,43	54
20	Thiacloprid	Insektizid	108	393	5	0,019	48

## Weitere Unsicherheiten

Es wurden weitere Unsicherheitsanalysen durchgeführt. Die wichtigsten Erkenntnisse sind:

- Der Risiko-Score gibt das Risikopotential einer normalisierten Einzelanwendung wieder. Er unterschätzt das Risikopotential für langlebige PSM-Wirkstoffe mit hohen Sorptionskoeffizienten, wenn diese in der Praxis mehrfach angewendet werden. Testrechnungen erlaubten die Klassierung der Unsicherheit bezüglich einer möglichen Unterschätzung bei Mehrfachanwendung, was für die Auswahl chemischer Alternativen von Bedeutung sein kann (siehe [Tabelle A-III-2](#)).
- Durch die Normierungen sind die Risiko-Scores von PSM-Wirkstoffen, die vor allem im Wein-, Beeren-, und Obstbau (höhere Abdrift) eingesetzt werden tendenziell tiefer, als wenn kulturspezifische Anwendungsparameter in der Berechnung der Risiko-Scores verwendet worden wären.
- Das Risikopotential bezieht sich auf eine gemittelte Aufwandmenge. Aufwandmengen von Wirkstoffen in Mischprodukten und Solo-Formulierungen unterscheiden sich meist, v.a. wenn die Wirkstoffe in Mischprodukten eine additive Wirkung zeigen. Dieser Aspekt konnte im Projekt nur unzureichend berücksichtigt werden.
- Es existieren zum Teil grosse Unterschiede zwischen den Tier-1 RAK und den RAK für die Zulassung, da für letztere z. B. auch Mesokosmen-Studien berücksichtigt werden. Testrechnungen mit vorhandenen RAK für die Zulassung ergaben zumeist niedrigere Risiko-Scores als die Tier-1 RAK. Allerdings hat dies auf die Rangfolge bei den hohen Risiko-Scores einen geringen Einfluss: nur 4 der 20 obersten PSM-Wirkstoffe würden mit dem RAK der Zulassung unter den 20. Rang fallen.
- Neben den Pyrethroiden, gegenüber denen Amphipoden besonders empfindlich sind, existierten im Datensatz weitere Wirkstoff-Gruppen, für die die Standard-Testorganismen (Grünalge, Daphnie, Fisch) nicht besonders empfindlich sind. Beispiele sind Insekten-Wachstumsregulatoren, Auxin- und Sulfonylharnstoff-Herbizide. Für PSM-Wirkstoffe aus diesen Gruppen wurden daher Studien mit bekanntermassen empfindlichen Testorganismen berücksichtigt (z. B. *Myriophyllum* sp.).

Wir gehen davon aus, dass diese Unsicherheiten für die Rangliste der PSM-Wirkstoffe bei den hohen Risiko-Scores praktisch vernachlässigbar sind, insbesondere dann, wenn die PSM-Wirkstoffe nicht als Alternativen in Frage kommen.

Für die Beurteilung möglicher chemischer Alternativen sollten, falls diese im Risiko-Score nahe zusammenliegen, ggf. zusätzliche Daten (Bsp. Pyrethroide) und eine verfeinerte Risikobeurteilung berücksichtigt werden, welche u. a. das potentielle Risiko von Mehrfachanwendungen bei langlebigen PSM-Wirkstoffen mit hohen Sorptionskoeffizienten berücksichtigt.



## Biene

### Methode

Die PSM-Wirkstoffe sollen mit einem Risiko-Score nach ihrem Risiko für Bienen beurteilt und in eine Rangfolge gebracht werden.

### Eingrenzung der untersuchten PSM-Wirkstoffe

PSM-Wirkstoffe, welche ausschliesslich im Hausgarten/Hobbybereich verwendet werden, und Anwendungen im Gewächshaus wurden nicht berücksichtigt, da diese für den ökologischen Leistungsnachweis irrelevant sind. Bei Anwendungen im Gewächshaus besteht zudem nur eine vernachlässigbare Wahrscheinlichkeit für eine Exposition der Bienen.

### Datengrundlagen

Aus dem PSM-Verzeichnis des Bundesamts für Landwirtschaft (Stand März 2019) wurden die Daten (Produkt, PSM-Wirkstoff, Wirkstoffgehalt, Aufwandmenge) für alle Indikationen (Kultur × Schadorganismus) mit bienenrelevanten Auflagen (Spe 8), sowie für Insektizide und Akarizide extrahiert.

Daten zur akuten oralen Toxizität und Kontakt-Toxizität der PSM-Wirkstoffe auf Honigbienen wurden aus EFSA-Dokumenten/Conclusions zu den Wirkstoffen, oder wenn nicht vorhanden, aus den von den Antragstellern eingereichten regulatorischen Laborstudien zur Bienentoxizität (siehe Quellenangaben in [Anhang IV](#)) entnommen. Es handelt sich dabei um Daten aus Laborversuchen zur mittleren letalen Dosis ( $LD50_{oral/contact}$ ). Einschränkend ergab sich dabei, dass zum Wirkstoff Quassiaextrakt keine Toxizitätsdaten existierten und für einige PSM-Wirkstoffe nur nicht-exakte «grösser als» Toxizitätswerte vorlagen, weil alle getesteten Dosen unter der 50 %-Mortalität lagen.

### Berechnung des Risiko-Scores: Gefährdungsquotient (HQ)

Es wurden Gefährdungsquotienten (HQ) für die Frass- ( $HQ_{oral}$ ) und Kontaktgiftwirkung ( $HQ_{contact}$ ) berechnet. Beide Risiko-Scores sind relevant, weil für die Bienen sowohl über den Frass als auch den Kontakt ein Risiko bestehen kann. Der HQ berechnet sich aus dem Verhältnis von zugelassener Aufwandmenge und Toxizität für Bienen. Die Verwendung der Aufwandmenge stellt eine Vereinfachung und Normierung der Expositionsabschätzung dar.

Bei PSM-Produkten, bei welchen die Aufwandmenge in Prozent als Konzentration angegeben war, wurde zur Berechnung der Aufwandmenge in g/ha die maximale Standard-Basisbrühmenge<sup>1</sup> berücksichtigt: im Feld-, Gemüse- und Beerenbau 1000 L/ha, im Weinbau und im Obstbau (für Fungizide und Insektizide) 1600 L/ha und in Hopfen 3000 L/ha. Für jeden PSM-Wirkstoff wurde das geometrische Mittel über die maximalen Aufwandmengen der PSM-Produkte mit diesem PSM-Wirkstoff über alle Indikationen (Kultur × Schaderreger) berechnet. Aus total 4719 Kombinationen wurden die geometrischen Mittel der Aufwandmengen für 32 Insektizide, 10 Akarizide und 1 Pflanzenwachstumsregulator, d. h. 43 PSM-Wirkstoffe berechnet. Der Gefährdungsquotient (HQ) pro PSM-Wirkstoff wurde mit Gleichung 3 berechnet:

$$\text{Gleichung 3: } HQ_{oral/contact} = \text{Aufwandmenge} / LD50_{oral/contact}$$

Für die Rangliste wurde der höhere der beiden Risiko-Scores  $HQ_{oral}$  oder  $HQ_{contact}$  verwendet und als  $HQ_{max}$  bezeichnet.

### Resultate und Diskussion

Für die WS-Rangliste wurden die Datensätze absteigend anhand der berechneten maximalen HQ-Werte gelistet (Tabelle 3, vollständige Tabelle im [Anhang IV](#)). In der Risikobeurteilung von Pflanzenschutzmitteln für Bienen ist ein HQ grösser 50 ein Triggerwert, der anzeigt, dass ein mögliches Risiko für Bienen ohne weitere Studien nicht ausgeschlossen werden kann und die Einstufung eines Pflanzenschutzmittels als bienengefährlich indiziert. Wir haben dementsprechend in den Listen nur Wirkstoffe aufgenommen, die einen HQ von über 50 aufweisen.

Unter den identifizierten Top 24 der für Bienen gefährlichsten Pflanzenschutzmittel-Wirkstoffe finden sich auch sieben Pyrethroide: Bifenthrin, zeta-Cypermethrin, Deltamethrin, Etofenprox, Cypermethrin, alpha-Cypermethrin und lambda-Cyhalothrin. Gemessen an den  $LD50_{contact}$ -Werten, kann man hier in zwei Gruppen unterscheiden, wobei Bifenthrin, zeta-Cypermethrin und Deltamethrin rund zehnmal toxischer sind (akute Kontakttoxizität mittlere letale Dosis 0,0015–0,002 µg/Biene) als die übrigen vier Pyrethroide (akute Kontakttoxizität mittlere letale Dosis zwischen 0,015–0,038 µg/Biene).

<sup>1</sup>BLW Dokument: «Berechnung der auszubringenden Pflanzenschutzmittelmenge pro Fläche im Rahmen der Risikobeurteilung für den Anwender» (J. Waespe 07.02.2012)

Für Calciumcarbonat, Kaolin, Maltodextrin, Fettsäuren und Schwefel konnten nur nicht-exakte «kleiner als»  $HQ_{max}$  berechnet werden. Diese WS haben eine geringere Bientoxizität, die nicht genau bestimmt werden konnte, da auch bei der höchsten getesteten Dosis keine für die Bestimmung exakter LD50 notwendige Mortalität auftrat. In Kombination mit hohen Aufwandmengen ergeben sich für diese PSM-Wirkstoffe daher hohe  $HQ_{max}$ -Werte, die aber tatsächlich niedriger sind (Werte daher als «kleiner als» markiert). Ein Vergleich dieser  $HQ_{max}$  mit exakt bestimm-  
baren  $HQ_{max}$  ist daher nur eingeschränkt möglich.

**Tabelle 4 | Rangliste für die 24 PSM-Wirkstoffe mit den höchsten Risiko-Scores für Bienen ( $HQ_{max}$  ist der höhere von  $HQ_{oral}$  und  $HQ_{contact}$ );  $HQ_{max}$  mit einem «<» überschätzen das Risiko, da für diese PSM-Wirkstoffe wegen fehlender Toxizitätsstudien kein exakter LD50 existiert.**

Rang	Wirkstoff	Wirkgruppe	$HQ_{max}$
1	Spinosad	Insektizid	33062
2	Bifenthrin	Insektizid	12629
3	Chlorpyrifos	Insektizid	10783
4	zeta-Cypermethrin	Insektizid	8028
5	Deltamethrin	Insektizid	7593
6	Abamectin	Insektizid	5988
7	Emamectinbenzoat	Insektizid	5428
8	Etofenprox	Insektizid	4703
9	Chlorpyrifos-methyl	Insektizid	4065
10	Pyrethrine	Insektizid	4008
11	Spinetoram	Insektizid	2552
12	Methomyl	Insektizid	1563
13	Cypermethrin	Insektizid	1087
14	Indoxacarb	Insektizid	943
15	Milbemectin	Akarizid	540
16	Calciumcarbonat	Insektizid	< 385
17	alpha-Cypermethrin	Insektizid	318
18	Kaolin	Insektizid	< 266
19	Lambda-Cyhalothrin	Insektizid	255
20	1-Decanol	Phytoregulator	145
21	Maltodextrin	Akarizid/Insektizid	< 130
22	Fettsäuren	Insektizid	< 64
23	Schwefel	Akarizid/Fungizid	< 62
24	Pirimicarb	Insektizid	55

## Teil B: Agronomische Beurteilung einer Einschränkung von PSM-Wirkstoffen

Die Auswirkungen auf den Schutz der Kulturen durch die Einschränkung der PSM-Wirkstoffe im ÖLN wurde für eine Auswahl an Wirkstoffen mit den höchsten Risiko-Scores abgeschätzt. Hier ging es primär um die Frage, ob und mit welchen allfälligen Schwierigkeiten ein PSM-Wirkstoff durch einen anderen PSM-Wirkstoff ersetzbar ist. Diese Analyse stützte sich stark auf das fachliche und praktische Wissen der Pflanzenschutzexperten ab.

Aus zeitlichen Gründen beschränkte sich die agronomische Bewertung primär auf die Hauptkulturen und die wichtigsten Schaderreger. Auswirkungen auf die Anbausysteme im Ganzen, Interaktionen, und zukünftige Auswirkungen bei Veränderungen des Klimas, im Auftreten von Schaderregern oder in der PSM-Zulassung, wurden nicht berücksichtigt.

### Methoden

#### Allgemeines Vorgehen

Ziel ist es, die agronomischen Auswirkungen einer Einschränkung der betreffenden PSM-Wirkstoffe zu bewerten. Für jede Kulturgruppe wird die Bewertung für die Hauptkulturen (*major crops*) und ggf. auch für eine Auswahl von Nebenkulturen (*minor crops*) durchgeführt. Die Grundlage für die Beurteilung der agronomischen Auswirkung war die Einschätzung, ob ein PSM-Wirkstoff ersetzbar ist.

Um die Ersetzbarkeit eines PSM-Wirkstoffes abzuschätzen, wurden für die betroffenen Indikationen chemische und nicht-chemische Alternativen zusammengestellt. Ein PSM-Wirkstoff wurde nur dann als Alternative betrachtet, wenn er einen tieferen Risiko-Score hatte. Biologische Kontrollen (Nützlinge und Mikroorganismen) und Kultivierungstechniken wurden als nicht-chemische Alternativen betrachtet.

Die Ersetzbarkeit wurde für jene PSM-Wirkstoffe evaluiert, welche für Grundwasser, Oberflächengewässer und Bienen die höchsten Risiko-Scores aufwiesen. Dafür wurden vom Auftraggeber (BLW) für die Bereiche Grundwasser und Oberflächengewässer jeweils 15, und für den Bereich Bienen 5 PSM-Wirkstoffe ausgewählt. Aufgrund von Überlappungen in den Rankings wurden insgesamt 29 PSM-Wirkstoffe evaluiert, davon 13 Insektizide/Akarizide, 12 Herbizide, 3 Fungizide und 1 Phyto regulator.

Es erfolgte eine Kategorisierung der Ersetzbarkeit basierend auf Expertenwissen, welche mit Kommentaren begründet wurde. Ist ein Wirkstoff für die Verwendung im biologischen Anbau zugelassen, so wurde eine für diese Produktionsmethode spezifische Bewertung in das Verfahren einbezogen. Die folgenden fünf Ersetzbarkeitskategorien wurden verwendet, um darzustellen, inwieweit ein Pflanzenschutz bei einer Wirkstoff-Einschränkung bei momentanem Wissenstand möglich ist:

- Kategorie 1: Pflanzenschutz weiterhin möglich
- Kategorie 2: Pflanzenschutz beschränkt, aber weiterhin möglich
- Kategorie 3: Pflanzenschutz schwierig, aber in den meisten Fällen noch möglich.  
Resistenzmanagement beeinträchtigt
- Kategorie 4: Pflanzenschutz bei Nebenschädlingen nicht mehr möglich (keine Alternative)  
oder Resistenzmanagement bei Hauptschädlingen nicht mehr möglich
- Kategorie 5: Pflanzenschutz bei Hauptschädlingen nicht mehr möglich (keine Alternative)

Neben der genügenden Wirksamkeit war die Vermeidung von Resistenzen wichtig. Folgendes Prinzip wurde angewendet:

Beginnend mit Kategorie 5:

- Jede Alternative mit Vollwirksamkeit aus verschiedenen Resistenzgruppen reduziert den Kategorie-Rang um 1.
- Jede Alternative mit Teilwirksamkeit aus verschiedenen Resistenzgruppen reduziert den Kategorie-Rang um 0,5.

Bei der Bewertung wurden auch die Besonderheiten der jeweiligen Indikationen berücksichtigt, wie die Bedeutung des Schädlings, Wiederauftreten des Schädlingsbefalls, Einfluss der verschiedenen Produktionssysteme usw. (siehe Kommentare in Tabelle 1 und detaillierte Auswertungen im [Anhang I](#). Generell wurde die Ersetzbarkeit zunächst für jede Indikation einzeln ermittelt. Anschliessend wurde die Ersetzbarkeit pro PSM-Wirkstoff bestimmt, die sich jeweils an der höchsten Kategorie der wichtigsten Indikationen orientierte (Gewichtung).

### Besonderheiten der Bewertung für jede Kulturgruppe

#### Feldbau

Im Feldbau wurden für die Herbizide folgende Hauptkulturen (*major crops*) beurteilt: Futter-/Zuckerrüben, Mais, Raps, Sojabohnen, Sonnenblumen, Eiweisserbsen, Kartoffeln und Getreide.

Für die Insektizide wurden die gleichen Hauptkulturen beurteilt. Dazu noch die folgenden *minor crops*: Tabak, Hopfen und Sorghum. Eine allgemeine *minor crops* Gruppe mit den folgenden Kulturen: Ackerbohne, Färberdistel (Saflor), Grasbestände zur Saatgutproduktion, Klee zur Saatgutproduktion, Lein, Lupinen und Trockenreis wurde auch speziell für Erdraupen beurteilt. Zusätzlich wurde eine Liste mit einer Priorisierung der Schädlinge im Feldbau erstellt [Anhang I](#).

#### Obstbau

Im Obstbau werden fünf Hauptkulturen angebaut: Apfel, Birne/Nashi, Kirsche, Zwetschge/Pflaume und Aprikose. Als Nebenkulturen (*minor crops*) gelten Quitte, Pfirsich/Nektarine, Hartschalenobst, Olive und Kiwi. Die Bewertung wurde in einem ersten Schritt für alle Kulturen durchgeführt. Bei der Beurteilung der Ersetzbarkeit von Wirkstoffen im Obstbau wurde zusätzlich zur beschriebenen Methodik berücksichtigt, ob es sich um eine Haupt- oder eine Nebenkultur handelt und ob der Wirkstoff gegen Haupt- oder Nebenschädlinge eingesetzt wird (Gewichtung).

#### Gemüsebau

Im Gemüsebau, mit einer sehr hohen Vielfalt an verschiedenen, zum Teil flächenmässig wenig verbreiteten Gemüsearten und -kulturen, wurde bei der Beurteilung von Substitutionsmöglichkeiten unterschieden zwischen flächenmässig bedeutenden Hauptkulturen und Kleinkulturen (*minor crops*). Da bei Letzteren die Zulassungssituation aktuell bereits sehr eng ist und durch eine weitere Einschränkung zahlreiche Indikationslücken entstehen würden, wurden in einem ersten Schritt Substitutionsmöglichkeiten nur bei den Hauptkulturen (vorwiegend *major crops*) wie Karotten, Speisezwiebeln, Bohnen mit Hülsen, Erbsen ohne Hülsen, Kopfsalaten, Blattsalaten, Blumenkohl, Broccoli, Kopfkohlen und Spinat eruiert. Dabei wurden Bewilligungen für übergeordnete Kulturgruppen (Bsp. Kohlarten, Salate, Asteraceen etc.) in die einzelnen Kulturen aufgeteilt. Die auf diese Weise hinsichtlich Substitutionsmöglichkeiten beurteilten Gemüsekulturen entsprechen rund zwei Dritteln der gesamten Schweizer Gemüsebaufläche im Freiland.

#### Beerenbau

Rund zehn Beerenarten werden in der Schweiz aktuell angebaut (Erdbeeren, Himbeeren, Brombeeren, Ribes-Arten, Heidelbeeren, Minikiwi, Holunder und Aronia). Die Bewertung wurde nur für Erdbeerkulturen (*major crop*) und Himbeerkulturen (*minor crop*) durchgeführt. Diese beiden Kulturen machen rund 70% der Beerenanbauflächen in der Schweiz aus.

#### Weinbau

Im Weinbau gibt es nur eine Kultur und die Bewertung ist dadurch einfacher. Die mechanische Unkrautbekämpfung als nicht-chemische Alternative zu Herbiziden kann, z.B. bei stärkerer Hangneigung, nicht in allen Rebbergen angewendet werden.

## Resultate und Diskussion

Die Ergebnisse der agronomischen Beurteilung möglicher Einschränkungen von PSM-Wirkstoffen sind in Tabelle 1 zusammengefasst. Angegeben sind die Ersetzbarkeitskategorien der PSM-Wirkstoffe in den untersuchten Kulturgruppen sowie besondere Hinweise, z. B. voraussichtlich notwendige Ausnahmeregelungen, die eine Einschränkung ermöglichen könnten. Die ausführliche Bewertung einzelner Indikationen, die die Grundlage für die Gesamtbewertung darstellt, befindet sich im Anhang.

### Feldbau

Im Bereich der **Herbizide** im Feldbau sind die agronomischen Auswirkungen bei einem Wegfall der verschiedenen PSM-Wirkstoffe je nach PSM-Wirkstoff und Kultur sehr unterschiedlich. Es gibt 4 PSM-Wirkstoffe, die in die Kategorie 4 bzw. 5 fallen, d. h. ein Schutz der Kulturen kann ohne diese PSM-Wirkstoffe nicht garantiert werden. Am problematischsten wäre der Wegfall von Dimethenamid-P, v. a. in Zuckerrüben, Mais und Sojabohnen, da es keine wirksamen chemischen Alternativen gibt. Dieser PSM-Wirkstoff sollte daher unbedingt erhalten bleiben. Pethoxamid muss v. a. im Raps erhalten bleiben, insbesondere wenn die anderen Raps-Vorauflauf-Herbizide mit hohen Risiko-Scores (Dimethachlor, Metazachlor und Dimethenamid-P) gestrichen werden. Ohne Pethoxamid wird auch ein Pflanzenschutz in Sojabohnen und Eiweisserbsen schwierig. S-Metolachlor ist unabdingbar, um Erdmandelgras (*Cyperus esculentus*) erfolgreich bekämpfen zu können. Dafür wäre eine Ausnahmeregelung für die betroffenen Flächen ausreichend. Dabei muss der Wirkstoff zur besseren Wirksamkeit in den Boden eingearbeitet werden, z. B. vor später Mais-Saat. Der Einsatz von Metribuzin in Kartoffeln und Getreide kann durch chemische Alternativen substituiert werden, der PSM-Wirkstoff sollte aber unbedingt im Sojaanbau erhalten bleiben. Alle anderen beurteilten Herbizide können voraussichtlich ohne allzu grosse negative agronomische Auswirkungen in den beurteilten Kulturen wegfallen.

Historisch gesehen und aktuell, waren bei den **Insektiziden** im Feldbau, mit Ausnahme des Rapsglanzkäfers und Rapsstängelrüsslers, bis jetzt Chlorpyrifos, Chlorpyrifos-methyl, alle Pyrethroide, Acetamiprid, Chlorantraniliprol und Thiacloprid im ÖLN Feldbau (gemäss DZV) wegen der Risiken für Nützlinge nicht erlaubt. Es gibt allerdings die Möglichkeit, diese PSM-Wirkstoffe mittels kantonaler Sonderbewilligungen einzusetzen, wenn die im ÖLN erlaubten PSM-Wirkstoffe nicht genügend wirksam sind oder gegen die sekundären Schädlinge, die nicht immer Probleme verursachen (z. B. Erbsenwickler). Da 2019 wichtige PSM-Wirkstoffe zurückgezogen wurden (Chlorpyrifos, Chlorpyrifos-methyl) gibt es ohne Sonderbewilligung bereits jetzt keine Lösung mehr, um Erdschnaken in Zuckerrüben und Drahtwürmer in Kartoffeln zu bekämpfen. Fast alle PSM-Wirkstoffe, die chemische Alternativen darstellen, befinden sich auf den 3 verschiedenen Listen: alle Pyrethroide (Oberflächengewässer), Thiacloprid (Grundwasser) und Spinosad (Bienen). Für den Resistenzdruck ist die Situation jetzt schon problematisch, da es fast nur noch Pyrethroide als Lösung gegen die Schädlinge in Raps und Zuckerrüben gibt. Nach dem Verbot von Neonicotinoid-Saatbeizung in Raps und Zuckerrüben haben die Spritzbehandlungen z. B. gegen Erdflöhe in den letzten Jahren zugenommen. Für die Hauptschädlinge, die den grössten Schaden verursachen, gäbe es mit dem Verlust der Pyrethroide keine Lösungen mehr für z. B. Rapserdflöhe und Rapsstängelrüssler in Raps sowie Erdflöhe in Zuckerrüben. Da zur Bekämpfung dieser Schädlinge mit den Pyrethroiden ohnehin nur eine einzige chemische Familie (*mode of action*) zur Verfügung steht, ist die Zukunft dieser Bekämpfung aufgrund des Resistenzrisikos ohnehin gefährdet. Beim Rapsglanzkäfer wird das Resistenzmanagement mittelfristig schwierig und problematisch, da nur noch wenige PSM-Wirkstoffe mit unterschiedlichen Wirkmechanismen (*mode of actions*) zugelassen sind. In Getreide und Kartoffeln konnte bis jetzt Spinosad im ÖLN gegen Getreidehähnchen und Kartoffelkäfer eingesetzt werden. Ohne Spinosad gibt es gegen Getreidehähnchen nur noch Thiacloprid (aber auch in Tab. 1) und Acetamiprid als chemische Alternative. Acetamiprid ist aber problematisch für Nützlinge und daher keine gute Alternative im ÖLN [5]. Ohne Spinosad gibt es gegen den Kartoffelkäfer nur noch die weniger wirksamen biologischen PSM-Wirkstoffe als Alternativen: *Bacillus thuringiensis* und Azadirachtin, die für Nützlinge nicht problematisch sind. Andere PSM-Wirkstoffe wie Acetamiprid und Chlorantraniliprol sind möglich, aber problematisch für Nützlinge. Thiacloprid und Pyrethroide sind aufgrund ihrer hohen Risiko-Scores ebenfalls in Tabelle 1 enthalten. Was die nicht-chemischen Alternativen in Feldbau betrifft, mit Ausnahme der Bekämpfung des Maiszünslers mit Trichogramma, eine Methode, die in der Schweiz seit mehr als dreissig Jahren wirksam angewendet wird, sowie die Verzögerung des Aussaatdatums von Gerste, um der Virose der Gelberverzweigung der Gerste entgegenzuwirken, sind mechanische, biotechnische, Push-Pull- und Untersaaten in den anderen Feldkulturen noch in der Forschungsphase. Schlussfolgernd kann gesagt werden, dass bezüglich der chemischen Alternativen die Nützlinge weiterhin berücksichtigt werden müssen, d. h. diese Organismen müssen weiter geschont werden, wie es bis jetzt im ÖLN der Fall ist [5, 6]. Mit diesen 4 Kriterien (Oberflächengewässer, Grundwasser, Bienen und Nützlinge [5]) wird es fast keine chemischen Alternativen im Feldbau gegen die Schädlinge mehr geben, ausser biologische PSM (Trichogramma, B.t., Azadirachtin, Kaolin); Rapsöl und Flonicamid gegen Blattläuse.

Im Bereich der **Fungizide** wurden für den Feldbau zwei PSM-Wirkstoffe bewertet, Chlorothalonil und Ametoctradin. Letzteres, in der Schweiz seit 2019 vermarktet, ist interessant, weil es einen neuen Wirkmechanismus aufweist (QoSI = Chinon ausserhalb von Inhibitoren vom Stigmatellin-Bindungstyp, FRAC Code 45). Es hat eine gute Be-

ständigkeit gegen Abwaschung, da es stabile Depots auf der Blattoberfläche bildet, die je nach den Feuchtigkeitsbedingungen freigesetzt werden können. Aus diesen Gründen ist dieser PSM-Wirkstoff ein nützliches Instrument zur Bekämpfung der Kraut- und Knollenfäule. Es gibt aber auch mehrere weitere PSM-Wirkstoffe mit unterschiedlichen Wirkungsweisen, die gegen diese Krankheit wirksam sind. Darüber hinaus kann die Anzahl der Behandlungen durch andere nicht-chemische Massnahmen reduziert werden (Sorten mit geringer Anfälligkeit, Verwendung eines Vorhersagemodells (Phytopre), Entlaubung, sobald das Wachstum endet). Was Chlorothalonil bei Kartoffeln betrifft, so war es bei der Bekämpfung der Kraut- und Knollenfäule der Kartoffel als Kontaktfungizid mit guter Abwaschungsresistenz nützlich. Es gibt eine Reihe von chemischen Alternativen, die teilweise wirksamer sind. Für die Bekämpfung der Dürffleckenkrankheit, ebenfalls bei Kartoffeln, stehen wirksame chemische Alternativen zur Verfügung. Aus Sicht des Resistenzmanagements war Chlorothalonil als Multi-Site-Wirkstoff nützlich, aber es gibt auch andere Multi-Site-Wirkstoffe (Kupfer, Mancozeb) sowie PSM-Wirkstoffe mit anderen Wirkmechanismen (Cymoxanil, Fluazinam, CAA, Fluopicolide, Propamocarb, Metalaxyl-M). Daher wird erwartet, dass das Resistenzmanagement ohne Chlorothalonil möglich sein wird. Bei Getreide war Chlorothalonil wegen seiner Wirksamkeit gegen Sprenkelnekrosen sowie gegen Septoria-Blattflecken und -Spelzenbräune bei Weizen nützlich. Für diese Indikationen stehen chemische Alternativen zur Verfügung, um den Ertrag zu sichern. Für das Resistenzmanagement war Chlorothalonil jedoch als einziger auf Getreide zugelassener Multi-Site-Wirkstoff geeignet. Chlorothalonil ist nicht resistenzgefährdet und kann zum Schutz von resistenzgefährdeten PSM-Wirkstoffen in Mischungen eingesetzt werden. Bei Getreide sind dies SBI Klasse I (= Triazole), SDHI und QoI (= Strobilurine). Diese drei Gruppen haben deutliche Schwächen gezeigt: Die Erreger haben Resistenzen gegen diese Wirkstoffe entwickelt. Das auf Getreide verwendete Propiconazol (Triazol) ist bereits nicht mehr zugelassen. Ein Verzicht auf Chlorothalonil bedeutet den Verlust eines Resistenzmanagement-Instruments und damit ein Risiko. Eine genaue Quantifizierung dieses Risikos ist schwierig, da es von vielen Faktoren abhängt. Die Getreideproduktion kann ohne Fungizide erfolgen (wie in den Parzellen im Extenso-Programm), allerdings mit Ertragseinbußen. Zu den nicht-chemischen Alternativen gehören die Verwendung resistenter Sorten, gesundes Saatgut, die Begrenzung des Stickstoffeintrags und die Einarbeitung von Ernterückständen. Eine Fungizidbehandlung gegen Blattkrankheiten ist im Allgemeinen notwendig, um das volle Potenzial der Parzellen mit guter Produktivität auszuschöpfen. Auf weniger fruchtbaren Parzellen und/oder Parzellen mit einem weniger ehrgeizigen Ertragsziel kann auf eine Fungizidbehandlung verzichtet werden.

Der Phyto regulator 1-Decanol wird in der Schweiz zur Seitentriebhemmung im Tabak eingesetzt. Für diese Indikation stehen neben dem PSM-Wirkstoff 1-Decanol auch noch Maleinsäurehydrazid zur Verfügung. Zwei Arten von Tabak werden kultiviert: Burley (320 ha) und Virginie (120 ha). Beim Kauf der Tabakblätter von Burley dürfen keine Rückstände von Maleinsäurehydrazid vorhanden sein, da die Ernte ansonsten abgelehnt wird. Dies gilt v.a. für die 25 ha von Burley Tabak, bei denen die gesamte Pflanze geerntet wird. Die Ernte der gesamten Tabakpflanze ist eine neue, preisgünstigere Anbaumethode, bei der der Einsatz von 1-Decanol unverzichtbar ist (Kategorie 5). Beim Anbau von Virginie Tabak werden in der Regel zunächst zwei Behandlungen mit 1-Decanol durchgeführt und im Anschluss mit Maleinsäurehydrazid behandelt. Hier könnte eventuell auf eine Behandlung mit 1-Decanol verzichtet werden. Eine völlige Einschränkung von 1-Decanol im ÖLN wird daher als problematisch angesehen (Kategorie 5).

## Obstbau

Die Verfügbarkeit von Pflanzenschutzmitteln und alternativen Massnahmen zum Schutz der Kulturen ist im Obstbau je nach Kultur und Schädling sehr unterschiedlich. Während es gegen einige Wicklerarten mit der Verwirrungstechnik und Granuloseviren sehr gute nicht-chemische Alternativen gibt, stehen beispielsweise zur Bekämpfung von Fruchtfliegen oder Blattläusen nur Applikationen mit effizienten PSM-Wirkstoffen zur Verfügung. Neben den schon genannten Alternativen werden manche Kulturen eingesenzt, um sie vor Schädlingen zu schützen. Diese Massnahme ist nicht immer möglich und sinnvoll. Zudem ist sie als Einzelmassnahme nicht ausreichend, da ein Befall selten vollständig verhindert werden kann. Gerade wenn es in eingesenzten Anlagen zu Schädlingsbefall kommt, ist ein Eingreifen mit chemischen Varianten unumgänglich. Die erwähnte Kombination aus Verwirrungstechnik und Granuloseviren wird, wenn möglich, erfolgreich eingesetzt. Auch diese Strategie hat ihre Grenzen. In kleinen Flächen, bei starkem Schädlingsdruck und zur Verhinderung von Resistenzen gegen Granuloseviren ist gegebenenfalls der Einsatz von chemischen PSM-Wirkstoffen notwendig.

Gegen Schädlinge, die sporadisch oder lokal vorkommen, wird im Obstbau oft keine gezielte Bekämpfungsmassnahme eingesetzt. Diese Nebenschädlinge wurden vermutlich bisher von PSM-Wirkstoffen zur Bekämpfung von Hauptschädlingen miterfasst. Die Folgen von Rückzügen breit wirksamer PSM-Wirkstoffe können nicht abschliessend eingeschätzt werden. Eine Konsequenz könnte aber sein, dass Nebenschädlinge an Bedeutung gewinnen.

Die PSM-Wirkstoffe Chlorpyrifos-methyl, lambda-Cyhalothrin, Fenpyroximate, Abamectin und Milbemectin können durch derzeit zugelassene Wirkstoffe und alternative Massnahmen ersetzt werden. Der Rückzug von Chlorpyrifos-methyl könnte oben beschriebene Folgen auf Nebenschädlinge haben. Der PSM-Wirkstoff Thiocloprid ist in sehr vielen Kulturen gegen diverse Schädlinge zugelassen. Eine Einschränkung dieser Zulassungen bedeutet einen Engpass im Pflanzenschutz für einige Kulturen, darunter die zunehmend an Bedeutung gewinnende Bekämpfung der



Miniermotten im Kernobst und des Pflaumenwicklers im Zwetschgenanbau. Gegen die wichtigsten Schädlinge im Hartschalenobst entstünden Indikationslücken.

Nicht ersetzbar ist der PSM-Wirkstoff Spinosad, der zur Bekämpfung der Kirschessigfliege eingesetzt wird. Es ist zudem der einzig zugelassene PSM-Wirkstoff gegen Fruchtwanzen im Obstbau. Neben Pyrethrin ist Spinosad im Bio-Anbau von Bedeutung. Wie gross eine Einschränkung auf den Pflanzenschutz und das Resistenzmanagement im Bio-Obstanbau wäre, kann im vorliegenden Bericht nicht abschliessend eingeschätzt werden.

Von der Liste der bienengiftigen PSM-Wirkstoffe wurden die relevantesten fünf PSM-Wirkstoffe für den vorliegenden Bericht berücksichtigt. Zu erwähnen bleibt dennoch, dass die Auswirkung dieser Liste auf die Verfügbarkeit von Insektiziden im Obstbau sehr gross ist. Ohne die Wirkstoffe Emamectinbenzoat, Spinetoram und Indoxacarb, welche unter den 15 relevantesten bienentoxischen Wirkstoffen sind, wäre keine effiziente Bekämpfung der Hauptschädlinge im Kernobst und kein Resistenzmanagement möglich.

### Gemüsebau

Im Gemüsebau kam deutlich zum Ausdruck, dass bei zahlreichen Indikationen nur sehr begrenzt chemische Mittel aus verschiedenen Wirkungsgruppen zur Verfügung stehen, wie sie zur Verhinderung der Resistenzbildung erforderlich wären. Dies betrifft die verschiedenen Produktkategorien und im Besonderen auch die Herbizide, welche überwiegend nur einen Teil des jeweils auftretenden Unkrautspektrums erfassen. Von den in dieser Beurteilungsrunde zur Überprüfung stehenden **Herbiziden** kann lediglich auf einen PSM-Wirkstoff (Chloridazon) ohne schwerwiegende Engpässe verzichtet werden. Die übrigen Herbizide haben insbesondere bei Säkulturen eine grosse Bedeutung, die sich im Erwerbsanbau auf nicht-chemischem Weg nach wie vor nur mit sehr hohem Aufwand ganzflächig unkrautfrei halten lassen. Dennoch stellen moderne Technologien wie die kameragesteuerte Hacktechnik im Zwischenreihenbereich auch bei diesen Herbiziden deutliche mengenmässige Einsparungen (Bandbehandlung) in Aussicht.

Bei den drei zur Diskussion stehenden **Fungiziden** handelt es sich in zwei Fällen um sehr alte PSM-Wirkstoffe. Dabei hat Thiram im Gemüsebau zur Beizbehandlung eine grosse Bedeutung. Bei einem Wegfall stellt sich die Frage, wie weit Ersatzmittel neu zugelassen werden können. Chlorothalonil hat mit dem Aufkommen von moderneren wirksameren Fungiziden bei den meisten Gemüsekulturen bereits stark an Bedeutung verloren. Es bestehen einzelne Bewilligungen gegen sporadisch auftretende Krankheitserreger, gegen die keine anderen ausreichend wirksamen PSM-Wirkstoffe zugelassen sind. Ametoctradin gehört zu einer im Gemüsebau neuen Wirkungsgruppe, die im Hinblick auf die Verhinderung der Resistenzbildung von grossem Interesse ist.

Die zu prüfenden **Insektizide** müssen überwiegend bei den einzelnen betroffenen Gemüsekulturen einzeln beurteilt werden. Ein gesamtheitlicher Verzicht bei den betroffenen Hauptkulturen kommt nur bei einigen der zu prüfenden Vertreter aus der Wirkungsgruppe der Pyrethroide in Frage. Möglichkeiten dieser Art ergeben sich bei Gemüsekulturen, bei denen für zahlreiche Indikationen als Ersatz andere wirkungsmässig ähnliche Pyrethroide bewilligt sind. Sofern keine einschneidenden Einschränkungen hinsichtlich deren Anwendungshäufigkeit bestehen, werden nicht zwingend sämtliche PSM-Wirkstoffe aus dieser einen Wirkungsgruppe für eine erfolgreiche Bekämpfung benötigt. Bei den Hauptkulturen lassen sich die PSM-Wirkstoffe Deltamethrin, Cypermethrin und zeta-Cypermethrin, die hinsichtlich Oberflächengewässern mit den höchsten Risiken verbunden sind, durch weniger problematische Stoffe aus dieser Wirkungsgruppe ersetzen. Dies setzt natürlich voraus, dass die potenziellen Ersatzmittel (vor allem lambda-Cyhalothrin und Bifenthrin) auf längere Sicht bewilligt bleiben. Bei einem zusätzlichen gesamtheitlichen Verzicht auf alpha-Cypermethrin dürften bei einzelnen Indikationen die vorgeschriebene zulässige Anwendungshäufigkeit der verbleibenden Mittel limitierend sein.

Allgemein schwierig ist ein Verzicht auf den auch im Bioanbau zugelassenen PSM-Wirkstoff Spinosad. Auch in anderen Produktionsweisen hätte sein Wegfall schwerwiegende Folgen. Spinosad ist zurzeit das einzige bei Kohlarten gegen Kohlfiegen zugelassene Insektizid. Die Problematik der Kohlfiege ist stark zunehmend. Spinosad ist zudem eines der wenigen gegen Erdflöhe bewilligten Insektizide. Auch dieses Problem ist im Zusammenhang mit dem Klimawandel (und dem Wegfall von Beizbehandlungen bei diversen Kulturen) stark zunehmend. Die Bekämpfung von Erdräupen wäre ebenfalls mehrheitlich in Frage gestellt. Dieser Engpass könnte nur durch Bewilligungserweiterungen bei gegen andere Raupenarten bewilligten Insektiziden teilentschärft werden. Diese Strategie ist auch im Fall von weiteren umstrittenen Insektiziden wie Pyrethroiden und Methomyl zu prüfen.

Abschliessend sei nochmals darauf hingewiesen, dass im Fall von *minor crops* im Gegensatz zu den in dieser Runde evaluierten Hauptgemüsekulturen weitere Abklärungen erforderlich sind, bevor Einschränkungen ins Auge gefasst werden.



## Beerenbau

Die Ergebnisse für Beerenkulturen sind bei den verschiedenen bewerteten PSM-Wirkstoffen sehr unterschiedlich. Es ist zu berücksichtigen, dass diese Bewertung nur für Erdbeer- und Himbeerkulturen durchgeführt wurde, ohne die Auswirkungen auf die anderen, weniger wichtigen Kulturen zu berücksichtigen.

Bei den **Insektiziden** wäre ein Verzicht auf den PSM-Wirkstoff Spinosad für den integrierten und biologischen Erdbeer- und Himbeeranbau problematisch. Spinosad wird gezielt zur Bekämpfung von Blütenstecher, Himbeerkäfer, Kirschessigfliege und Thripse eingesetzt und es gibt wenige oder keine chemischen Alternativen für die Bekämpfung dieser Hauptschädlinge, die Schäden in allen Produktionsregionen der Schweiz verursachen. Thripse können mit Hilfe von Nützlingen teilweise kontrolliert werden, aber diese Art von Ansatz ist teuer und nur in Gewächshäusern wirksam. Obwohl Spinosad nur als letztes Mittel zur Bekämpfung der Kirschessigfliege eingesetzt wird, ist dieser PSM-Wirkstoff dann nützlich, wenn präventive Ansätze nicht ausreichen, die Populationen bei hohem Auftreten zu reduzieren. Die Bekämpfung der Kirschessigfliege beruht zwar auf einer Palette von Präventivmassnahmen (Hygienemassnahmen, Netze, kurze Ernteintervalle usw.), aber bei starkem Druck ist die chemische Bekämpfung immer noch sehr wichtig. Die Einschränkung von Chlorpyrifos ist bei einigen dieser Indikationen (in Erdbeeren gegen Blütenstecher und Thripse; in Himbeeren gegen Blütenstecher und Himbeerkäfer) ebenfalls schwierig. Die verbleibenden Alternativen sind Thiacloprid (das seine Bewilligung verlieren wird) und Spinosad.

Eine Einschränkung von Fenpyroximate und Abamectin wäre wenig problematisch, da viele andere PSM-Wirkstoffe, die zu verschiedenen Wirkstoff-Gruppen gehören, weiterhin zur Verfügung stünden, ebenso wie die Möglichkeit der biologischen Kontrolle zur Bekämpfung von Spinnmilben.

Ein Wegfall des PSM-Wirkstoffs Thiram wird im Erdbeeranbau voraussichtlich keine grösseren Probleme verursachen. Für beide zugelassenen Indikationen, «Anthraknose der Erdbeere» und «Blattflecken und Fruchtfäule der Erdbeere» sind weitere chemisch-synthetische PSM-Wirkstoffe zugelassen. Zudem kann davon ausgegangen werden, dass andere Produkte, welche einzelne dieser PSM-Wirkstoffe enthalten, ebenfalls eine Wirkung gegen die beiden oben erwähnten Krankheiten aufweisen (positive Nebenwirkung).

Ein Verzicht auf die Wirkstoffe Metazachlor und Pethoxamid in Erdbeeren würde für die Bekämpfung bestimmter Unkräuter, insbesondere Weisses Amarant und Schwarzer Nachtschatten, ein Problem darstellen, da das Wirkungsspektrum alternativer PSM-Wirkstoffe geringer ist. Darüber hinaus wird Metazachlor in Mischung mit Napropamid verwendet, das eines der am häufigsten verwendeten Herbizide bei Erdbeeren ist. Der Rückzug des PSM-Wirkstoffs Haloxypop-(R)-Methylester würde die Bekämpfung des Einjährigen Rispengrases erschweren.

## Weinbau

Für die Fungizide gibt es genügend Alternativen. Was die Akarizide betrifft, so würde der Verzicht auf Fenpyroximate und Abamectin für den Weinbau keine unüberwindlichen Probleme darstellen. Die Bekämpfung von Spinnmilben geschieht zu 99% biologisch und es besteht immer noch die Möglichkeit, bei Bedarf Clofentezine, Hexythiazox oder Paraffinöl zu verwenden. Zur Bekämpfung von Gallmilben kann nur noch Schwefel verwendet werden. Seine Wirksamkeit wurde nachgewiesen, und es gibt keine dokumentierte Resistenz für diesen PSM-Wirkstoff. Bei den Insektiziden und in der Reihenfolge ihrer Einstufung stellt ein Entzug von Chlorpyrifos-methyl keine besonderen Probleme dar, mit Ausnahme der Bekämpfung von Schildläusen und Reblaus. Derzeit ist dieser PSM-Wirkstoff der einzige, der die Bekämpfung von Phylloxera und Schildläusen ermöglicht. Ein Antrag auf Zulassung von Spirotetramat zur Bekämpfung dieser Schädlinge ist im Gange. Dieses Produkt kann daher langfristig eine wirksame Alternative darstellen. Ebenso ist ein Entzug von lambda-Cyhalotrin im Weinbau unproblematisch, da die Bekämpfung von *S. titanus* in Baumschulen durch die Verwendung von Pyrethrum gewährleistet werden kann. Durch eine Einschränkung von Chlorpyrifos würden Alternativen für die Bekämpfung von Grünwanzen fehlen, welche aber höchstens vernachlässigbare Schäden verursachen. Für die Bekämpfung von Thripsen bliebe nur noch Spinosad. Wenn Spinosad verschwände, gäbe es keine Alternativen mehr zur Bekämpfung von Thripsen. Diese Schädlinge sind in der Regel auf bestimmten Parzellen lokalisiert und gehören nicht zu den wichtigsten Insekten im Weinbau. Sie können jedoch relativ grosse Schäden verursachen. Für alle anderen Schädlinge gibt es Alternativen in der Integrierten Produktion. Im biologischen Weinbau wird die Einschränkung von Spinosad nicht durch andere chemische oder nicht-chemische Alternativen kompensiert, mit Ausnahme der Traubenwürmer, bei denen die Kontrolle durch Pheromone oder BT erreicht werden kann. Insgesamt gäbe es also bei dieser Art von Anbau keine Bekämpfungsmittel mehr für die Raupen von Motten, Spannern und Nachtfaltern. Wie im IP wäre auch die Kontrolle von Thripsen nicht mehr möglich. Während die Auswirkungen einer Produkteinschränkung im ÖLN für den IP-Weinbau begrenzt sind, sind sie potenziell wichtiger für den biologischen Weinbau. Da es sich bei den Problemen um gelegentlich auftretende Schädlinge handelt, würden sporadische Ausnahmeregelungen dazu beitragen können, den Mangel an Alternativen zu überwinden.

Haloxyfop-(R)-Methylester kann ab dem ersten Anbaujahr verwendet werden. Es kann aber durch Clethodim oder Oryzalin während dem ersten Anbaujahr ersetzt werden. Nach dem ersten Anbaujahr, gibt es mehrere alternative Wirkstoffe. Ein Wegfall des Wirkstoffs Terbuthylazine ist kein grosses Problem, da das einzige Produkt bereits seit 2019 aus dem Vertrieb genommen wurde. Flazasulfuron ist auch notwendig für die Schachtelhalm-Bekämpfung und es gibt keine Alternative gegen dieses problematische Unkraut. Glyphosat ist eine mögliche Alternative des Wirkstoffs Flazasulfuron mit Ausnahme der Fingerkräuter, die nicht unbedingt problematische Unkräuter darstellen. Beim gegen Glyphosat resistenten Raygras ist Flazasulfuron jedoch ein wichtiger Wirkstoff.

## Literatur

- [1] Anhang IV der VERORDNUNG (EG) Nr. 396/2005 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 23. Februar 2005 über Höchstgehalte an Pestizidrückständen in oder auf Lebens- und Futtermitteln pflanzlichen und tierischen Ursprungs und zur Änderung der Richtlinie 91/414/EWG des Rates.
- [2] VERORDNUNG (EU) Nr. 283/2013 DER KOMMISSION vom 1. März 2013 zur Festlegung der Datenanforderungen für Wirkstoffe gemäss der Verordnung (EG) Nr. 1107/2009 des Europäischen Parlaments und des Rates über das Inverkehrbringen von Pflanzenschutzmitteln.
- [3] Labite, H., F. Butler, and E. Cummins. (2011) «A review and evaluation of plant protection product ranking tools used in agriculture.» *Human and Ecological Risk Assessment* 17.2: 300-327.
- [4] Ranke, J. (2019). pfm: Utilities for Pesticide Fate Modelling. R package version 0.5.6. <https://github.com/jranke/pfm>
- [5] Breitenmoser, S. and Baur, R. (2013). «Einfluss von Insektiziden auf Nützlinge in Getreide- und Kartoffelkulturen.» *Agrarforschung Schweiz* 4 (9), 376-383.
- [6] Verordnung vom 23. Oktober 2013 über die Direktzahlungen an die Landwirtschaft (Direktzahlungsverordnung, DZV, SR 910.13) (Stand am 1. Januar 2020).

## Anhang I–V (Supporting Information)

<a href="#">Anhang I</a>	Schutz der Kulturen
<a href="#">Anhang II</a>	Grundwasser
<a href="#">Anhang III</a>	Oberflächengewässer
<a href="#">Anhang IV</a>	Bienen
<a href="#">Anhang V</a>	Gewichtetes Risikopotential