



Analyse zum Einsatz von Pflanzenschutzmitteln in der Schweiz

Elisabeth Lutz, Judith F. Blom, Jérôme Schneuwly, Laura de Baan



Impressum

Herausgeber	Agroscope Müller-Thurgau-Strasse 29 8820 Wädenswil www.agroscope.ch
Auskünfte	elisabeth.lutz@agroscope.admin.ch
Titelbilder	123rf.com
Download	www.agroscope.ch/science
Copyright	© Agroscope 2023
ISSN	2296-729X
DOI	https://doi.org/10.34776/as173g

Haftungsausschluss :

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

Inhalt

Zusammenfassung	5
Résumé	8
Summary	11
1 Einleitung	14
2 Vorgehen und Methoden	16
2.1 Evaluation der Datenquellen zu PSM-Anwendungen	16
2.2 Hochrechnung Anwendungsmengen und Vergleich mit Verkaufszahlen	16
2.2.1 Datenaufbereitung und Qualitätskontrolle	17
2.2.2 Berechnung von Kennzahlen	18
2.2.3 Hochrechnungen	18
2.2.4 Anpassung Hochrechnung mithilfe der PSM-Verzeichnisse und Verkaufszahlen	19
2.2.5 Gegenüberstellung Verkaufsmengen	20
2.2.6 Priorisierung von Wirkstoffen für weitere Abklärungen	21
2.2.7 Weitere Abklärungen für prioritäre Wirkstoffe mit Datenlücken	23
2.2.8 Betrachtete Zeitspannen	24
3 Evaluation der Datenquellen	25
3.1 Verkaufsmengen	25
3.2 Anwendungsdaten	25
3.2.1 Landwirtschaft (Feldkalender)	25
3.2.2 Landwirtschaft (andere Daten)	28
3.2.3 Garten- und Landschaftsbau	30
3.2.4 Forstwirtschaft	30
3.2.5 Bahngleise	31
3.3 Fazit: Verfügbarkeit von Anwendungsdaten	31
3.3.1 Landwirtschaft	31
3.3.2 Nicht-landwirtschaftliche PSM-Anwendungen	33
4 Resultate	34
4.1 Gegenüberstellung Nationale Hochrechnungen und Verkaufsmengen	34
4.1.1 Auswertung pro Anwendungsgebiet	34
4.1.2 Auswertung nach Wirkungsbereichen	35
4.1.3 Auswertung pro Wirkstoff	36
4.1.4 Robustheit der Hochrechnungen	38
4.2 Weiterführende Auswertungen	39
4.2.1 Wirkstoffmengen mit eindeutiger Zulassung	39
4.2.2 Wirkstoffmengen «Nichtberufliche Verwendung»	40
4.2.3 Wirkstoffmengen Helikopteranwendungen	41
4.3 Hochrechnungen prioritärer Wirkstoffe	42
4.3.1 Anteil der hochgerechneten Anwendungsmenge an Verkaufsmenge für prioritäre Wirkstoffe	42
4.3.2 Beispiele einzelner prioritärer Wirkstoffe	43
4.4 Zusätzliche Abklärungen für prioritäre Wirkstoffe mit Datenlücken	46
4.4.1 Insektizide	46

4.4.2	Fungizide	51
4.4.3	Herbizide	52
4.4.4	Molluskizide	53
5	Diskussion	54
5.1	Unsicherheiten in den verwendeten Daten	54
5.1.1	Anwendungsgebiete mit Anwendungsdaten	54
5.1.2	Anwendungsgebiete ohne Anwendungsdaten	55
5.2	Unsicherheiten in den für die Hochrechnungen verwendeten Kulturflächen	55
5.3	Nicht erfasste Verkaufsmengen	56
5.4	Verkaufte und nicht angewendete Pflanzenschutzmittel.....	56
5.5	Gegenüberstellung Verkaufs- und Anwendungsmengen in Dänemark	57
6	Schlussfolgerungen	58
7	Literaturverzeichnis	60
8	Danksagung	63
9	Anhang	64
9.1	Weitere Datensätze	64
9.1.1	Landwirtschaftliche Feldkalender-Datensätze (nicht in Hochrechnungen verwendet)	64
9.1.3	Landwirtschaftliche Erhebungen vor 2010	69
9.2	Evaluation der elektronischen Erfassungstools	71
9.3	Vorgehen und Methoden	72
9.3.1	Berechnung der Wirkstoffmengen für die Nichtberufliche Verwendung	72
9.4	Evaluation weiterer Datenquellen.....	74
9.4.1	ZA-BH.....	74
9.4.2	Helikopteranwendungen.....	76
9.5	Vergleich landwirtschaftlicher Daten anhand von Kennzahlen	77
9.5.1	Anzahl Interventionen.....	77
9.5.2	Wirkstoffaufwandmengen	79
9.6	Hochrechnungen der Anwendungsmengen	82
9.7	Weitere Abklärungen zu prioritären Wirkstoffen mit Datenlücken.....	93
9.7.1	Extrapolation von Anwendungsabschätzungen aus anderen Ländern.....	93
9.7.2	Bootstrapping-Verfahren für prioritäre Wirkstoffe mit Datenlücken.....	96
9.7.3	Datenübersicht über die weiteren Abklärungen pro Wirkstoff	97

Zusammenfassung

Analyse zum Einsatz von Pflanzenschutzmitteln in der Schweiz

Hintergrund

Pflanzenschutzmittel (PSM) werden in der Landwirtschaft eingesetzt, um Pflanzen oder Pflanzenerzeugnisse vor Schadorganismen zu schützen oder Problempflanzen zu bekämpfen. Die in den PSM enthaltenen Wirkstoffe können jedoch unerwünschte Auswirkungen auf Mensch und Umwelt haben. Mit dem «Nationalen Aktionsplan zur Risikoreduktion und nachhaltigen Anwendung von Pflanzenschutzmitteln (AP PSM)» wurden verschiedene Ziele und Massnahmen definiert, um Anwendungen und Emissionen von PSM sowie die damit einhergehenden Risiken gezielt zu reduzieren. Gemäss der Massnahme 6.3.3.8 sollen zudem repräsentative Daten zum Einsatz von PSM in verschiedenen landwirtschaftlichen Kulturen zusammengetragen werden. Ein umfassendes Monitoring von PSM-Anwendungen in der Schweiz steht nicht zur Verfügung. Im Zeitraum 2009 – 2022 wurde aber im Rahmen der zentralen Auswertung von Agrarumweltindikatoren (ZA-AUI) jährlich der PSM-Einsatz von rund 300 Betrieben detailliert erfasst. Werden diese PSM-Anwendungsmengen pro Kultur ausgewertet und auf die Anbauflächen der jeweiligen Kulturen in der ganzen Schweiz hochgerechnet, besteht allerdings eine beträchtliche Differenz zu den jährlich verkauften Wirkstoffmengen.

In dieser vom Bundesamt für Landwirtschaft (BLW) in Auftrag gegebenen Studie wurde erstmals evaluiert, welche weiteren Daten und Informationen zu PSM-Anwendungen in den verschiedenen Anwendungsgebieten verfügbar sind und ob Aussagen dazu möglich sind, wie sich die in der Schweiz verkauften PSM auf die verschiedenen Anwendungsgebiete verteilen. Dazu wurden landwirtschaftliche und nicht-landwirtschaftliche Anwendungen berücksichtigt.

Evaluation der bestehenden Datenlage zur PSM-Anwendung

Um kurzfristig die Datenlage zur PSM-Anwendung zu verbessern, wurden verschiedene Datenquellen zusammengetragen. Neben den zum Projektstart bereits vorhandenen Daten der ZA-AUI, konnten sechs weitere landwirtschaftliche Datenquellen im Projekt berücksichtigt werden. So standen für den «Feldbau» und den «Obstbau» ausreichend Daten für eine Auswertung zur Verfügung. Für den «Weinbau» waren generell genügend Daten für eine Auswertung vorhanden, jedoch nicht gleichermassen für alle Anbauregionen. Für den «Gemüsebau», der sehr diverse Kulturen mit sehr unterschiedlichem PSM-Einsatz umfasst, konnte die Datenlage zwar verbessert werden, es bestehen aber weiterhin grosse Datenlücken. Für PSM-Anwendungen im «Beerenbau» sowie in verschiedenen Kulturen des biologischen Anbaus («Biokulturen») konnte die Datenlage ebenfalls erweitert werden, eine repräsentative Datenbasis fehlt jedoch. Für den «Zierpflanzenbau» konnten keine PSM-Anwendungsdaten gefunden werden.

Für PSM-Anwendungen ausserhalb der Landwirtschaft konnten fünf Datenquellen für die drei Anwendungsgebiete «Bahngleise», «Forstwirtschaft» und «Garten und Landschaftsbau-öffentlicher Bereich» (Grünflächen in Städten) identifiziert und verwendet werden. Für berufliche und nichtberufliche Anwendungen in Privatgärten und auf Grünflächen von Liegenschaften, auf Sportplätzen oder entlang von Strassen lagen keine PSM-Anwendungsdaten vor.

Vergleich von Verkaufsmengen und berechneten Anwendungsmengen pro Wirkstoff

Die in der Schweiz verkauften PSM-Produktmengen werden jährlich durch das BLW erhoben und die Wirkstoffmengen publiziert. Die Gegenüberstellung dieser Verkaufsmengen und der berechneten Anwendungsmengen soll aufzeigen, welcher Anteil der jährlich verkauften Menge eines Wirkstoffs in welchem Anwendungsgebiet eingesetzt wurde (Abbildung 1). Dafür wurden alle verfügbaren Informationen zu PSM-Anwendungen auf die entsprechenden Flächen in der Schweiz extrapoliert (hochgerechnet) und je Anwendungsgebiet dargestellt. Bei Wirkstoffen, die nur in einem Anwendungsgebiet zugelassen waren, wurde die gesamte Wirkstoffmenge diesem Anwendungsgebiet zugeordnet. Um die Robustheit der Hochrechnungen beurteilen zu können, wurde zudem ein Bootstrapping-Verfahren durchgeführt.

Für zwei Anwendungsgebiete ohne Anwendungsdaten konnten mithilfe der eindeutig zuzuordnenden Produktverkaufsmengen und Informationen aus der Zulassung Mindestmengen berechnet («Zierpflanzenbau») bzw. die eingesetzten Wirkstoffmengen grob geschätzt werden («Nichtberufliche Verwendung»). Zu den vom BLW veröffentlichten Verkaufsmengen wurden die mit gebeiztem Saatgut importierten (und nicht in den Verkaufsmengen enthaltenen) Wirkstoffmengen addiert.

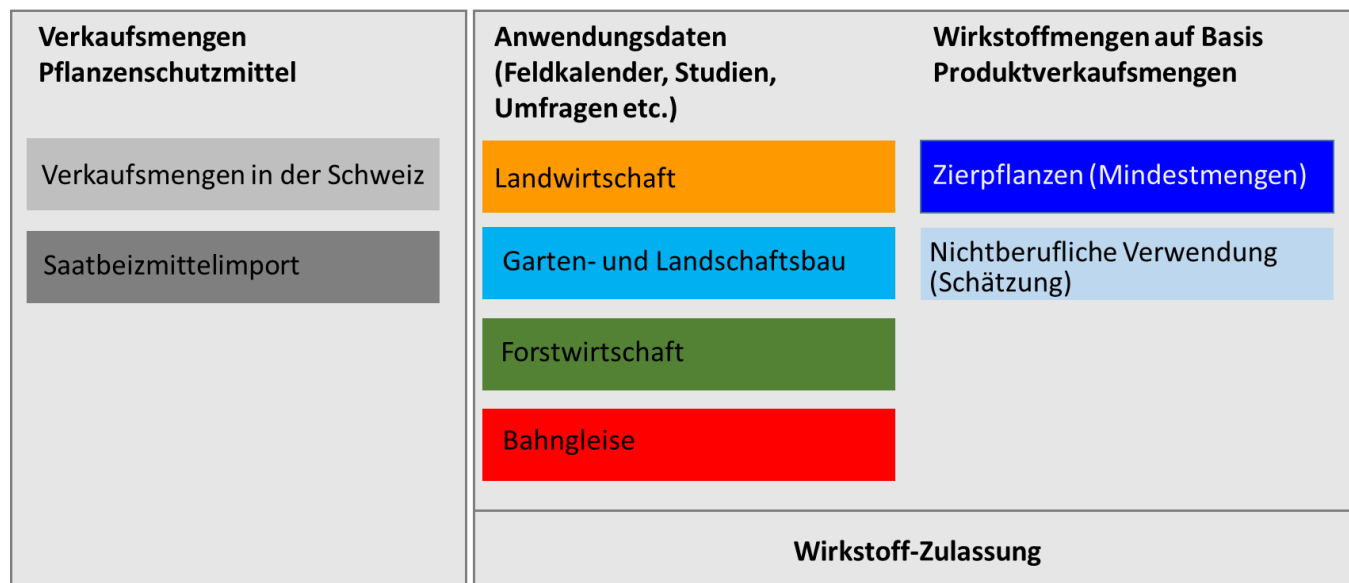


Abbildung 1: Die Datengrundlage für die Gegenüberstellung bilden die Verkaufsmengen und die mit gebeiztem Saatgut importierten PSM-Mengen auf der einen und die vorhandenen Anwendungsdaten sowie Berechnungen von Wirkstoffmengen auf Basis der Produktverkaufsmengen auf der anderen Seite. Wirkstoff-Zulassung: Für nur in einem Anwendungsgebiet zugelassene Wirkstoffe wurden die gesamten Verkaufsmengen diesem Anwendungsgebiet zugeordnet.

Ausgewertet wurden die Jahre 2010 – 2020. In diesem Zeitraum wurden durchschnittlich 2'146 t Wirkstoffe pro Jahr verkauft. Die in dieser Studie mit vorhandenen Anwendungsdaten hochgerechnete und mithilfe von Produktverkaufsmengen und Zulassungsinformationen eindeutig einem Bereich zugeordnete Wirkstoffmenge entsprach im Mittel 1'436 t und erklärte somit durchschnittlich 67 % der Verkaufsmenge (je nach Jahr zwischen 63 % und 72 %). Von dieser hochgerechneten Anwendungsmenge entfielen die grössten Mengen auf den Feldbau (44 %), den Weinbau (21 %) und den Obstbau (17 %). Durchschnittlich 33 % der verkauften Wirkstoffmengen konnten keinem Anwendungsgebiet zugordnet werden.

Der grösste Anteil an der gesamten verkauften Wirkstoffmenge entfiel auf Fungizide (46 %), 30 % auf Herbizide und 14 % auf Insektizide. Die restlichen 10 % entfielen auf Molluskizide, Wachstumsregulatoren und gemäss Eurostat als «Andere Wirkstoffe» definierte Wirkstoffe mit diversem Wirkungsspektrum. Die hochgerechneten Anwendungsmengen konnten 71 % der verkauften Herbizid-Menge erklären, bei Insektiziden lag der Anteil der erklärbaren Verkaufsmenge bei 70 % und bei den Fungiziden bei 65 %. Mit den verfügbaren Anwendungsdaten lassen sich insgesamt für knapp die Hälfte aller Wirkstoffe mehr als 75 % der verkauften Menge erklären, für knapp ein Viertel der Wirkstoffe jedoch weniger als 50 %.

Zusätzliche Abklärungen für einzelne Wirkstoffe

34 Wirkstoffen wurden bezüglich ihrer Risiken für Mensch und Umwelt oder wegen ihrer grossen Verkaufsmengen grössere Bedeutung beigemessen. Für 21 der in dieser Studie als «prioritär» bezeichneten Wirkstoffe konnten die Verkaufsmengen mit den Hochrechnungen grösstenteils erklärt und den wichtigsten Anwendungsgebieten quantitativ zugeordnet werden. Bei den restlichen 13 Wirkstoffen (als «prioritäre Wirkstoffe mit Datenlücken» bezeichnet), welche alle in relativ vielen Anwendungsgebieten zugelassen sind oder waren, erklärten die hochgerechneten Anwendungsmengen jedoch nur einen kleinen Teil der Verkaufsmengen. Für einige dieser Wirkstoffe konnten zusätzliche Mengen für verschiedene Anwendungsgebiete geschätzt (z.B. mittels detaillierter Analyse der Produktverkaufsmengen) und Vergleiche angestellt (z.B. mit PSM-Daten aus dem Ausland) werden. Für einen Wirkstoff (Difenoconazol) konnte die Datenlücke sogar grösstenteils geschlossen werden. Vier prioritäre

Wirkstoffe mit Datenlücken sind in der Zwischenzeit nicht mehr zugelassen (Alpha-Cypermethrin, Chlorpyrifos-methyl, Bifenthrin und Chlorpyrifos). Damit verbleiben acht derzeit zugelassene prioritäre Wirkstoffe, für die noch grosse Datenlücken bestehen. Diese gehören entweder zur Gruppe der Pyrethroide (Cypermethrin, Deltamethrin, Lambda-Cyhalothrin) oder zu den Wirkstoffen, die mengenmässig am meisten verkauft wurden (Schwefel, Kupfer, Mineralöl, Glyphosat und Metaldehyd).

Fazit

Diese Studie zeigt erstmals auf, welche Daten zum PSM-Einsatz in der Schweiz vorhanden sind und inwieweit sich abschätzen lässt, in welchen Anwendungsgebieten die verschiedenen PSM-Wirkstoffe eingesetzt werden. Die Analyse zeigt, dass für fast die Hälfte der Wirkstoffe die Verkaufsmengen mithilfe von Hochrechnungen relativ gut erklärt werden können. Für andere konnten die verkauften Mengen mit den verfügbaren Anwendungsdaten nur teilweise erklärt werden. Dies war insbesondere für prioritäre Wirkstoffe der Fall, die aufgrund ihrer Zulassung in vielen verschiedenen Anwendungsgebieten hätten eingesetzt werden können.

Die Zuteilung der verkauften PSM-Wirkstoffmengen zu den verschiedenen Anwendungsgebieten oder unterschiedlichen Produktionsweisen (insbesondere zum «Biolandbau») war für einige Anwendungsgebiete zum Teil, für andere aber nur bedingt bzw. nicht möglich. Der Grund dafür ist, dass für einige landwirtschaftliche Anwendungsgebiete («Gemüsebau», «Beerenbau», «Zierpflanzenbau»), für das nicht-landwirtschaftliche Anwendungsgebiet «Garten- und Landschaftsbau» sowie für die «Nichtberuflichen Verwendung» zu wenig oder gar keine Anwendungsdaten vorliegen. Auch für den «Biolandbau» (alle Anwendungsgebiete) sind zu wenig Anwendungsdaten vorhanden.

Um den Beitrag einzelner landwirtschaftlicher oder nicht-landwirtschaftlicher Anwendungsbereiche zum PSM-Einsatz oder zum -Risikopotenzial zu bestimmen, reichen die derzeit verfügbaren Daten nicht aus. Dazu ist ein umfassendes Anwendungsmonitoring erforderlich. Mit der nun gesetzlich festgelegten und ab 2026 verpflichtenden Erfassung der beruflichen PSM-Anwendung¹ dürften solche Auswertungen dann aber möglich sein.

¹ <https://digiflux.info/de>

Résumé

Analyse relative à l'utilisation des produits phytosanitaires en Suisse

Contexte

Les produits phytosanitaires (PPh) sont utilisés dans l'agriculture pour protéger les plantes et les produits végétaux contre les organismes nuisibles, ou pour lutter contre les plantes problématiques. Les substances actives contenues dans les PPh peuvent toutefois avoir des effets indésirables sur l'homme et l'environnement. Avec le «Plan d'action national visant à la réduction des risques et à l'utilisation durables des produits phytosanitaires (PA PPh)», différents objectifs et mesures ont été définis afin de réduire de manière ciblée l'utilisation et les émissions de PPh ainsi que les risques qui en découlent. Conformément à la mesure 6.3.3.8, il convient en outre de rassembler des données représentatives sur l'utilisation des PPh dans différentes cultures agricoles. Il n'existe pas de monitoring exhaustif sur l'utilisation des PPh en Suisse. Cependant, durant la période 2009–2022, dans le cadre du Dépouillement centralisé des indicateurs agro-environnementaux (DC-IAE), on a recensé chaque année de manière détaillée l'utilisation de PPh dans près de 300 exploitations. Si l'on évalue ces quantités d'utilisation de PPh par culture et qu'on les extrapole aux surfaces cultivées de chaque culture dans toute la Suisse, on observe toutefois une différence considérable avec les quantités de substances actives vendues chaque année.

Cette étude, commandée par l'Office fédéral de l'agriculture (OFAG), a évalué pour la première fois quelles autres données et informations sont disponibles sur les utilisations de PPh dans les différents domaines d'application et s'il est possible de tirer des conclusions sur la manière dont les PPh vendus en Suisse se répartissent entre les différents domaines d'application. Pour ce faire, les applications agricoles et non agricoles ont été prises en compte.

Évaluation des données existantes sur l'utilisation des PPh

Afin d'améliorer à court terme la disponibilité des données sur l'utilisation des PPh, différentes sources de données ont été regroupées. Outre les données du DC-IAE déjà disponibles au lancement du projet, six autres sources de données agricoles ont pu être prises en compte dans le projet. Ainsi, pour les «grandes cultures» et l'«arboriculture» suffisamment de données étaient disponibles pour une évaluation. Pour la «viticulture», il y avait en général suffisamment de données pour une évaluation, mais pas de la même manière pour toutes les régions de culture. Pour le domaine des «cultures maraîchères», qui comprend des cultures très diverses avec une utilisation des PPh très différente, les données ont certes pu être améliorées, mais il subsiste d'importantes lacunes. Pour les applications de PPh dans les «cultures de baies» ainsi que dans différentes «cultures biologiques», les données disponibles ont également pu être élargies, mais une base de données représentative fait défaut. Il n'a pas été possible de trouver des données sur l'utilisation de PPh pour la «culture de plantes ornementales».

Pour les utilisations de PPh en dehors de l'agriculture, cinq sources de données ont pu être identifiées et utilisées pour les trois domaines d'application suivants: «voies ferrées», «sylviculture» et «horticulture et paysagisme - domaine public» (espaces verts dans les villes). Aucune donnée n'était disponible pour les utilisations professionnelles et non professionnelles de PPh dans les jardins privés et les espaces verts des immeubles, sur les terrains de sport ou le long des routes.

Comparaison des quantités vendues et des quantités d'application calculées par substance active

Les quantités de PPh vendues en Suisse sont recensées chaque année par l'OFAG et les quantités de substances actives sont publiées. La comparaison de ces quantités vendues et des quantités d'utilisation calculées doit montrer quelle part de la quantité annuelle vendue d'une substance active a été utilisée dans quel domaine d'application (figure 2). Pour ce faire, toutes les informations disponibles sur les utilisations de PPh ont été extrapolées aux surfaces correspondantes en Suisse et présentées par domaine d'application. Pour les substances actives qui n'étaient autorisées que dans un seul domaine d'application, la quantité totale de substances a été attribuée à ce domaine d'application. Afin de pouvoir évaluer la fiabilité des extrapolations, une procédure de «bootstrapping» a en outre été effectuée.

Pour deux domaines d'application dépourvus de données en la matière, il a été possible de calculer des quantités minimales («culture de plantes ornementales») ou d'estimer approximativement les quantités de substances actives

utilisées («utilisation non professionnelle») à l'aide des quantités de produits vendus clairement attribuables et d'informations provenant de l'autorisation. Les quantités de substances actives importées sur des semences traitées (et non comprises dans les quantités vendues) ont été ajoutées aux quantités vendues publiées par l'OFAG.

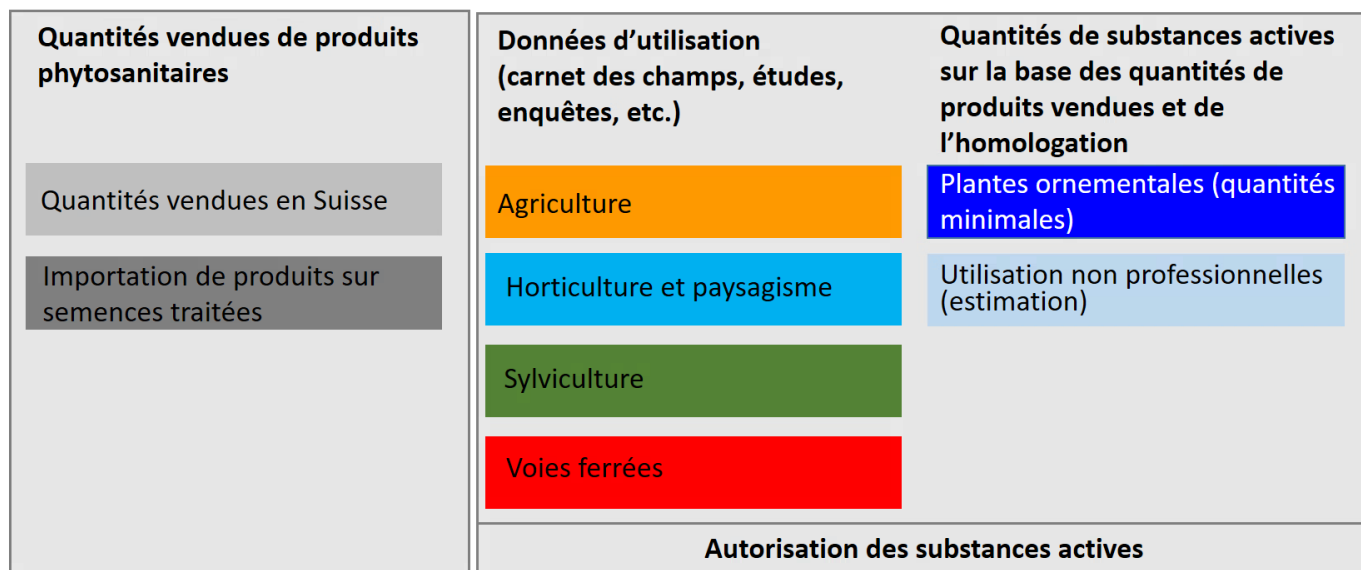


Figure 2: Les données utilisées pour la comparaison sont, d'une part, les quantités vendues et les quantités de PPH importées sur des semences traitées et, d'autre part, les données d'application existantes ainsi que les calculs des quantités de substances actives effectués sur la base des quantités de produits vendues. Homologation des substances actives: pour les substances actives autorisées dans un domaine d'utilisation, les quantités totales vendues ont été attribuées à ce domaine d'utilisation.

L'étude a porté sur la période 2010-2020 au cours de laquelle 2146 tonnes de substances actives ont été vendues en moyenne chaque année. La quantité de substances actives extrapolée dans cette étude à l'aide des données d'utilisation existantes et clairement attribuée à un domaine à l'aide des quantités de produits vendus et des informations relatives à l'autorisation de mise sur le marché correspondait en moyenne à 1436 t et explique ainsi en moyenne 67 % de la quantité vendue (entre 63 % et 72 % selon l'année). Sur cette quantité d'utilisation extrapolée, les plus grandes quantités concernaient les grandes cultures (44 %), la viticulture (21 %) et l'arboriculture (17 %). En moyenne, 33 % des quantités de substances actives vendues n'ont pu être attribuées à aucun domaine d'application.

Les fongicides représentaient la plus grande part de la quantité totale de substances actives vendues (46 %), les herbicides 30 % et les insecticides 14 %. Les 10 % restants étaient constitués de molluscicides, de régulateurs de croissance et de substances actives à large spectre définies par Eurostat comme «autres produits phytosanitaires». Les volumes d'utilisation extrapolés ont permis d'expliquer 71 % du volume des ventes d'herbicides, 70 % du volume des ventes d'insecticides et 65 % du volume des ventes de fongicides. Les données d'utilisation disponibles permettent d'expliquer plus de 75 % des quantités vendues pour près de la moitié des substances actives, mais moins de 50 % pour près d'un quart d'entre elles.

Clarifications supplémentaires pour certaines substances actives

34 substances actives ont été considérées comme plus importantes en raison des risques qu'elles présentent pour l'homme et l'environnement ou parce qu'elles sont vendues en grandes quantités. Pour 21 des substances actives désignées comme «prioritaires» dans cette étude, les volumes de vente ont pu être expliqués en grande partie par les extrapolations et attribués quantitativement aux principaux domaines d'application. Pour les 13 substances actives restantes (désignées comme «substances actives prioritaires avec données manquantes»), qui sont ou ont été toutes autorisées dans un nombre relativement important de domaines d'application, les volumes d'utilisation extrapolés n'expliquent toutefois qu'une petite partie des volumes de vente. Dans le cas de certaines de ces substances actives, des quantités supplémentaires ont pu être estimées pour différents domaines d'application (par exemple au moyen d'une analyse détaillée des quantités de produits vendus) et des comparaisons ont pu être effectuées (par exemple avec des données PPH provenant de l'étranger). Par ailleurs, pour une substance active en particulier (le difénoconazole), le manque de données a même pu être comblé en grande partie. Entre-temps, quatre

substances actives prioritaires présentant des données manquantes n'ont plus été autorisées (alpha-cyperméthrine, chlorpyrifos-méthyl, bifenthrine et chlorpyrifos). Il reste donc huit substances actives prioritaires actuellement autorisées pour lesquelles il existe encore d'importantes lacunes au niveau des données. Elles appartiennent soit au groupe des pyréthroïdes (cyperméthrine, deltaméthrine, lambda-cyhalothrine), soit aux substances actives les plus vendues en termes de volume (soufre, cuivre, huile minérale, glyphosate et métaldéhyde).

Conclusion

Cette étude montre pour la première fois quelles sont les données disponibles sur l'utilisation des PPh en Suisse et dans quelle mesure il est possible d'estimer dans quels domaines d'application les différentes substances actives des PPh sont utilisées. Elle montre en outre que pour près de la moitié des substances actives, les quantités vendues peuvent être relativement bien expliquées à l'aide d'extrapolations. Pour d'autres, les quantités vendues n'ont pu être expliquées que partiellement à l'aide des données d'utilisation disponibles. C'est notamment le cas pour les substances actives prioritaires qui, en raison de leur autorisation, auraient pu être utilisées dans de nombreux domaines d'application différents.

L'attribution des quantités de substances actives de PPh vendues aux différents domaines d'application ou aux différents modes de production (notamment à l'«agriculture biologique») a été partiellement possible pour certains domaines d'application et, seulement sous certaines conditions voire pas du tout pour d'autres. La raison en est que pour certains domaines d'application agricoles («cultures maraîchères», «cultures de baies», «cultures de plantes ornementales»), le domaine d'application non agricole «horticulture et paysagisme» ainsi que l'«utilisation non professionnelle», les données d'utilisation sont trop peu nombreuses, voire inexistantes. Il existe également trop peu de données d'utilisation pour l'«agriculture biologique» (tous les domaines d'application).

Les données actuellement disponibles ne suffisent pas pour déterminer la participation des différents domaines d'application, agricoles ou non, à l'utilisation ou au risque potentiel des PPh. Pour cela, un suivi complet de l'utilisation est nécessaire. L'enregistrement de l'utilisation professionnelle des PPh², désormais fixé par la loi et obligatoire à partir de 2026, devrait permettre de réaliser de telles évaluations.

² <https://digiflux.info/de>

Summary

Analysis of the Use of Plant Protection Products in Switzerland

Background

Plant protection products (PPPs) are used in agriculture to protect plants or plant products from harmful organisms or to control problematic plants. However, the active substances contained in PPPs can have undesirable effects on humans and the environment. With the National Action Plan for Risk Reduction and Sustainable Use of Plant Protection Products ('Action Plan Plant Protection Products (AP PPP)'), various objectives and measures have been defined to reduce the use and emissions of PPPs and the risks associated therewith. In accordance with Measure 6.3.3.8, representative data on the use of PPPs in various agricultural crops is to be compiled. Although comprehensive monitoring of PPP usage in Switzerland is not available, PPP use on around 300 farms was recorded in detail every year in the period from 2009 to 2022 as part of the Swiss Agri-Environmental Data Network (SAEDN). If, however, these PPP application quantities per crop are analysed and extrapolated to the cultivated area of the respective crops throughout the whole of Switzerland, we can see that there is a considerable difference compared to the quantities of active substances sold annually.

Commissioned by the Federal Office for Agriculture (FOAG), this study was the first to assess what further data and information are available on PPP use in the various areas of application, and whether it is possible to draw conclusions as to how the PPPs sold in Switzerland are distributed among the various areas of application. For this, both agricultural and non-agricultural usage was taken into account.

Evaluation of the currently available data on PPP usage

To improve the availability of data on PPP use in the short term, various data sources were compiled. In addition to the SAEDN data already available at the outset of the project, six further agricultural data sources were taken into account. Thus, sufficient data was available for analysis in the application areas 'field crops' and 'fruit production'. For 'viticulture', sufficient data was generally available for analysis, but not to the same extent for all cultivation regions. For 'vegetable production', which encompasses a broad range of crops with widely differing PPP usage, it was possible to increase the amount of data available, although large gaps remain. Data availability was also expanded for PPP usage in 'berry production' as well as in various organically grown crops ('organic crops'), but a representative data is currently still missing. No PPP application data was available for 'ornamental plant production'.

Five data sources for the three areas of application 'railway tracks', 'forestry' and 'landscape gardening – public sector' (urban green spaces) were identified and taken into account for non-agricultural PPP. There was no PPP usage data available for professional and non-professional usage in private gardens and on green areas on properties, on sports grounds or along roads.

Comparison of sales volumes and calculated application quantities per active substance

The PPP product volumes sold in Switzerland are recorded annually by the FOAG and the quantities of active substances published. The comparison of these sales volumes with the calculated application quantities is meant to show what percentage of the annual sales volume of an active substance was used in what area of application (Figure 3). For this purpose, all available information on PPP usage was extrapolated to the corresponding areas in Switzerland and depicted for each area of application. For active substances authorised in just one area of application, the entire volume of active substances was assigned to this area of application. A bootstrapping procedure was also carried out to test the robustness of the extrapolations.

For two areas of application without usage data, the unambiguously assigned product sales volumes and information from the authorisation enabled either the calculation of minimum quantities ('ornamental plant production') or a rough estimate of the volume of active substances ('non-professional use'). The quantities of active substances imported on dressed seeds (and not included in the sales volumes) were added to the sales volumes published by the FOAG.

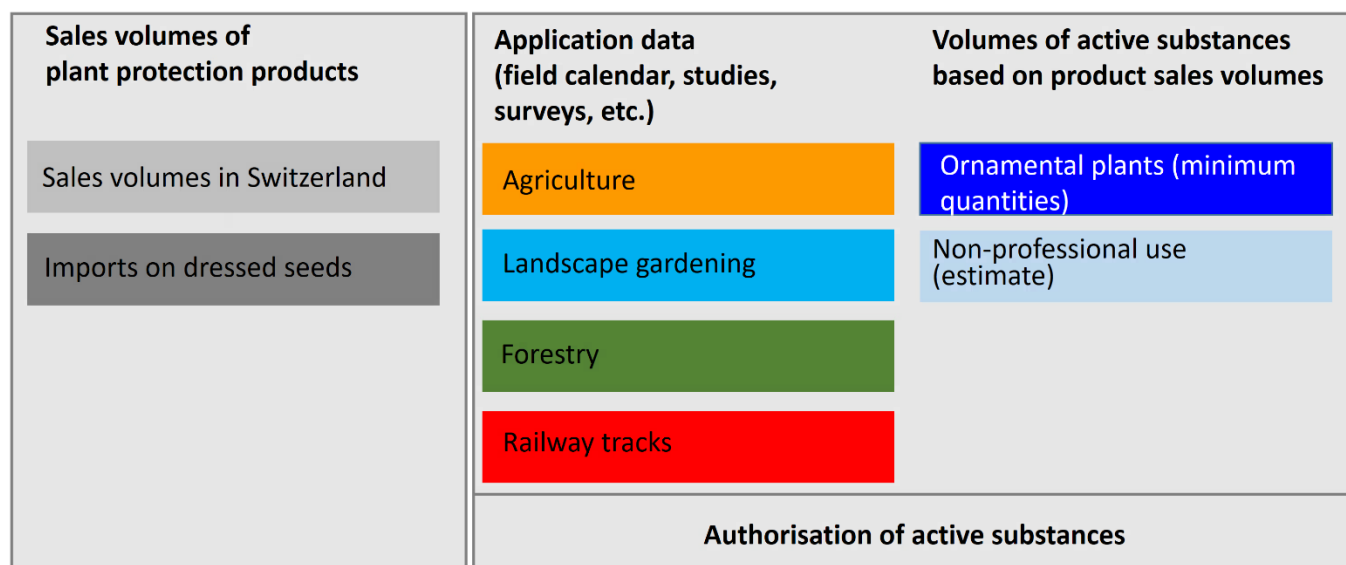


Figure 3: The underlying data for the comparison consists of the sales volumes and quantities of PPP imported on dressed seeds on the one hand, and the available application data as well as calculations of volumes of active substances based on product sales volumes on the other hand. Authorisation of active substances: total sales volumes of active substances authorised in just one area of application were assigned to that area of application.

The years 2010 to 2020 were analysed. During this period, an average 2146 t of active substances were sold annually. The quantities of active substances in this study extrapolated with available usage data and assigned unambiguously to an area using product sales volumes and authorisation information were on average equivalent to 1436 t, and thus accounted for an average of 67% of the sales volumes (between 63% and 72%, depending on the year). 'Field crops' (44%), 'viticulture' (21%) and 'fruit production' (17%) accounted for the highest volumes of this extrapolated application volume. On average, 33% of the quantities of active substances sold could not be assigned to an area of application.

'Fungicides' accounted for the highest share of the total quantity of active substances sold (46%), followed by 'herbicides' (30%) and 'insecticides' (14%). 'Molluscicides', 'plant growth regulators' and active substances with a diverse spectrum of activity, defined by Eurostat as 'Other PPPs', accounted for the remaining 10%. The extrapolated application quantities explained 71% of the 'herbicide' sales volumes, whilst for 'insecticides' and 'fungicides' the attributable sales volumes were 70% and 65%, respectively. The available application data can account for over 75% of the sales volumes for just under half of all active substances, but explain less than 50% of the sales volumes for just under a quarter of the active substances.

Additional clarifications for individual active substances

Greater importance was attributed to 34 active substances in terms of the risks they posed to humans and the environment or because of their high sales volumes. For 21 of the active substances described as 'prioritised' in this study, sales volumes could largely be explained with the extrapolations and assigned quantitatively to the most important areas of application. For the remaining 13 active substances, however (referred to as "prioritised active substances with data gaps"), all of which are or were authorised in a relatively high number of areas of application, the extrapolated application quantities only accounted for a small proportion of the sales volumes. For some of these active substances, it was possible to estimate additional quantities for different areas of application (e.g. by means of a detailed analysis of the product sales volumes) and make comparisons (e.g. with PPP data from other countries). For one active substance (Difenoconazole), the data gap could even largely be closed. Meanwhile, four prioritised active substances with data gaps (Alpha-cypermethrin, Chlorpyrifos-methyl, Bifenthrin und Chlorpyrifos) have lost their authorisation. This leaves eight currently authorised prioritised active substances for which sizeable data gaps remain. Said active substances belong either to the pyrethroids group (Cypermethrin, Deltamethrin, Lambda-cyhalothrin) or to the active substances sold in the largest volumes (sulphur, copper, mineral oil, glyphosate and metaldehyde).

Conclusions

This study shows for the first time what data is available on the use of PPPs in Switzerland and to what extent it is possible to estimate in what areas of application the different PPP active substances are used. The analysis shows that sales volumes for almost half of the active substances can be explained relatively well by means of extrapolations. For others, the quantities sold were only partially explainable with the available application data. This was particularly the case for prioritised active substances that could have been used in many different areas of application on the basis of their authorisation.

The allocation to the different areas of application or types of production (in particular to 'organic farming') of the quantities of PPP active substances sold was only possible to a limited extent, if at all. The reason for this is that too little or no application data is available for some agricultural areas of application ('vegetable production', 'berry production', 'ornamental plant production'), for the non-agricultural area of application 'landscape gardening' and for 'non-professional use'. There is also too little application data available for 'organic farming' (all areas of application).

Currently available data does not suffice to determine the contribution of individual agricultural or non-agricultural areas of application to PPP use or PPP risk potential; rather, comprehensive usage monitoring would be required for this. However, such analyses should be possible in future with the recording of professional PPP use³, now legally stipulated and compulsory from 2026 onwards.

³ <https://digiflux.info/de>

1 Einleitung

Pflanzenschutzmittel (PSM) werden sowohl in der Landwirtschaft als auch in anderen Bereichen (Garten- und Landschaftsbau, Zierpflanzenbau, Forstwirtschaft, Nichtberufliche Verwendung, Lagerung) eingesetzt, um Pflanzen oder Pflanzenerzeugnisse vor Schadorganismen zu schützen. Sie werden auch zur Bekämpfung von Problempflanzen entlang von Straßen und Bahnstrecken eingesetzt. PSM enthalten Wirkstoffe, die aufgrund ihrer Eigenschaften auch zu unerwünschten Nebenwirkungen beim Menschen und in der Umwelt führen können. Daher hat der Bundesrat im September 2017 den nationalen Aktionsplan zur Risikoreduktion und nachhaltigen Anwendung von Pflanzenschutzmitteln (AP PSM) beschlossen (Bundesrat, 2017). Der AP PSM hat zum Ziel, die Risiken von PSM zu halbieren und die Anwendungen und Emissionen von PSM zu reduzieren. Konkret sollen die durch PSM-Anwendungen entstehenden Emissionen bis 2027 um 25 % gegenüber der Periode 2012 – 2015 reduziert werden. Ebenfalls sollen die Anwendungen von «PSM mit besonderem Risikopotenzial» bis 2027 um 30 % gegenüber der Referenzperiode 2012 – 2015 reduziert werden. PSM mit besonderem Risikopotenzial wurden im Anhang 9.1 des AP PSM definiert (Bundesrat, 2017). Diese Wirkstoffe werden in die Liste aufgenommen, wenn sie im Boden persistent oder gemäss Pflanzenschutzmittelverordnung⁴ (PSMV, Anhang Teil E) ein Substitutionskandidat sind. Im Rahmen des AP PSM sollen, gemäss der Massnahme 6.3.3.8, ausserdem repräsentative Daten zum Einsatz von PSM in verschiedenen landwirtschaftlichen Kulturen zusammengetragen werden.

Bekannt sind die in der Schweiz verkauften Mengen an PSM. Die Bewilligungsinhaber und Importeure von PSM müssen dem BLW jährlich die verkauften Produktmengen melden. Die darin enthaltenen Wirkstoffmengen werden berechnet und veröffentlicht (BLW, 2021b). Wie PSM angewendet werden dürfen (d.h. welches Produkt in welcher Menge auf welcher Kultur gegen welchen Schadorganismus eingesetzt werden darf), wird im PSM-Verzeichnis (BLW, 2022) dargestellt, welches laufend aktualisiert wird. Bis auf wenige Ausnahmen werden die tatsächlichen Anwendungen von PSM dagegen bislang nicht zentral dokumentiert. Eine dieser Ausnahmen ist die Forstwirtschaft. Hier sind Anwendungen im Wald bewilligungspflichtig und müssen bei den kantonalen Ämtern gemeldet werden. Landwirtschaftliche Anwendungen mit Helikoptern müssen dem Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL) gemeldet werden. Alle landwirtschaftlichen Betriebe, die im Rahmen des ökologischen Leistungsnachweis (ÖLN) Direktzahlungen beziehen, müssen zudem ihre PSM-Anwendungen handschriftlich oder digital aufzeichnen und im Rahmen von Kontrollen vorweisen. Diese Daten werden aber bislang nicht zentral erfasst. Für andere Anwendungsgebiete von PSM besteht bislang keine gesetzliche Pflicht zur Aufzeichnung der Anwendungen.

Eine wichtige Datenquelle für landwirtschaftliche PSM-Anwendungen ist die Zentrale Auswertung von Agrarumweltindikatoren (ZA-AUI). Zwischen 2009 und 2022 wurden hier jährlich die PSM-Anwendungen von rund 300 freiwillig teilnehmenden Betrieben erfasst. Die flächenmässig wichtigsten Kulturen wie z.B. Grünland, Winterweizen oder Zuckerrüben sind relativ gut vertreten (Gilgen et al., 2023). Für bestimmte Kulturen (Obstbau, Rebbau, Gemüsebau) und den Biolandbau (alle Anwendungsgebiete) ist die Datenlage jedoch sehr begrenzt und gewisse Regionen der Schweiz (z.B. die Südschweiz) sind nicht oder nur ungenügend abgedeckt (de Baan et al., 2015). Zudem ist die Datenqualität in den ZA-AUI-Erhebungen für nicht gespritzte Mittel (z.B. Saatbeizmittel, Schneckenkörner) bisher unzureichend. Erste Hochrechnungen haben gezeigt, dass mithilfe dieser Anwendungsdaten die verkauften Mengen nur ungenügend erklärt werden können (Spycher & Daniel, 2013).

Um eine bessere Übersicht über die PSM-Anwendungsmengen und -bereiche zu erhalten, sollen gemäss Massnahme «6.3.3.8 Monitoring der PSM Anwendungen» im AP PSM repräsentative Daten zu PSM-Anwendungen in verschiedenen Kulturen und Anwendungsgebieten gesammelt, ausgewertet und publiziert werden. Das BLW hat daher Agroscope beauftragt, eine entsprechende Studie durchzuführen.

In dieser Studie wurde untersucht, inwieweit sich die in der Schweiz verkauften PSM-Wirkstoffmengen quantitativ mit den vorhandenen Anwendungsdaten erklären und ob sich die verkauften Mengen den verschiedenen Anwendungsgebieten zuordnen lassen. Dafür wurde eine detaillierte Übersicht über verfügbare Daten und Informationen zu PSM-Anwendungen erstellt. Mithilfe der verfügbaren Daten wurden Berechnungen zum PSM-Einsatz je Wirkstoff, Jahr und Anwendungsgebiet. Die Berechnungen wurden anschliessend den Verkaufsmengen

⁴ <https://www.fedlex.admin.ch/eli/cc/2010/340/de>; 916.161 Verordnung über das Inverkehrbringen von Pflanzenschutzmitteln (Pflanzenschutzmittelverordnung, PSMV)

gegenübergestellt. Da für 13 aus gesellschaftlicher Sicht relevante Wirkstoffe weiterhin Wissenslücken zur Anwendung bestanden, wurden für diese Wirkstoffe gezielt weitere Abklärungen und Abschätzungen gemacht.

2 Vorgehen und Methoden

2.1 Evaluation der Datenquellen zu PSM-Anwendungen

Datenrecherche

Ziel der Datenrecherche war es, eine Übersicht zu erstellen, für welche landwirtschaftlichen und nicht-landwirtschaftlichen Bereiche bereits Daten zu PSM-Anwendungen existieren. Einerseits wurden dafür schon bei Agroscope vorhandene Datensätze evaluiert, andererseits wurde nach weiteren Datensätzen gesucht. Zu diesem Zweck wurden Fachpersonen von Behörden (national, kantonal, kommunal), Forschungsinstitutionen, Verbänden und anderen Organisationen konsultiert, wie zum Beispiel kantonale Waldfachstellen, Stadtgärtnereien oder eine Fachstelle der Hauswarte. Ausserdem wurde mittels Literaturrecherche nach vorhandenen Berichten oder Publikationen gesucht. Da sich der AP PSM auf die Referenzperiode 2012 – 2015 bezieht, wurde der Fokus für die Datenrecherche auf die Jahre ab 2012 gelegt.

Evaluationskriterien

Die gefundenen Daten wurden analysiert und unter folgenden Aspekten beschrieben:

- a) Welche Anwendungsgebiete wurden mit dem jeweiligen Datensatz abgedeckt?
- b) Wie umfangreich war der jeweilige Datensatz?
- c) Wer erhebt die Daten, bzw. wer hat die Daten erhoben? Wer hat die Datenrechte?
- d) In welcher Regelmässigkeit werden/wurden die Daten erhoben?
- e) Auf welchen Zeitraum bezieht sich die Datenerhebung? Ist die Datenquelle langfristig gesichert?
- f) In welcher Qualität werden/wurden die Daten erhoben resp. welche Qualitätskontrolle wird/wurde gemacht?
- g) Wie werden/wurden die Daten erfasst (elektronisch, auf Papier, zentrale Erfassung, etc.)?
- h) Falls elektronisch: mit welcher Software?
- i) Bestehen bereits Auswertungen mit den Daten zur PSM-Anwendung?
- j) Wozu eignen sich die Daten? Welche Aussagen kann man damit machen?
- k) Ist der Datensatz nützlich für die Hochrechnungen der Anwendungsmengen?

Auf Grundlage dieser Kriterien wurde geprüft, in welchen Anwendungsgebieten bereits genügend Daten vorhanden sind und für welche Gebiete neue Datenerhebungen nötig sind. Bei den Datensätzen, die als sehr wertvoll die Hochrechnungen der Anwendungsmengen eingeschätzt wurden, wurde angefragt, ob die Daten im Rahmen dieser Studie verwendet werden können.

2.2 Hochrechnung Anwendungsmengen und Vergleich mit Verkaufszahlen

Um aufzuzeigen, welcher Anteil der jährlich verkauften Menge eines Wirkstoffs in welchem Anwendungsgebiet verwendet wurde, wurden folgende Anwendungsgebiete unterschieden: «Feldbau» (d.h. Ackerkulturen inkl. Kunstwiesen und Dauergrünland⁵), «Gemüsebau» (nur Freilandgemüse), «Obstbau», «Weinbau», «Biokulturen» (alle Anwendungen im biologischen Anbau), «Andere Nutzungen» (Kulturen mit kleinen Anbauflächen wie Beeren-, Gewächshauskulturen oder Sonnenblumen), «Zierpflanzenbau» (Produktion, inkl. Baumschulen), «Forstwirtschaft» (inklusive pflanzliche Forstgärten), «GaLaBau-öffentlicher Bereich» (d.h. Garten- und Landschaftsbau von Gemeinden und Städten), «Bahngleise» und «Nichtberufliche Verwendungen» (d.h. Anwendung im Hobbybereich von Privatpersonen). Für landwirtschaftliche Anwendungen wurden zudem zusätzliche Auswertungen auf Ebene einzelner Kulturen gemacht.

In einem ersten Schritt wurden alle verfügbaren PSM-Anwendungsdaten aufbereitet und einer Qualitätskontrolle unterzogen. Anschliessend wurden die PSM-Anwendungsdaten für jedes Anwendungsgebiet auf die in der Schweiz vorhandenen Flächen hochgerechnet. Mithilfe zusätzlicher Informationen aus der Zulassung von Wirkstoffen und

⁵ PSM-Anwendungen auf Wiesen und Weiden sind im PSM-Verzeichnis dem Anwendungsgebiet «Feldbau» zugewiesen. Es wird dabei nicht unterschieden zwischen Kunstwiese und Dauergrünland. Daher wurde Dauergrünland dem Anwendungsgebiet «Feldbau» zugewiesen.

Produkten wurden die Hochrechnungen zum Teil ergänzt oder angepasst. Um die Robustheit der Hochrechnungen beurteilen zu können, wurde ein Bootstrapping-Verfahrens durchgeführt, bei dem wiederholt nur ein Teil der vorhandenen PSM-Anwendungsdaten für eine Hochrechnung verwendet wurde um die Verteilung der berechneten Minimal- und Maximalwerte zu analysieren. Die Hochrechnung der Anwendungsmenge wurde dann pro Wirkstoff den Verkaufsmengen gegenübergestellt. Zudem wurden Wirkstoffe priorisiert, für die weitere Abklärungen zur Anwendung gemacht wurden, wenn der Unterschied zwischen den hochgerechneten Anwendungsdaten und den verkauften Mengen zu gross war.

2.2.1 Datenaufbereitung und Qualitätskontrolle

Die PSM-Anwendungsdaten wurden aufbereitet und einer Qualitätskontrolle unterzogen, welche nachfolgend beschrieben ist. Für Anwendungsdaten von Bereichen ausserhalb der Landwirtschaft waren nur die nachfolgenden Schritte 1 – 5 notwendig. Die Datenanalysen erfolgten grösstenteils in der Software R (R Studio Team, 2021).

1. Produkt- und Wirkstoffsynonyme sowie Flächen- und Masseinheiten wurden vereinheitlicht. Analysiert wurden nur Produkte und Wirkstoffe, die im PSM-Verzeichnis gelistet sind. Düngemittel, Pflanzenstärkungsmittel o.ä. wurden von der weiteren Auswertung ausgeschlossen.
2. PSM-Produktmengen wurden, falls nicht bereits angegeben, mithilfe der Wirkstoffgehalte der Produkte laut PSM-Verzeichnis in Wirkstoffmengen umgerechnet. Alle Berechnungen wurden mit Wirkstoffmengen durchgeführt.
3. Einträge wurden auf ihre Vollständigkeit geprüft. Für landwirtschaftliche Datensätze wurden nur Einträge, die Angaben über Kultur, Kulturfläche, behandelte Kulturfläche (je Applikation), Datum der Applikation (oder die Spritzungsnummer und das Jahr), Produktname und Aufwandmenge (oder die eingesetzte Produktmenge) enthielten, für die Hochrechnungen verwendet. Für nicht-landwirtschaftliche Anwendungen konnten Datenquellen berücksichtigt werden, die Informationen über eingesetzte Produkt- oder Wirkstoffmengen in einem bestimmten Anwendungsgebiet oder auf einer definierten Fläche in einem Anwendungsjahr enthielten.
4. Selten enthielten Anwendungsdaten Duplikate, d.h. mehrfache Einträge derselben Produktanwendungen am selben Datum auf derselben Fläche. Diese Duplikate wurden entfernt.
5. Unrealistische Aufwandmengen wurden korrigiert. Dazu wurden je nach Datensatz die Produkt- oder Wirkstoffaufwandmengen mit den minimalen und maximalen entsprechenden Aufwandmengen aus dem PSM-Verzeichnis verglichen. Deutlich zu hohe Aufwandmengen wurden korrigiert. In den meisten Fällen handelte es sich dabei um Fehler in den Einheiten, die korrigiert wurden.
6. Wenn nicht angegeben, wurden die Schläge und Flächen der Schläge definiert, auf denen die Behandlungen durchgeführt wurden. Unter einem Schlag wird eine zusammenliegende Fläche verstanden, auf der während einer Anbauperiode dieselbe Kultur angebaut wird.
7. Kulturen wurden einer der folgenden Kulturgruppen zugewiesen:
 - a. Anwendungsgebiet «Gemüsebau»: Freilandgemüse
 - b. Anwendungsgebiet «Obstbau»: Kernobst, Steinobst, Hochstammobst
 - c. Anwendungsgebiet «Weinbau»: Reben
 - d. Anwendungsgebiet «Feldbau»: Wintergerste, Wintergerste Extenso, Winterweizen, Winterweizen Extenso, Übriges Getreide, Kartoffeln, Mais, Raps, Raps Extenso, Hülsenfrüchte, Zuckerrüben, Futterrüben, Wiesen, Weiden, Brachen
 - e. Anwendungsgebiet «Andere Nutzungen»: Kulturen mit geringer Anbaufläche und nur wenigen Anwendungsdaten wie z.B. Beeren, Kiwis, Sonnenblumen oder Gewächshausgemüse.
8. In einigen landwirtschaftlichen Datensätzen fehlten die unbehandelten Flächen. Deshalb wurde für Kulturgruppen, bei denen ein Grossteil der Flächen nicht behandelt wird, wie z.B. «Wiesen, Weiden Brachen», ein Anteil an unbehandelten Flächen gemäss den Auswertungen des ZA-AUI-Datensatzes zugefügt.
9. Wenn in landwirtschaftlichen Datensätzen Angaben zum Produktionssystem fehlten, wurde aufgrund der eingesetzten Wirkstoffe abgeleitet, um welche Art von Betrieb es sich handelte. Wenn nur Wirkstoffe eingesetzt wurden, die im Biolandbau zugelassen waren, wurden diese Betriebe als «biologisch produzierend» gekennzeichnet.

10. In verschiedenen Feldbaukulturen können Direktzahlungsbeiträge für extensive Produktion vergeben werden, wenn auf den Kulturen keine Fungizide, Insektizide, Wachstumsregulatoren und chemisch-synthetische Stimulatoren eingesetzt werden. Die Behandlungspläne der Kulturen Winterweizen, Wintergerste und Raps, welche die erwähnten Vorgaben erfüllten, wurden entsprechend als «Extenso» Kulturen gekennzeichnet.
11. PSM-Anwendungen im Herbst/Winter auf Winterkulturen wurden zu den Anwendungen im darauffolgenden Erntejahr angerechnet.

2.2.2 Berechnung von Kennzahlen

Um die landwirtschaftlichen Datenquellen miteinander vergleichen zu können, wurden zwei Kennzahlen je Wirkungsbereich (Herbizide, Fungizide, Insektizide), Jahr, Datensatz und Kulturgruppe berechnet. Die «Anzahl Interventionen» entspricht der durchschnittlichen Anzahl Behandlungen mit einem Wirkungsbereich auf einem Schlag. Die «Wirkstoffaufwandmenge» (in kg/ha) gibt die durchschnittliche Wirkstoffmenge wieder, welche pro Anbausaison auf einem Schlag appliziert wurde.

Die Kennzahlen «Anzahl Interventionen» und «Wirkstoffaufwandmenge» wurden zuerst pro Schlag berechnet und anschliessend über alle Schläge mit derselben Kulturgruppe pro Betrieb gemittelt. Schliesslich wurde ein Durchschnitt für die Betriebe gebildet, die die betreffende Kulturgruppe im entsprechenden Jahr angebaut hatten. Berechnungs-Beispiele sind im Anhang 9.3.2 erläutert.

2.2.3 Hochrechnungen

Hochrechnungen der landwirtschaftlichen Anwendungen

Für die landwirtschaftlichen Anwendungsdaten wurden je Kulturgruppe, Produktionssystem («biologisch» oder «konventionell»), Jahr und Wirkstoff die durchschnittliche Einsatzmenge (in kg/ha) berechnet. Dazu wurde zuerst die insgesamt in allen Datensätzen d eingesetzte Menge des Wirkstoffs w [in kg] pro Produktionssystem p , Kulturgruppe k und Jahr j berechnet. Anschliessend wurde diese insgesamt in allen Datensätzen eingesetzte Menge geteilt durch die gesamte in allen Datensätzen erfasste Fläche der Kulturgruppe. Schliesslich wurde die so berechnete durchschnittliche Einsatzmenge pro Wirkstoff (in kg/ha) und Kulturgruppe mit den jeweiligen Anbauflächen in der Schweiz je Kulturgruppe, Produktionssystem und Jahr multipliziert:

$$\text{Wirkstoffmenge}_{p,k,j,w} = \frac{\sum_{d=1}^n \text{Wirkstoffmenge}_{p,k,j,w,d}}{\sum_{d=1}^n \text{Kulturfläche}_{p,k,j,d}} * \text{Anbaufläche}_{p,k,j}$$

Die für die Berechnungen verwendeten Obstflächen stammen vom Bundesamt für Landwirtschaft (BLW, 2020), die Gemüseflächen von der Schweizer Zentralstelle für Gemüsebau (SZG, Office), die übrigen landwirtschaftlichen Anbauflächen vom Bundesamt für Statistik (BFS, 2022) und die Informationen zu den Extenso-Flächen von Winterweizen, Wintergerste und Raps vom Bundesamt für Landwirtschaft (BLW, Abteilung Agrarinformationssysteme). Für die Darstellung und Auswertung der Ergebnisse wurden die hochgerechneten Wirkstoffmengen der 19 Kulturgruppen den jeweiligen fünf Anwendungsgebieten zugewiesen.

Hochrechnungen der nicht-landwirtschaftliche Anwendungen

Nach dem gleichen Verfahren wurden auch die Wirkstoffmengen für die nicht-landwirtschaftlichen Bereiche berechnet. Die Hochrechnungen erfolgten jeweils pro Wirkstoff, Jahr und Anwendungsgebiet («Bahngleise», «Forstwirtschaft», «GaLaBau-öffentlicher Bereich»), wobei an Stelle der Anbauflächen die jeweiligen Flächen der Anwendungsgebiete verwendet wurden. Für die Forstwirtschaft wurde die produktive Waldfläche je Kanton und Jahr verwendet (BFS, 2021), für die Bahngleise die totale Eisenbahnnetzlänge von 2020 (BFS, 2020a) und für den öffentlichen GaLaBau die Flächen der Erholungs- und Grünanlagen je Stadt aus der Arealstatistik 2004/06 (BFS, 2016).

Robustheitsanalyse der Hochrechnungen (Bootstrapping-Verfahren)

Für die Hochrechnungen der Anwendungsmengen aller Wirkstoffe wurden jeweils alle aufbereiteten Datensätze verwendet. Um die Robustheit dieser Hochrechnungen zu beurteilen, wurde ein Bootstrapping-Verfahren angewendet, d.h. ein statistisches Verfahren, bei dem zufällig eine Stichprobe aus einem Datensatz gezogen wird, um damit eine Kennzahl zu berechnen. Daraus kann mit vielen Wiederholungen eine Verteilung des Datensatzes abgeschätzt werden. Dabei wurden pro Jahr, Produktionssystem und Kulturgruppe jeweils 70 % der vorhandenen Schläge oder Datenpunkte (oder 70 % der Daten von Anwendungsgebieten ausserhalb der Landwirtschaft) zufällig ausgewählt und die Hochrechnung mit dieser Stichprobe durchgeführt. Dies wurde 10'000-mal wiederholt und jeweils das 5. und 95. Perzentil je Wirkstoff, Jahr, Produktionssystem und Kulturgruppe (oder Gebiet für Daten ausserhalb der Landwirtschaft) berechnet, um damit die Spannweite der Hochrechnungen darzustellen. Diese Art der Analyse kann jedoch nur den Einfluss der Stichproben auf die extrapolierten Mengen für Anwendungsgebiete ermitteln, für die Daten vorliegen.

2.2.4 Anpassung Hochrechnung mithilfe der PSM-Verzeichnisse und Verkaufszahlen

Für Produkte oder Wirkstoffe, die nur in einem Anwendungsgebiet, nur für eine spezifische Produktkategorie (z.B. Saatbeizmittel) oder nur für die nichtberufliche Verwendung zugelassen waren, wurden die hochgerechneten Einsatzmengen mithilfe der Verkaufszahlen angepasst. Verkaufszahlen zu den Produkten sind vertrauliche Daten und nicht öffentlich verfügbar, wurden diesem Projekt aber vom BLW zur Verfügung gestellt. Für das Jahr 2017 wurden die mittleren Verkaufsmengen von 2015 und 2016 verwendet. Hierzu wurden zuerst die Produkte aus dem PSM-Verzeichnis (BLW, 2022) mit den verkauften Produktmengen verknüpft. Damit konnten die Verkaufsmengen einzelner Produkte und davon abgeleitet auch einzelner Wirkstoffe ermittelt werden. Da sich die Zulassung der Produkte ändern kann, wurde die Wirkstoffmenge pro Anwendungsgebiet oder Produktkategorie für jedes Jahr berechnet. Hierzu wurde eine MS-SQL-Datenbank aufgebaut, die ab 2012 jeweils die Angaben aus dem PSM-Verzeichnis zum Beginn jedes Jahres enthält. Für die Jahre 2010 und 2011 lagen für die Datenbank noch keine geeigneten elektronischen Formate der PSM-Verzeichnisse vor. Daher wurden für diese beiden Jahre die Zulassungsinformationen von 2012 verwendet, mit der Annahme, dass die Zulassung für die grosse Mehrheit der Produkte in diesem Zeitraum unverändert geblieben ist.

Im PSM-Verzeichnis ist die Bewilligung von mehreren tausend Produkten mit eindeutigen Produktnummern enthalten, die jeweils für den Bewilligungsinhaber und das Produkt spezifisch sind. Für die vorliegende Studie wurden Produkte mit identischem Namen, aber unterschiedlichen Bewilligungsinhabern als ein Produkt betrachtet.

Eindeutig in einem Anwendungsgebiet zugelassene Wirkstoffe

Anhand des PSM-Verzeichnisses wurden die Wirkstoffe identifiziert, welche nur in einem Anwendungsgebiet zugelassen waren. Für diese Wirkstoffe wurden die gesamten Wirkstoffverkaufsmengen, sofern vorhanden, dem Anwendungsgebiet angerechnet. Eindeutig zugelassene Wirkstoffmengen konnten nur für die folgenden sieben der elf Anwendungsgebiete im PSM-Verzeichnis berechnet werden: «Forstwirtschaft», «Feldbau», «Obstbau», «Lager- und Produktionsräume», «Zierpflanzenbau», «Gemüsebau» und «Weinbau». Für «Beerenbau», «Biodiversitätsförderflächen», «Nichtkulturland» und «Alle Gebiete» waren keine Wirkstoffe in nur einem Anwendungsgebiet zugelassenen. Für die Darstellung und Auswertung der Ergebnisse wurden die Wirkstoffmengen im Anwendungsgebiet «Lager- und Produktionsräume» dem Feldbau zugewiesen, da der überwiegende Teil dieser Wirkstoffmengen für die Behandlung von Feldbauerntegütern wie Kartoffeln oder Getreide verwendet wird.

Eindeutig in einem Anwendungsgebiet zugelassene Produkte

Ebenfalls wurden Produkte identifiziert, die nur in einem Anwendungsgebiet zugelassen waren. Die aus den Produkt-Verkaufsmengen errechneten Wirkstoffmengen wurden dem jeweiligen Anwendungsgebiet zugerechnet, wenn für das Anwendungsgebiet keine Anwendungsdaten vorlagen. Für Anwendungsgebiete mit Anwendungsdaten wurden die so errechneten Wirkstoffmengen nicht berücksichtigt, um eine Doppelzählung der Wirkstoffmengen dieser

Produkte zu vermeiden. Denn in den Daten zu den angewendeten Wirkstoffmengen war nicht mehr ersichtlich, welche Anteile aus welchen Produkten stammten. Die Wirkstoffmengen eindeutig zugelassener Produkte wurde schliesslich für die Anwendungsgebiete «Zierpflanzenbau» und «Lager- und Produktionsräume» berücksichtigt.

Das Anwendungsgebiet «Lager- und Produktionsräume» wurde erst 2015 im PSM-Verzeichnis eingeführt, davor waren diese Anwendungen im Anwendungsgebiet «Feldbau» aufgelistet. Für Produkte, die ausschliesslich im Anwendungsgebiet «Lager- und Produktionsräume» zugelassen waren, wurde daher auch für die Zeit vor 2015 angenommen, dass diese nur in Lager- und Produktionsräumen eingesetzt wurden. Für Hochrechnungen der Anwendungsmengen wurden die aufgrund dieser Produkte berechneten Wirkstoffmengen wiederum dem Feldbau zugewiesen.

Eindeutig als Saatbeizmittel zugelassene Produkte

Saatbeizmittel sind im PSM-Verzeichnis als eigene Produktkategorie aufgeführt. Bei Produkten, die nur als Saatbeizmittel zugelassen waren, wurde die verkaufte Wirkstoffmenge, welche eindeutig als Beizmittel eingesetzt wird, berechnet. Die berechneten Wirkstoffmengen wurden anschliessend den Kulturgruppen oder Anwendungsgebieten zugewiesen, auf denen das Produkt zugelassen war. Eine Doppelzählung musste hier nicht berücksichtigt werden, da in den Feldkalendern keine auswertbaren Anwendungsmengen von Beizmitteln vorlagen.

Nichtberufliche Verwendung

Die Information «Zugelassen für die nichtberufliche Verwendung» gibt es im PSM-Verzeichnis seit 2018. Gesuche für eine solche Zulassung wurden von den Bewilligungsinhabern ab 2014 beim BLW eingereicht. Produkte, die potentiell im Anwendungsgebiet «Nichtberufliche Verwendung» eingesetzt werden, wurden deshalb ab 2018 durch die Zulassung definiert. Produkte, die im Anwendungsgebiet «Nichtberufliche Verwendung» hätten verwendet werden könnten, wurden anhand von drei Kriterien identifiziert:

1. Alle Produkte, die nach 2018 eine Zulassung zur «Nichtberuflichen Verwendung» hatten;
2. Alle Produkte, die ab 2018 nicht mehr zugelassen waren und eines der Stichworte «Bio Garden», «aerofleur», «spray», «mioplant», migros», «coop», «gesal» oder «capito» im Produktnamen trugen.
3. Alle Produkte, für die ein Bewilligungsinhaber seit 2014 ein Gesuch zur nichtberuflichen Verwendung eingereicht hatte. Diese Gesuchsliste wurde vom BLW (Fachbereich Nachhaltiger Pflanzenschutz) für dieses Projekt zur Verfügung gestellt.

Für diese Produkte wurde eine Einteilung vorgenommen, bei der anhand der Gebinde und Produktformulierung bzw. anhand der Angaben in der Gesuchsliste evaluiert wurde, ob die Produkte eher nichtberuflich, beruflich oder in beiden Gebieten eingesetzt wurden. Dabei wurde angenommen, dass anwendungsfertige Produkte in kleinen Gebinden vor allem von Privaten nichtberuflich und weniger von professionellen Anwendern und Anwenderinnen genutzt werden. Für diese Produkte wurden die verkauften Wirkstoffmengen berechnet und der nichtberuflichen Verwendung zugewiesen (weitere Details im Anhang, Kap. 9.3.1).

2.2.5 Gegenüberstellung Verkaufsmengen

Pro Wirkstoff, Anwendungsgebiet oder Wirkungsbereich (z.B. Herbizide, Fungizide, Insektizide) wurde die jährlich hochgerechnete Anwendungsmenge jeweils mit der jährlich verkauften Menge verglichen, um zu sehen, welcher Anteil der verkauften Menge mit den vorhandenen Anwendungsdaten erklärt werden kann. Dabei wurden jeweils die Verkaufsmengen für ein Jahr den Anwendungsmengen aus dem gleichen Jahr gegenübergestellt. Eine mögliche zeitliche Verzögerung zwischen Kauf und Anwendung sowie durch die Lagerhaltung von PSM konnte nicht berücksichtigt werden.

Bewilligungsinhaber und Importeure von PSM sind gemäss Artikel 62 der PSMV⁶ verpflichtet, die in der Schweiz verkauften Mengen von jedem PSM-Produkt jährlich dem BLW zu melden. Mithilfe der Wirkstoffgehalte pro Produkt wird vom BLW anschliessend die verkaufte Wirkstoffmenge berechnet. Die verkauften PSM Wirkstoffmengen werden vom BLW jährlich veröffentlicht (BLW, 2021b).

In den Verkaufsmengen werden zwar importierte PSM erfasst, nicht aber importiertes Saatgut, welches mit PSM behandelt wurde. Für die betreffenden Kulturen wurden auf der Grundlage der verfügbaren Daten Schätzungen für die mit importiertem Saatgut in die Schweiz eingeführten Mengen vorgenommen.

2.2.6 Priorisierung von Wirkstoffen für weitere Abklärungen

Bei einigen Wirkstoffen bestanden grössere Abweichungen zwischen der verkauften Menge und den Hochrechnungen. Weitere Abklärungen wurden gezielt für «prioritäre» Wirkstoffe gemacht, die für verschiedene Akteure von grosser Relevanz sind. Hierfür wurde eine Liste mit prioritären Wirkstoffen erstellt (Tabelle 1), die die jeweils fünf bedeutendsten Wirkstoffe für folgende zehn Kriterien beinhaltet:

- Wirkstoffe mit dem grössten errechneten Anteil am Gesamtrisikopotential (gemäss nationalen Risikoindekatoren nach der Methodik von Korkaric et al. (2022) jeweils getrennt für
 - o Oberflächengewässer
 - o naturnahe Lebensräume
 - o Grundwasser
- Wichtigste Wirkstoffe im PSM-Monitoring, jeweils getrennt für
 - o Oberflächengewässer (gemäss Mitteilung NAWA)
 - o Grundwasser (gemäss Mitteilung NAQUA)
- Relevante Wirkstoffe bezüglich Anwenderschutz (gemäss Mitteilung SECO)
- Wirkstoffe mit besonderem Risikopotential (gemäss AP PSM Anhang 9.1 (Bundesrat, 2017)), welche zwischen 2012 und 2020
 - o in den grössten Mengen verkauft wurden.
 - o die grössten «behandelbaren Flächen» aufwiesen. Die «behandelbare Fläche» entspricht dabei der Fläche (in ha), welche mit der verkauften Wirkstoffmenge (in kg) mit einer durchschnittlichen zugelassenen Aufwandmenge des Wirkstoffs (in kg/ha) behandelt werden könnte.
- Wirkstoffe, die zwischen 2012 und 2020 schweizweit
 - o die höchsten Verkaufsmengen aufwiesen.
 - o die grösste «behandelbare Fläche» aufwiesen.

⁶ <https://www.fedlex.admin.ch/eli/cc/2010/340/de>; 916.161 Verordnung über das Inverkehrbringen von Pflanzenschutzmitteln (Pflanzenschutzmittelverordnung, PSMV)

Tabelle 1: Prioritäre Wirkstoffe und Kriterien für deren Auswahl. RP: Wirkstoffe mit besonderem Risikopotential (AP PSM, Anhang 9.1). x: Wirkstoff ist unter den Top 5 bezüglich des Kriteriums. H: Herbizide, F: Fungizide; I: Insektizide.

Wirkstoffe	Wirkungsbereich	Risikoindikator Oberflächengewässer	Risikoindikator Grundwasser	Risikoindikator Naturnahe Lebensräume	Monitoring Oberflächengewässer	Monitoring Grundwasser	Anwenderschutz	RP: grösste Verkaufsmenge	RP: grösste behandelbare Fläche	Verkaufsmenge (Ø 2012 – 2020) [t]	behandelbare Fläche (Ø 2012 – 2020) [1000 ha]	Nicht mehr Zulassung seit
Aclonifen	H							x		16	11	
alpha-Cypermethrin	I	x								0.06	5.7	2022
Bentazon	H					x				5.3	4.4	
Bifenthrin	I	x								0.12	6.6	2020
Captan	F						x			43	26	
Chloridazon	H					x				4.73	2.1	2020
Chlorothalonil (TCPN)	F		x			x				39	35	2020 ⁷
Chlorotoluron	H							x		16	12	
Chlorpyrifos	I			x	x					5.31	8.8	2021
Chlorpyrifos-methyl	I			x						4.09	6.3	2021
Cymoxanil	F						x			6.07	49	
Cypermethrin	I	x		x	x					1.19	38	
Deltamethrin	I	x								0.07	7.5	
Difenoconazol	F								x	10	x: 92	
Diflufenican	H								x	3.56	38	
Dimethachlor	H		x			x				5.92	7.9	
Dithianon	F						x			24	45	
Epoxiconazole	F								x	4.64	41	2021
Folpet	F						x			x: 111	x: 82	
Glyphosat	H			x						x: 214	x: 108	
Imidacloprid	I				x					0.11	1.1	2021
Isoproturon	H							x		11	8.1	2018
Kupfer (Total)	F							x	x	69	44	
Lambda-Cyhalothrin	I	x		x	x				x	0.59	58	
Mancozeb	F									x: 71	32	2021
Metaldehyd	M									35	x: 90	
Metazachlor	H		x							3.8	5.1	
Mineralöl (Total)	I									x: 214	11	
Nicosulfuron	H				x					1.18	22	
Pendimethalin	H							x		22	16	
Prothioconazole	F						x			9.48	68	
Schwefel	F									x: 400	x: 72	
S-Metolachlor	H		x			x				26	18	
Terbutylazine	H		x							25	36	

⁷ Verkauf und Verwendung seit dem 1.1.2020 verboten; Wirkstoff noch in Anhang 1 der PSMV

2.2.7 Weitere Abklärungen für prioritäre Wirkstoffe mit Datenlücken

Für Wirkstoffe, die als prioritär eingeteilt wurden und bei denen weniger als 75 % der verkauften Menge mit den vorhandenen Daten einem Anwendungsgebiet zugewiesen werden konnten, wurden weitere Abklärungen durchgeführt (im Folgenden als «prioritäre Wirkstoffe mit Datenlücken» benannt).

Wirkstoffmengen gemäss Zulassung: Alle prioritären Wirkstoffe mit Datenlücken waren in mehr als einem Anwendungsgebiet zugelassen. Für diese Wirkstoffe wurden die Mindest- und Höchstmengen des Wirkstoffs, die gemäß der Zulassung und Produktverkaufsmengen je Anwendungsgebiet möglich wären, berechnet. Die Mindestmenge entspricht der Verkaufsmenge der Produkte, die nur in einem Anwendungsgebiet zugelassen sind. Für die Höchstmenge wurde die Wirkstoffmenge aller Produkte addiert, die in einem Anwendungsgebiet zugelassen waren. Da einige der insektiziden Wirkstoffe unter anderem in der Forstwirtschaft zugelassen waren, wurden die Forst-Anwendungsdaten zusätzlich auf Produktebene analysiert und mit den Produktverkaufsmengen verglichen. Produkte, die nur für wenige Verwendungen, z.B. für den Vorratsschutz zugelassen waren, wurden identifiziert und die entsprechenden Wirkstoffmengen mithilfe der Produktverkaufsmengen berechnet.

Fläche einmal behandelt: Für jedes Anwendungsgebiet und jeden Wirkstoff wurde die Wirkstoffmenge berechnet, die erforderlich wäre, um die gesamte Anbaufläche einmal mit einer durchschnittlichen Aufwandmenge zu behandeln. Die durchschnittlichen Aufwandmengen wurden jeweils aus dem Mittelwert aller im PSM-Verzeichnis angegebenen Aufwandmengen je Wirkstoff und Anwendungsgebiet berechnet. Ebenfalls durchgeführt wurden diese Berechnungen für den Beerenbau und einzelne Beerenkulturen obwohl der Beerenbau in den Hochrechnungen zu «Andere Nutzungen» gezählt wurde.

Umfragen im Garten- und Landschaftsbau: Um die eingesetzten Mengen im GaLaBau zu erheben, wurde im Auftrag vom BAFU 2005 eine erste Umfrage bei Gartenbaubetrieben durchgeführt (Krebs et al., 2008). Insgesamt konnten 303 Fragebögen ausgewertet werden. Die Studie hat gezeigt, dass insgesamt 5.4 t Wirkstoffe von den 303 Betrieben eingesetzt wurden. Auf alle Betriebe hochgerechnet lag der Gesamteinsatz demnach bei 59 t. In der Studie wurden aber nicht die einzelnen Wirkstoffmengen ausgewiesen. Nach den damaligen Angaben der Schweizerische Gesellschaft für Chemische Industrie (SGCI) wurden rund 4,2 % der PSM-Verkaufsmenge in der Schweiz im Gartenbau erzielt, was 58 t Wirkstoffmenge entsprechen würde. 2010 folgte eine zweite detailliertere Umfrage unter 33 GaLaBau-Betrieben, die bereits 2005 an der ersten Umfrage teilgenommen hatten (Krebs et al., 2011) und 6 Produktionsbetrieben, d.h. Betrieben, die Zierpflanzen, Stauden und Bäume produzieren («Zierpflanzenbau»). Insgesamt hatten die 33 GaLaBau-Betriebe 157 kg Wirkstoff (davon 55 kg Glyphosat) ausgebracht. Etwa 86 % der eingesetzten Menge entfiel auf Herbizide, 10 % auf Fungizide und 4 % auf Insektizide. Anhand der Flächen der GaLaBau- und Produktionsbetriebe wurde dann der PSM-Einsatz auf die Schweiz hochgerechnet. Insgesamt wurde in der Studie geschätzt, dass rund 29 t Wirkstoff von Betrieben aus diesem Gebiet (1.4 % der Verkaufsmenge) angewendet wurden. Die vollständigen Resultate aus den beiden Studien von Krebs et al. 2008 und Krebs et al. 2011 wurden von den Autoren für dieses Projekt zur Verfügung gestellt.

Extrapolation Ausland: Aus verschiedenen Quellen konnten Anwendungsabschätzungen oder Anwendungsdaten aus dem Ausland gesammelt werden. Für die prioritären Wirkstoffe mit Datenlücken wurden aus diesen Daten Aufwandmengen je Kultur (inkl. unbehandelten Flächen) berechnet und auf die entsprechenden Schweizer Anbauflächen extrapoliert. Angaben zum Anteil der Verkaufs- oder Einsatzmengen je Anwendungsgebiet wurden für einen direkten Vergleich mit den Schweizer Verkaufsmengen verrechnet. Folgende Anwendungsdaten wurden verwendet:

- Deutschland: Anwendungsabschätzungen bis 2015 wurden für Deutschland zuletzt durch (Strassemeyer et al., 2017) publiziert. Die Autoren stellten zudem die berechneten Anwendungsabschätzungen bis 2020 zur Verfügung. Diese Anwendungsabschätzungen basieren unter anderem auf Erhebungen in den Jahren 2009, 2013 und 2017. Für den Vergleich auf Ebene Anwendungsgebiet wurden die Wirkstoffmengen über alle Kulturen eines Anwendungsgebietes (Feldbau-, Obst- und Gemüsebau) summiert. Da für den Gemüsebau nur die Kulturen «Zwiebeln», «Weiss/Rotkohl», «Möhren» und «Blumenkohl» angegeben waren, wurden die für diese vier Kulturen berechneten Wirkstoffmengen zusätzlich noch auf die gesamte Gemüsefläche extrapoliert (Tabelle 8, Anhang).
- Niederlande: Anwendungsdaten aus der Niederlande sind online für die Jahre 2012, 2016 und 2020 abrufbar (CBS, 2022). Für die Einsatzmengen im Gemüsebau wurden die Applikationsmuster der Kulturen Chicorée, grüne Bohnen, Gurken, Karotten, Kopfkohl, Lauch, Peperoni, Rosenkohl, Zwiebeln, Spargeln und Tomaten zuerst

auf die entsprechenden Kulturlächen in der Schweiz extrapoliert und die damit berechneten Wirkstoffmengen und auf die gesamte Gemüsefläche hochgerechnet (Tabelle 9, Anhang). Für den Feldbau und Obstbau wurden die berechneten Wirkstoffmengen der in Tabelle 9 jeweils enthaltenen Kulturen summiert. Anwendungen auf Blumenkulturen wurden auf die gärtnerischen Freiland- und Gewächshauskulturen (gem. BFS) extrapoliert. Einsatzmengen in Baumschulen wurden auf die entsprechenden Baumschulflächen (gem. BFS) extrapoliert.

- Spanien: Für Spanien wurden in der Studie (Agricultura, 2014) Angaben zu den Aufwandmengen und behandelten Flächen einiger Kulturen gefunden. In der Studie waren jeweils zwei Aufwandmengen (Básica und Cultivada) angegeben. Die Autoren erklärten in der Studie, dass nicht klar war, ob die Aufwandmengen aus den Erhebungen sich auf die behandelten Flächen oder auf die gesamte Kulturlächen beziehen, weshalb beide Werte in den Ergebnissen angegeben wurden. Jeweils der Durchschnitt, der sich aus den beiden Werten je Kultur und Wirkstoff berechnen liess, wurde zum Vergleich mit den Werten aus dem Ergebnissteil herangezogen (Tabelle 10, Anhang).
- Belgien: In einer Studie aus Belgien (CORDER, 2022) wurden mithilfe strukturierter Umfragen aus dem Jahr 2018 berechnet, welcher Anteil der Verkaufsmengen durch Nichtberuflich Verwender eingesetzt wird. Dieser Prozentsatz wurde zum Vergleich für die enthaltenen prioritären Wirkstoffe mit Datenlücken mit den Schweizer Verkaufsmengen berechnet.
- Dänemark: Für einige Wirkstoffe konnten Informationen zum Verkauf von Wirkstoffmengen an Nichtberufliche Verwender in Dänemark im Jahr 2018 gefunden werden (Miljøstyrelsen, 2021) (Miljøstyrelsen, 2019). Für den Vergleich mit der Schweiz wurde der prozentuale Anteil an den Verkaufsmengen herangezogen.
- Schweden: In einer schwedischen Studie (KEMI, 2019) wurden die Verkaufsmengen je Anwendungsgebiet im Jahr 2018 angegeben. Für den Vergleich mit der Schweiz wurden die entsprechenden Anteile an den Verkaufsmengen herangezogen.

2.2.8 Betrachtete Zeitspannen

Für die Darstellung der Ergebnisse wurde der Zeitraum zwischen 2010 und 2020 gewählt, um eine möglichst grosse Zeitspanne abzudecken. Wirkstoffverkaufsmengen sind zwar bereits seit 2008 vorhanden, doch Anwendungsdaten gab es in den früheren Jahren nur wenige, daher wurde auf Berechnungen für die Jahre 2008 und 2009 verzichtet.

Für einzelne Anwendungsgebiete lagen Daten nur für gewisse Zeiträume vor, für die Forstwirtschaft zum Beispiel erst ab 2012. Daher wurden Anwendungsdaten für die fehlenden Anwendungsjahre extrapoliert, für die Forstwirtschaft zum Beispiel für die Jahre 2010 und 2011 von den durchschnittlichen Anwendungsmengen von 2012 und 2013.

Für die Definition und Diskussion der prioritären Wirkstoffe wurden nur der Zeitraum ab 2012 (2012 – 2020) betrachtet, da sich der AP PSM auf die Veränderungen verglichen mit dem Basiszeitraum von 2012 – 2015 bezieht.

3 Evaluation der Datenquellen

3.1 Verkaufsmengen

Verkaufsmengen in der Schweiz

Bewilligungsinhaber und Importeure von PSM sind verpflichtet, dem BLW jährlich die in der Schweiz verkauften Mengen von jedem PSM-Produkt zu melden (Eigendeklaration). Das BLW prüft anschliessend die Datenqualität und berechnet Mithilfe der Wirkstoffgehalte pro Produkt die verkaufte Wirkstoffmenge. Bei Auffälligkeiten in den berechneten Wirkstoffverkaufszahlen oder beim Fehlen der Verkaufsmengen von einzelnen Bewilligungsinhabern oder Importeuren fragt das BLW bei den Firmen nach und korrigiert die Wirkstoffverkaufsmenge entsprechend.

Importierte Verkaufsmengen auf Saatgut

Wirkstoffmengen auf gebeiztem, importiertem Saatgut fehlen in der PSM-Verkaufsstatistik, weshalb im Rahmen dieses Projektes gewisse Abklärungen dazu gemacht wurden.

Generell darf importiertes Saatgut nur mit Saatbeizmitteln gebeizt werden, die auch in der Schweiz auf der entsprechenden Kultur als Saatbeizmittel zugelassen sind. Ausnahmen bilden zeitlich begrenzte Notfallzulassungen. Die Zulassung für die Insektizid-Produkte Chinook, Elado und Modesto galt laut PSM-Verzeichnis nur bis 2013, das Fungizid Thiram wurde 2020 zurückgezogen. In den Protokollen der Handelskontrolle (2010/2011) wurde angegeben, dass Rapssaatgut zu 100 % mit TMDT (Thiram), zu 77.8 % mit Modesto (Beta-Cyfluthrin, Clothianidin), und jeweils zu 11.1 % mit Elado (Beta-Cyfluthrin, Clothianidin) und Chinook (Beta-Cyfluthrin, Imidacloprid) gebeizt war. Mit den Informationen der Handelskontrolle, der Zulassung, der Aufwandmengen, der Saatmenge und der Anbauflächen konnten die auf dem Rapssaatgut enthaltenen Insektizide (2010 – 2013) und Fungizide (2010 – 2020) abgeschätzt werden. Zuckerrübensaatgut wird praktisch ausschliesslich importiert und ist in der Regel gebeizt. Die Mengen an importiertem Saatgut zwischen 2012 – 2020 und die darauf enthaltenen Beizmittelwirkstoffmengen (Imidacloprid, Thiram, Hymexazol, Tefluthrin) wurden für dieses Projekt von der Schweizer Zucker AG zur Verfügung gestellt. Maissaatgut ist in der Regel gebeizt und wird zu ca. 2/3 importiert. Die Mengen des importierten Maissaatgutes zwischen 2014 und 2020 und deren Beizmittelwirkstoffmengen (Fludioxonil, Metalaxyl-M, Methiocarb, Ziram) wurden für dieses Projekt von UFA Samen abgeschätzt, zur Verfügung gestellt und konnten für die Hochrechnungen verwendet werden.

3.2 Anwendungsdaten

3.2.1 Landwirtschaft (Feldkalender)

Grundsätzlich sind alle landwirtschaftlichen Betriebe, die im Rahmen vom ökologischen Leistungsnachweis (ÖLN) Direktzahlungen erhalten, verpflichtet, ihren PSM-Einsatz zu dokumentieren. Solche Daten liegen in Form von Feldkalendern vor, in denen pro Schlag alle PSM-Anwendungen mit Angaben zum Produkt, Menge, behandelter Fläche, Kultur und Datum der Applikation dokumentiert sind. Bei einer Mehrheit der Betriebe erfolgt diese Erfassung handschriftlich auf Papier (BFS, 2020b), wobei Betriebe vermehrt die Daten auch elektronisch erfassen. Diese Daten werden jedoch nicht zentral erfasst und müssen von den Betrieben nur für Kontrollzwecke aufbewahrt werden. Im Rahmen von verschiedenen Projekten wurden diese Feldkalendereinträge elektronisch erhoben, wobei die Beteiligung jeweils freiwillig war und diese Daten auf einer Eigendeklaration basieren. Je nach Datenvereinbarung der Projekte oder Softwareanbietern mit den Landwirten und Landwirtinnen, muss deren Zustimmung erteilt werden, um diese Daten für Forschungszwecke nutzen zu dürfen. Nachfolgend sind die Datensätze beschrieben, welche für die Hochrechnungen der Anwendungsdaten verwendet wurden (siehe auch Tab. 2). Eine Beschreibung anderer Feldkalenderdaten, die aus verschiedenen Gründen nicht für die Hochrechnungen berücksichtigt werden konnten, ist im Anhang Kap. 9.1.1 zu finden. Ebenfalls ist im Anhang ein Überblick über die verschiedenen Erfassungstools für landwirtschaftliche PSM-Anwendungen zu finden, welche auch für zukünftige Erhebungen wertvoll sein könnten (Kap. 9.2).

ZA-AUI

Die ZA-AUI ist ein Betriebsnetz von rund 300 freiwillig beteiligten Betrieben, die gegen eine finanzielle Entschädigung zwischen 2009 und 2022 jährlich detaillierte Daten zu landwirtschaftlichen Massnahmen und zum Betrieb erfassten. Auftraggeber der ZA-AUI ist das BLW, gestützt auf die «Verordnung über die Beurteilung der Nachhaltigkeit der Landwirtschaft»⁸. Die Daten werden aus Anonymitätsgründen über Treuhandstellen und Agridea an Agroscope geliefert. Agroscope berechnet mit diesen Angaben unter anderem Indikatoren im Bereich Nährstoffe, Energie, Klima, Boden, Wasser und Biodiversität. Die beteiligten Betriebe erfassen aber auch ihren PSM-Einsatz pro Schlag. Dieses Betriebsnetz bildet aktuell die umfassendste Datengrundlage zum PSM-Einsatz in der Schweizer Landwirtschaft und wurde für die Hochrechnungen der Anwendungsmengen verwendet.

Im Betriebsnetz sind verschiedene Betriebstypen eingeschlossen, auch tierhaltungs- und biologisch anbauende Betriebe. Der PSM-Einsatz im Feldbau ist darin gut abgedeckt, für Obst- und Weinbau sind die Daten jedoch nicht repräsentativ und einige Anbauregionen sind nicht gut abgedeckt (Gilgen et al., 2023). Für die verschiedenen Kulturen im Gemüsebau und Beerenbau sind nur wenige Betriebe pro Jahr vertreten. Auch für Kulturen unter biologischem Anbau sind nur wenig Feldkalenderdaten vorhanden. Die geringen Datenmengen führen damit zu einer grossen Unsicherheit bei den Hochrechnungen der eingesetzten Wirkstoffmengen pro Anwendungsgebiet oder Kultur.

Zur Schliessung von Datenlücken wurde Agridea vom BLW beauftragt, gezielt mehr Betriebe zu rekrutieren, die Daten zu landwirtschaftlichen Anwendungen im Gemüsebau, biologischen Anbau und im Obst- und Weinbau zur Verfügung stellen. Die Betriebe können seit 2018 auch nur Daten zum PSM-Einsatz abliefern. Die zwischen 2018 und 2021 durchschnittlich 21 Betriebe pro Jahr, die neu rekrutiert werden konnten, beteiligen sich im vollen Umfang an der ZA-AUI. Im Jahr 2018 haben zwei Betriebe ausschliesslich Daten zum PSM-Einsatz geliefert, 2019 und 2020 war es jeweils ein Betrieb.

Die Datenerfassung erfolgt in der ZA-AUI mit der Software Agrotech. Die Daten durchlaufen anschliessend mit standardisierten Auswertungsroutinen eine Qualitätskontrolle. Kennzahlen zum PSM-Einsatz werden jährlich im Anhang des Agrarberichts des BLW veröffentlicht (BLW, 2021a) und können auch interaktiv dargestellt werden (Agroscope, 2021). Kennzahlen zum PSM-Risiko für Feldbaukulturen wurden erstmals im Jahr 2020 für die Jahre 2009-2018 veröffentlicht (de Baan, 2020).

Support Obst Arbo (SOA)

«Support Obst Arbo» (SOA) ist ein Projekt zur Förderung eines rentablen Schweizer Obstbaus. Unter der Beteiligung des schweizerischen Obstverbandes (SOV) wird es von Agridea und Agroscope geleitet. Seit 1997 werden im Projekt jährlich produktionstechnische Daten von 8 – 17 konventionell und 1 – 3 biologisch bewirtschafteten Obstbaubetrieben erhoben. Mithilfe dieser Daten werden betriebswirtschaftliche Kennzahlen je Obstsorte berechnet, welche für die Beratung verwendet werden. Für die Erhebung der Daten wird die Software ASA-jAgrar verwendet. Die Betriebe liegen mehrheitlich in der Nordostschweiz, einige aber auch in anderen Kantonen (Wallis, Waadt oder Solothurn). Derzeit ist nicht klar, wie lange die Erhebungen fortgeführt werden.

Daten zu PSM-Anwendungen auf Kern- und Steinobst und in Reben zwischen 2010 und 2019 konnten für die Hochrechnungen der Anwendungsmengen verwendet werden. Diese Daten wurden im Rahmen eines anderen Projektes von Agroscope bereits einer Qualitätskontrolle unterzogen.

NABO-Bewirtschaftungsdaten

Die Nationale Bodenbeobachtung (NABO) erhebt seit 1985 jährlich die Bewirtschaftungs- und Nutzungspraxis auf 46 landwirtschaftlich genutzten Parzellen mit verschiedenen Kulturen (Feld-, Obst-, Wein-, Gemüsebaukulturen). Die Landwirte und Landwirtinnen dieser mehrheitlich konventionell bewirtschafteten Parzellen erfassen dabei alle PSM-Produkte, die auf den Parzellen angewendet wurden. Die Daten werden ebenfalls mit AgroTech erfasst und bei Agroscope einer Qualitätskontrolle unterzogen. Die Daten der PSM-Anwendungen zwischen 2010 und 2017 konnten für die Hochrechnungen der Anwendungsmengen verwendet werden.

⁸ <https://www.fedlex.admin.ch/eli/cc/1999/58/de>; 919.118 Verordnung über die Beurteilung der Nachhaltigkeit in der Landwirtschaft

Weinbauamt Kanton Wallis

Beim Weinbauamt des Kanton Wallis werden seit 2012 von Mitgliedern des Verbandes Vitival Feldkalender von jeweils einer Weinbau-Referenzparzelle pro Betrieb gesammelt. Die 55 – 105 Feldkalender pro Jahr werden auf freiwilliger Basis und in Papierform eingereicht und umfassen durchschnittlich 15 % Biobetriebe (Tendenz steigend). Von diesen Feldkalendern werden vom Weinbauamt nur die Anzahl Fungizid- und Insektizid-Behandlungen je Betrieb für definierte Wirkstoff- oder Wirkmechanismus-Gruppen extrahiert und ausgewertet.

Da in den extrahierten Datensätzen keine Wirkstoffe einzeln gelistet sind und auch die Aufwandmengen und Kulturflächen fehlen, konnten diese bereits extrahierten Datensätze nicht verwendet werden.

Für das Jahr 2020 wurden aber in Zusammenarbeit mit dem Weinbauamt Fungizid-Anwendungen von 63 Betrieben (darunter 5 Biobetriebe) aus den ursprünglichen Feldkalendern digitalisiert und für die Hochrechnungen der Anwendungsmengen verfügbar gemacht. Die Feldkalender von 2012– 2019/2021 und Daten zu Insektiziden könnten in Zukunft noch digitalisiert werden, ebenso Daten zu Herbiziden, welche teilweise auch in Papierform beim Weinbauamt vorhanden sind.

Gewässerschutzprojekt Boiron de Morges

Das Gewässerschutzprojekt im Einzugsgebiet des Boiron de Morges (Kanton Waadt) mit Ackerbau- und Weinbauflächen begann 2005 und lief in verschiedenen Phasen bis 2022. Dadurch ist bereits eine längere Zeitreihe mit PSM-Anwendungsdaten vorhanden. Anwendungsdaten von 41 bis 63 konventionell bewirtschafteten Betrieben pro Jahr zwischen 2009 und 2019 wurden dieser Studie zur Verfügung gestellt und für die Hochrechnungen der Anwendungsmengen verwendet.

Leimental

Das Ressourcenprojekt Leimental im Kanton Basel-Land (2016 – 2021) verfolgt das Ziel, die Wasser- und Bodenqualität zu verbessern. Dazu wurden insbesondere Massnahmen zur Verringerung von Punktquellen von PSM, Erosionsminderung und zur reduzierten Bodenbearbeitung getroffen. Im Rahmen des Ressourcenprojektes wurden zwischen 2016 und 2021 PSM-Anwendungsdaten der beteiligten Betriebe in der Region Leimental in Excel-Tabellen erfasst. Die Anwendungsdaten 2017 – 2020 von 8 bis 11 konventionell bewirtschafteten Betrieben pro Jahr wurden für die Verwendung im Projekt zur Verfügung gestellt. Neben einigen wenigen Gemüsebaukulturen befinden sich im Datensatz mehrheitlich Feldbaukulturen.

Im Ressourcenprojekt wurden auf einigen Flächen Massnahmen umgesetzt, die einen geringeren Herbizid-Einsatz zur Folge haben. Die Massnahmen hatten jedoch kaum Einfluss auf den Insektizid- oder Fungizideinsatz. Zudem sind im Datensatz auch viele Flächen enthalten, auf denen keine Massnahmen zum PSM-Einsatz umgesetzt wurden.

AquaSan

Dieses Ressourcenprojekt im Kanton Thurgau (2019 – 2026) hat zum Ziel, die Eintragswege von PSM in die Gewässer zu eruieren, deren Relevanz zu quantifizieren sowie neue, innovative Pflanzenschutz-Massnahmen einzuführen. Der Fokus liegt auf zwei Einzugsgebieten (Salmsacher Aach und Eschelisbach). In den Projektjahren 2019 und 2020 wurden PSM-Anwendungen von 13 und 20 konventionellen Betrieben in Excel Tabellen erfasst. Für die Jahre 2017 und 2018 wurden von denselben Betrieben Feldkalender digitalisiert. Im Datensatz befinden sich Gemüsekulturen, einige Feldbaukulturen und hauptsächlich Obstbaukulturen. Die erfassten Daten 2017 bis 2020 wurden zur Verfügung gestellt und für die Hochrechnungen der Anwendungsmengen verwendet. Im Zeitraum 2017 bis 2019 mussten auf diesen Flächen noch keine innovativen Pflanzenschutz Massnahmen umgesetzt werden und auch für die neu im Jahr 2020 beteiligten Betriebe mussten im ersten Jahr noch keine Massnahmen umgesetzt werden.

Tabelle 2: Übersicht über die Datenquellen mit landwirtschaftlichen PSM-Anwendungsdaten für den Zeitraum 2010 - 2020 basierend auf Feldkalendereinträgen¹. x: Daten für dieses Anwendungsgebiet sind im Datensatz vorhanden. Anzahl Betriebe bezieht sich auf die erhobenen Feldkalender.

Datenquelle	Beerenbau	Feldbau	Gemüsebau	Obstbau	Weinbau	Bio	Beizmittel	Erhebungszeitraum	Anzahl Betriebe	in Hochrechnungen verwendete Jahre
Allgemeine Quellen:										
ZA-AUI	x	x	x	x	x	x	x	2009–22	254–330	2010–2020
NABO	x	x	x	x	x			seit 1985	35–46	2010–2017
SOA				x		x		seit 1997	10–20	2010–2019
Weinbauamt Kanton Wallis (Feldkalender)					x	x		seit 2012	63	2020
AP-PSM Boden-Monitoring		x	x	x	x			2017–23	100	-
Gemüseberatungsring			x					seit 2015	5–10	-
Agroscope Erhebung im IP-Gemüse			x					2020	22	-
IP-SUISSE Feldkalender		x						seit 2016	ca. 500	-
NAQUA								2010-2011	109-166	-
Gewässerschutz- und Ressourcenprojekte:										
Leimental		x	x	x				2016–2021	8–11	2017–2020
AquaSan	x	x	x	x				2019–24	20	2019–2020
Boiron de Morges		x			x			2005–22	50–63	2010–2019
PestiRed		x						2019–24	69	-
Berner Pflanzenschutzprojekt		x						2017–22	~30	-
PFLOPF		x	x	x	x			2019–24	~60	-
Ruisseau des Charmilles		x			x			2008–15	9	-
La Lienne				x	x			2017 - 22	10	-

¹ Details zu den nicht verwendeten Datensätzen sind im Anhang, Kap. 9.1 zu finden.

3.2.2 Landwirtschaft (andere Daten)

Andere Datenquellen, welche im Rahmen dieser Studie untersucht wurden, enthalten PSM-Anwendungen, die nicht in Form von schlagspezifischen Feldkalendern vorliegen (z.B. Helikopteranwendungen). Weitere Datensätze stammen aus betriebsökonomischen Erhebungen (z.B. Kosten oder Einsatzhäufigkeit von PSM; ProfiCost; Zentrale Auswertung von Buchhaltungsdaten (ZA-BH)), Spritzmittelempfehlungen, spezifischen Umfragen (z.B. Kupfereinsatz im Biolandbau (Speiser et al., 2015)) oder Erhebungen von Branchen (z.B. Saatbeizmittel Vermehrungsorganisationen) oder Kantonen (z.B. Weinbau Wallis). In Tabelle 3 sind die landwirtschaftliche Datensätze dargestellt, welche in dieser Studie evaluiert wurden. Datensätze, welche nicht in den Hochrechnungen berücksichtigt werden konnten, sind im Anhang 9.1 beschrieben.

Kupfereinsatz auf biologischen Betrieben

In einer vom Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL) durchgeführten Studie (Speiser et al., 2015) wurden insgesamt 38 Produzenten und Produzentinnen von Bio Suisse zum Kupfereinsatz befragt. Als Grundlage dienten die Feldkalender der Jahre 2009 – 2012. Pro Kultur wurden bis zu 50 % der gesamten Bio-Anbaufläche in den jeweiligen Jahren durch die Umfrage abgedeckt. Diese Studie liefert wichtige Erkenntnisse zum mittleren Kupfereinsatz pro Hektar für verschiedene Kulturen, darunter Obstbaukulturen, Kartoffeln, Reben und einige Gemüsekulturen wie Karotten und Sellerie. Diese Daten konnten für eine Abschätzung des gesamten Kupfereinsatzes auf Bio Suisse-Kulturen verwendet werden. Daten zum Einsatz von weiteren Wirkstoffen sind in der Studie nicht enthalten. Die Studie wurde einmalig durchgeführt, und die Entwicklung des Kupfereinsatzes im Bio-Anbau lässt sich daher nicht ableiten.

Datenquellen zu Saatbeizungen

Im Folgenden werden nur die Datenquellen zu Saatgut genannt, welches in der Schweiz gebeizt wird. Die Wirkstoffmengen sind somit schon in den Verkaufszahlen enthalten.

Getreidevermehrungsorganisationen: Insgesamt neun Saatgutvermehrungsorganisationen sind für den Vertrieb von Getreidesaatgut (welches in der Regel in der Schweiz gebeizt wird) verantwortlich. Diese erfassen die Mengen des jährlich verkauften Getreidesaatguts und deren Beizungen. Anhand dieser Angaben und den zugelassenen Produktaufwandmengen pro Volumen Saatgut konnten die Wirkstoffmengen berechnet werden, die für die Getreidebeizung eingesetzt wurden. Daten dreier Vermehrungsorganisationen wurden für die Hochrechnungen der Anwendungsmengen verwendet.

UFA-Samen: Maissaatgut ist in der Regel gebeizt und wird zu ca. 1/3 in der Schweiz produziert. Die Mengen des in der Schweiz produzierten Maissaatgutes zwischen 2014 und 2020 und deren Beizungen wurden für dieses Projekt von UFA-Samen abgeschätzt und die Daten konnten für die Hochrechnungen der Anwendungsmengen verwendet werden.

Für Beizmittel auf Kartoffeln und Gemüsesaatgut konnten keine Anwendungsdaten oder weitere Datenquellen gefunden werden. Für Saatkartoffeln, welche grösstenteils in der Schweiz produziert werden, erfolgt ein Teil der Anwendung bei der Aussaat auf dem Feld und ist teilweise in den oben genannten Feldkalendern enthalten.

Tabelle 3: Weitere Datenquellen mit Informationen zu landwirtschaftlichen PSM-Anwendungen, die nicht in Form von Feldkalendereinträgen vorlagen¹.

Datenquelle	Beerenbau	Feldbau	Gemüsebau	Obstbau	Weinbau	Bio	Beizmittel	Erhebungszeitraum	Datenumfang	In Hochrechnungen verwendete Jahre
Kupfer im Biolandbau		x		x	x	x		2009–12	10–50 % der Bio-Betriebe	2010–2012
Saatgutvermehrungsorganisationen							x	mindestens seit 2010	grosser Prozentsatz des Getreidesaatguts	2010–2020
Weinbauamt Kt. Wallis (Auswertung zu Produktgruppen)					x			Seit 2012	~80 Betriebe	-
Helikopteranwendungen					x			Seit 1994	100 % der Anwendungen	-
Betriebsnetz Weinbau Agridea					x			Seit 2000	~10 Betriebe	-

¹ Details zu den nicht verwendeten Datensätzen sind im Anhang, Kap. 9.1 zu finden.

3.2.3 Garten- und Landschaftsbau

Der Garten- und Landschaftsbau (GaLaBau) umfasst das Anlegen und Pflegen von öffentlichen und privaten Grünflächen. Dazu gehören Parkanlagen, Sportplätze, Privatgärten, Grünflächen auf Liegenschaften, um öffentliche Gebäude oder entlang von Strassen sowie die Dach- und Innenraumbegrünung. PSM können im GaLaBau durch berufliche Anwender (z.B. Gartenbaubetriebe) oder private Anwender zum Einsatz kommen.

Anwendungsdaten der städtischen Gartenbaubetriebe

Der Verband Schweizerischer Stadtgärtnereien (VSSG) betreibt seit 2014 eine Datenbank zur Erfassung von PSM-Anwendungen sowie deren Risiken. In dieser Datenbank können Stadtgärtnereien ihren PSM-Einsatz erfassen und sich bezüglich der Effekte der PSM-Wirkstoffe auf Menschen, Wasser und Boden informieren. Diese Datenbank ersetzt eine zuvor verwendete PSM-Positivliste. Insgesamt erfassen Stadtgärtnereien aus 12 Gemeinden (Zürich, Bern, Thun, Genf, Langnau a. A., Dietikon, Winterthur, Schaffhausen, Basel, Luzern, Langenthal und Rheinfelden) kontinuierlich ihre PSM-Anwendungen in der Datenbank. Die Anwenderinnen und Anwender können in einer Eingabemaske erfassen, welches Produkt mit welcher Aufwandmenge in welcher Anlage gegen welchen Schaderreger angewendet wurde. Auf Anfrage haben alle 12 Gemeinden die Daten zur Verfügung gestellt. Die Einträge in der Datenbank erlauben eine erste grobe Hochrechnung der eingesetzten Menge in allen Gemeinden der Schweiz. Da nicht alle Gemeinden für alle PSM-Anwendungen die behandelten Anlagen (z.B. Friedhöfe, Sportplätze, Parkanlagen) erfassen, konnte keine Hochrechnung anhand der anlagespezifischen Flächen gemacht werden. Die PSM-Anwendungsmengen wurden daher proportional zu den insgesamt in den Gemeinden vorhandenen Flächen der öffentlichen Erholungs- und Grünanlagen (gemäss Arealstatistik) hochgerechnet, unter der Annahme, dass der PSM-Einsatz in den Gemeinden mit zunehmender Grünfläche proportional ansteigt. Zu den Gemeinden, die ihre Daten in der Datenbank eintragen, gehören vor allem grosse und sehr grosse Städte, kleinere Gemeinden fehlen. Daher bleibt unklar, ob kleinere Gemeinden einen anderen PSM-Einsatz haben als grössere und ob die Hochrechnung für den öffentlichen Gartenbausektor repräsentativ ist.

3.2.4 Forstwirtschaft

Kantonale Forstämter / BAFU

Im Wald darf Holz nur mit einer Anwendungsbewilligung von der kantonalen Behörde mit PSM behandelt werden (WaG⁹ Art.18; WaV¹⁰ Art. 25; ChemRRV¹¹ Anhang 2.5 Ziff. 1.2 Absatz 3). Insektizid-Behandlungen auf Holzpoltern im Wald erfolgen in der Regel im Frühling, um Holz vor Schädlingen zu schützen. Forstämter/-betriebe oder Sägereien, die im Wald Holz behandeln, müssen vor der Behandlung bei den kantonalen Waldschutzbeauftragten/-ämtern eine Anwendungsbewilligung einholen und werden in der Regel Ende Jahr aufgefordert, die eingesetzten PSM-Mengen an die Waldämter zu melden.

Seit 2019 werden im Auftrag des BAFU von der Gruppe Waldökologie der Berner Fachhochschule Umfragen an die kantonalen Waldschutzbeauftragten/Waldämter verschickt. Dabei werden Informationen zu den eingesetzten Produkten, Produktmengen und zum behandelten Holzvolumen abgefragt. Die Daten zu den Einsatzmengen der Jahre 2016 – 2018 wurden 2020 veröffentlicht (Schütze et al., 2020). Im Jahr 2021 wurde die Umfrage auf die weiter zurückliegenden Jahre bis 2012 ausgeweitet, um für das vorliegende Projekt einen Überblick über den PSM-Einsatz in der Forstwirtschaft in früheren Jahren zu erhalten. Diese Umfrage-Ergebnisse der Jahre 2012 – 2020 wurden für die Hochrechnungen der Anwendungsmengen zur Verfügung gestellt. Je nach Jahr wurden von 17 – 23 Kantonen Angaben zu den eingesetzten PSM gemacht, wobei einige Kantone angaben, dass keine PSM eingesetzt wurden. Anhand der produktiven Waldfläche je Kanton wurden die durchschnittlich eingesetzten Wirkstoffmengen pro Jahr berechnet und auf die ganze Schweiz hochgerechnet.

⁹ https://www.fedlex.admin.ch/eli/cc/1992/2521_2521_2521/de; 921.0 Bundesgesetz über den Wald (Waldgesetz, WaG)

¹⁰ https://www.fedlex.admin.ch/eli/cc/1992/2538_2538_2538/de; 921.01 Verordnung über den Wald (Waldverordnung, WaV)

¹¹ <https://www.fedlex.admin.ch/eli/cc/2005/478/de>; 814.81 Verordnung zur Reduktion von Risiken beim Umgang mit bestimmten besonders gefährlichen Stoffen, Zubereitungen und Gegenständen (Chemikalien-Risikoreduktions-Verordnung, ChemRRV)

3.2.5 Bahngleise

Bahnbetriebe setzen zur Vegetationskontrolle auf den Bahngleisen unter anderem Herbizide ein. Die Aufwandmengen wurden von den Bahnbetrieben SBB (Schweizerische Bundesbahnen), BLS (BLS AG, ehem. Bern-Lötschberg-Simplon) und SOB (Schweizerische Südostbahn AG) für das Projekt zur Verfügung gestellt und für die Hochrechnungen der Anwendungsmengen verwendet.

3.3 Fazit: Verfügbarkeit von Anwendungsdaten

3.3.1 Landwirtschaft

Zusätzlich zu den ZA-AUI-Daten konnten sechs weitere Feldkalender-basierte Datensätze für die Hochrechnungen der Anwendungsmengen berücksichtigt werden. Für die landwirtschaftlichen Anwendungsgebiete «Gemüsebau», «Feldbau», für verschiedene Kulturen im Biolandbau («Biokulturen») und für den «Beerenbau» standen schliesslich Anwendungsdaten von ca. 1 % der gesamtschweizerischen Anbaufläche für die Hochrechnungen zur Verfügung (Abbildung 4). Besonders für die Anwendungsgebiete «Wein- und Obstbau» konnte der Flächenanteil mit PSM-Anwendungsdaten durch die zusätzlichen Daten deutlich auf über 1 %, respektive über 3 % der gesamten Anbaufläche erhöht werden (wobei die Weinbau-Anwendungsdaten, die vom Weinbauamt Kanton Wallis zur Verfügung gestellt wurden, nur für das Jahr 2020 vorlagen). Insgesamt waren Daten von durchschnittlich über 1800 Schlägen für den «Feldbau» und von durchschnittlich über 500 Schlägen für den «Obstbau» vorhanden.

Für den «Gemüse- und Beerenbau» sowie für die Kulturen des Biolandbaus, mit sehr heterogenen Kulturen, war die Datenlage auch nach intensiver Datenrecherche nicht gut genug, um repräsentative Aussagen pro Wirkstoff machen zu können. Für «Beerenbau» und «Biokulturen» waren insgesamt nur Daten von durchschnittlich knapp 20, bzw. 80 Schlägen vorhanden. Für das Anwendungsgebiet «Zierpflanzenbau» wurden keine Anwendungsdaten gefunden.

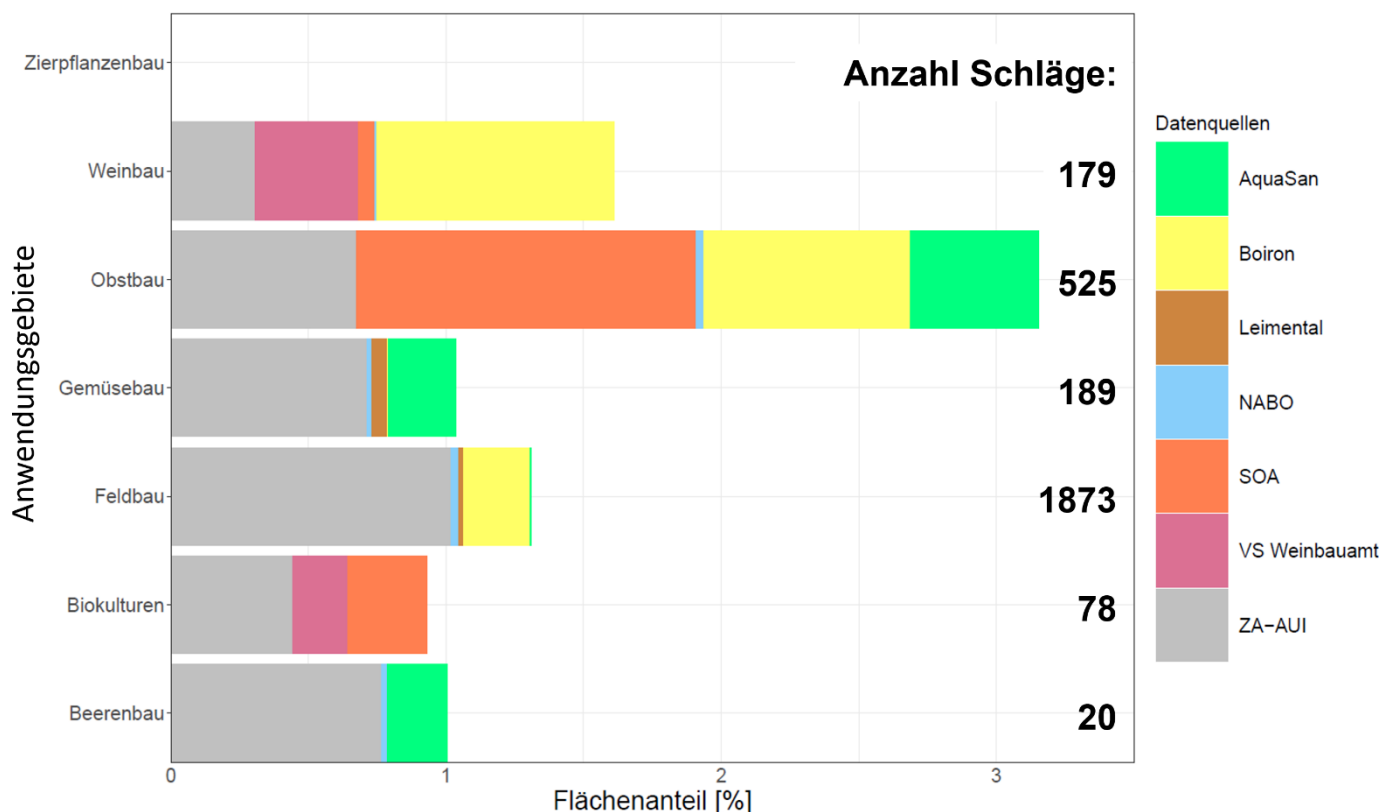


Abbildung 4: Prozentuale Flächenanteile der landwirtschaftlichen Datenquellen an den totalen Kulturflächen der Schweiz je Anwendungsgebiet gemittelt über die Jahre 2012 – 2020 (im Anwendungsgebiet Feldbau ohne die Kulturgruppe Wiesen, Weiden und Brachen; für Biokulturen nur für die PSM-relevanten Kulturen bzw. Anwendungsgebiete Freilandgemüse, Weinbau, Obstbau, Beerenbau und Kartoffeln). Beerenbau ist in den Hochrechnungen der Anwendungsmengen unter «Andere Nutzungen» erfasst. Neben den Flächenanteilen ist die durchschnittliche Anzahl Schläge pro Anwendungsgebiet zwischen 2012 – 2020 dargestellt.

Die auf Feldkalendern basierenden landwirtschaftlichen Datenquellen, welche für die Hochrechnungen der Anwendungsmengen verwendet wurden, wurden anhand von Kennzahlen zu den Anzahl Interventionen und den eingesetzten Wirkstoffaufwandmengen je Kulturgruppe, Datensatz, Jahr und Wirkungsbereich miteinander verglichen. Bezüglich dieser Kennzahlen unterschieden sich die verschiedenen Datenquellen nicht wesentlich voneinander. Kleinere Unterschiede liessen sich anhand der unterschiedlich grossen Datensätze erklären oder weil in den betroffenen Kulturgruppen (z.B. «Andere Nutzungen», «Freilandgemüse» und «Übriges Getreide») viele verschiedene Kulturen zusammengefasst wurden. Nur in der Kulturgruppe Kernobst gab es grössere Unterschiede in der Anzahl Interventionen und den eingesetzten Wirkstoffmengen bei Fungiziden und Insektiziden zwischen ZA-AUI-Daten und den anderen Daten. Grund dafür waren die Wirkstoffe Schwefel und Mineralöl, die von den ZA-AUI-Betrieben weniger häufig eingesetzt wurden (Anhang Kap. 9.5).

Zusätzlich zu den Feldkalender-basierten Daten konnten die Daten aus der FiBL-Umfrage für eine Abschätzung des gesamten Kupfereinsatzes auf Bio Suisse-Kulturen verwendet werden. Das in der Schweiz gebeizte Saatgut von Getreide und Mais konnte anhand von Angaben der Saatgutorganisationen abgeschätzt werden und wenige eindeutig zuweisbaren Produktverkaufsmengen konnten für Kartoffeln und Gemüsekulturen zugewiesen werden.

Obwohl einige weitere landwirtschaftliche Datenquellen mit PSM-Anwendungsdaten vorhanden waren, konnten diese für das Projekt aus Datenschutzgründen nicht zur Verfügung gestellt werden. Andere Datenquellen lagen nicht elektronisch vor und hätten mit sehr grossem Aufwand digitalisiert werden müssen, um für die Hochrechnungen der Anwendungsmengen nutzbar gemacht zu werden. Zudem hat sich gezeigt, dass die Vereinheitlichung der Datensätze relativ zeitaufwändig ist. Ab 2026 sind Landwirtschaftsbetriebe, Unternehmen mit Grünanlagen, Gartenbaufirmen, Gemeinden, Kantone und Bund und andere verpflichtet, die berufliche Anwendung von Pflanzenschutzmitteln digital¹² zu erfassen.

¹² digiFLUX <https://www.blw.admin.ch/blw/de/home/politik/datenmanagement/digiflux.html>

3.3.2 Nicht-landwirtschaftliche PSM-Anwendungen

Im Bereich ausserhalb der Landwirtschaft konnten fünf Datenquellen für die drei Anwendungsgebiete Bahngleise, Forstwirtschaft und öffentlicher GaLaBau identifiziert und in die Hochrechnungen der Anwendungsmengen aufgenommen werden (Abbildung 5).

Für **Bahngleise** waren mit den Angaben von SBB, SOB und BLS für rund 72 % des gesamten Bahnstreckennetzes in der Schweiz Daten zur PSM-Anwendung vorhanden.

Auch für die **Forstwirtschaft** ist ein umfangreicher Datensatz für die PSM-Anwendungen durch das BAFU ermittelt worden. Zwischen 2012 und 2020 entsprachen die produktiven Waldflächen der Kantone, welche ihre Daten bereitgestellt hatten, rund 88 % der totalen produktiven Waldflächen in der Schweiz. Den kantonalen Waldschutzbeauftragten werden PSM-Mengen gemeldet, für die eine Bewilligung für die Anwendung im Wald eingeholt wurde. PSM-Anwendungen auf Holz ausserhalb des Waldes (z.B. auf Lagerplätzen) sind nicht im Datensatz enthalten. Für forstliche Pflanzgärten und Baumschulen waren keine Anwendungsdaten vorhanden.

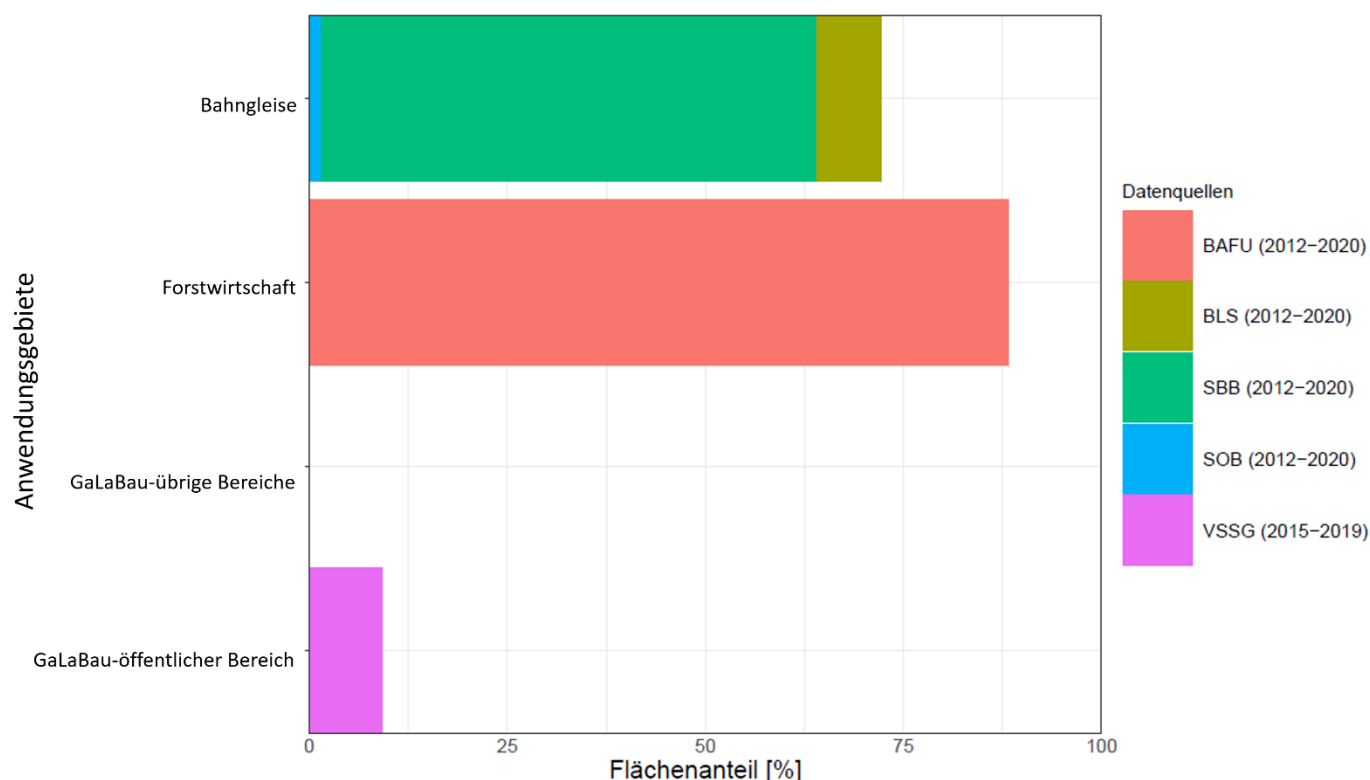


Abbildung 5: Prozentuale Flächenanteile der Datenquellen ausserhalb der Landwirtschaft gemessen an den totalen Flächen der Schweiz je Anwendungsgebiet gemittelt über die Jahre, in denen Daten vorhanden sind (in Klammern). GaLaBau-öffentlicher Bereich umfasst die Flächen der öffentlichen Erholungs- und Grünanlagen der Städte, GaLaBau-übrige Bereiche Privatgärten, Grünflächen auf Liegenschaften, Innen-, Dach- und Fassadenbegrünungen, Sportplätze, Grünflächen entlang von Strassen etc.

Im **GaLaBau** konnten die PSM-Anwendungsdaten der 12 Städte, die der Vereinigung Schweizerischer Stadtgärtnereien und Gartenbauämter (VSSG) angehören, für die Hochrechnungen der Anwendungsmengen verwendet werden (GaLaBau-öffentlicher Bereich). Die Flächen der öffentlichen Erholungs- und Grünanlagen dieser 12 Städte entsprechen (gemäss Arealstatistik) rund 10 % der totalen Erholungs- und Grünanlagenflächen in der Schweiz.

Für alle **übrigen GaLaBau-Bereiche** wie berufliche Anwendungen in Privatgärten, Grünflächen auf Liegenschaften, Innen-, Dach- und Fassadenbegrünungen, Sportplätze (inkl. Golfplätze), Grünflächen entlang von Strassen etc. werden keine PSM-Anwendungsdaten erfasst.

Auch für **nicht-berufliche Anwendungen** wurden keine Daten gefunden, die für die Hochrechnungen der Anwendungsmengen hätten verwendet werden können.

4 Resultate

4.1 Gegenüberstellung Nationale Hochrechnungen und Verkaufsmengen

4.1.1 Auswertung pro Anwendungsgebiet

Die totalen Wirkstoffverkaufsmengen von 2010 bis 2020 (inkl. importierter Saatbeizmittel) sowie die mithilfe der PSM-Anwendungsdaten, der Produktverkaufsmengen und der Zulassungsinformationen berechneten Wirkstoffmengen je Anwendungsgebiet sind in Abbildung 6 dargestellt. Zwischen 2010 und 2020 erklärten die Berechnungen 60 % bis 74 % der Verkaufsmengen (durchschnittlich 67 %). Durchschnittlich 33% der Verkaufsmenge konnten mit den zur Verfügung stehenden Daten nicht erklärt werden. Von der mit den Hochrechnungen erklärten Verkaufsmenge entfielen auf den «Feldbau» 44 %, «Weinbau» 21 %, «Obstbau» 17 %, «Biokulturen» 4 %, «Gemüsebau» und «Andere Nutzungen» jeweils 3 %, «Bahngleise» und «GaLaBau-öffentlicher Bereich» jeweils 0.2 % und auf die «Forstwirtschaft» 0.05 %. Die «Nichtberufliche Verwendung» machte 6 % und der «Zierpflanzenbau» rund 2 % an der hochgerechneten Anwendungsmenge aus. Da für die beiden letzten Anwendungsgebiete keine Anwendungsdaten vorlagen, sondern nur die Wirkstoffmengen von eindeutig zuweisbaren Produkten berechnet wurden, sind diese Mengen als grobe Schätzungen (Nichtberufliche Verwendung) bzw. Minimalwerte (Zierpflanzenbau) zu betrachten. Für alle übrigen GaLaBau-Bereiche konnten keine Anwendungsmengen berechnet werden.

Der Anteil der mit Saatgut importierten Saatbeizmittel, die in den vom BLW publizierten Verkaufsmengen nicht enthalten sind, betrug durchschnittlich rund 0.4 % der totalen Verkaufsmenge.

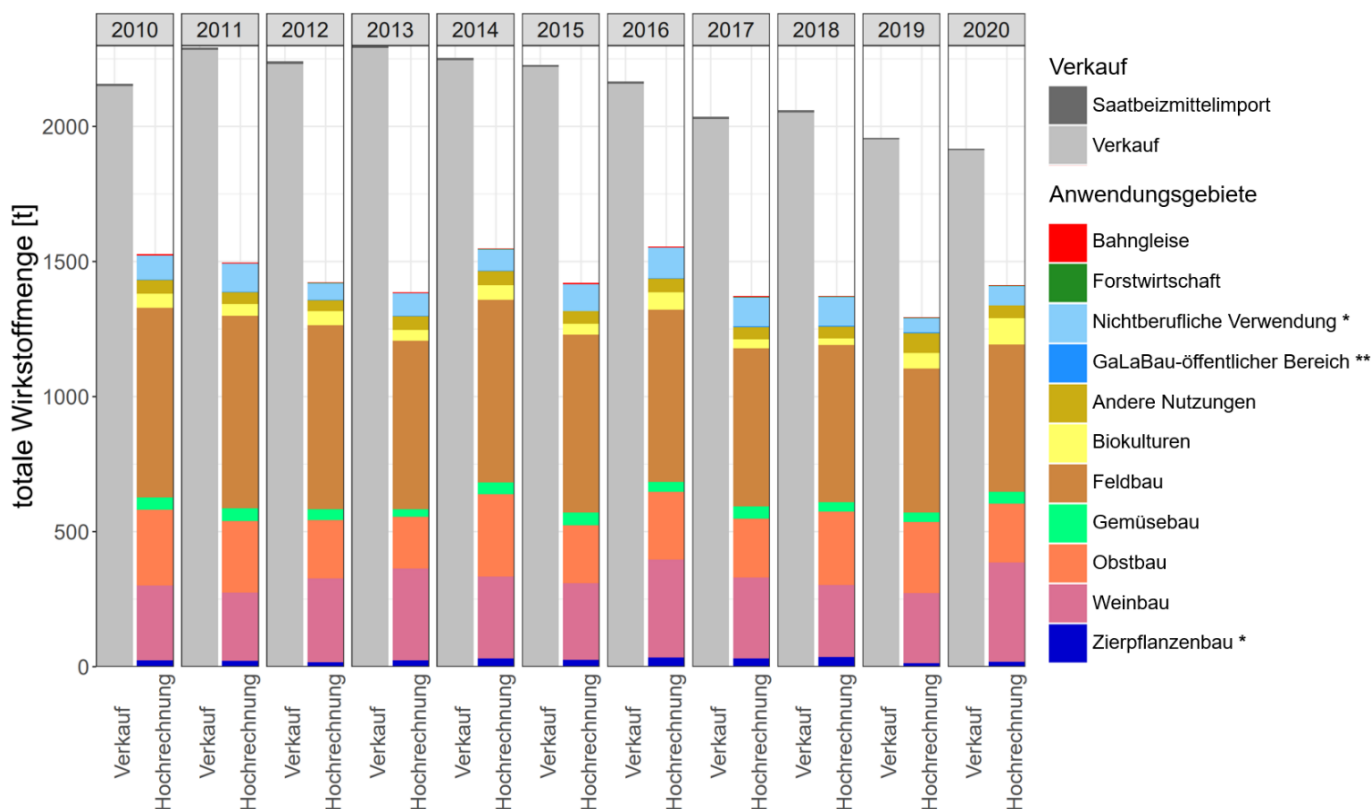


Abbildung 6: Übersicht über die totalen Wirkstoffverkaufsmengen in Tonnen (jeweils linke Säule) und die hochgerechneten Wirkstoffmengen je Anwendungsgebiet (jeweils rechte Säule) für die Jahre 2010-2020. Saatbeizmittelimport: berechnete Wirkstoffmengen, welche als Saatbeizmittel auf Saatgut importiert werden und in den Verkaufszahlen des BLW nicht enthalten waren. Die Wirkstoffmengen für mit * gekennzeichnete Anwendungsgebiete wurden mit Informationen zum Verkauf und zur Zulassung berechnet. **Für GaLaBau-übrige Bereiche waren keine Informationen vorhanden.

4.1.2 Auswertung nach Wirkungsbereichen

Von der gesamten Wirkstoffmenge, die zwischen 2010 und 2020 verkauft wurde, entfiel mit durchschnittlich 46 % der grösste Anteil auf Fungizide. Auf Herbizide entfielen durchschnittlich 30 %, auf Insektizide 14 %, auf Molluskizide und Wachstumsregulatoren jeweils rund 2 % und auf andere Wirkstoffe (gemäss Eurostat-Klassifikation) durchschnittlich 7 % der totalen Verkaufsmengen (Abbildung 7).

Die hochgerechnete Anwendungsmenge von Herbiziden entsprach durchschnittlich (von 2010 – 2020) 71 % der verkauften Herbizid-Menge, bei Insektiziden lag der Anteil der hochgerechneten Anwendungsmenge an der Verkaufsmenge bei 70 % und bei Wachstumsregulatoren bei 76 %. Für Fungizide (65 %), Molluskizide (61 %) und anderen Wirkstoffe (52 %) lag der mit den Hochrechnungen erklärte Anteil jeweils etwas tiefer.

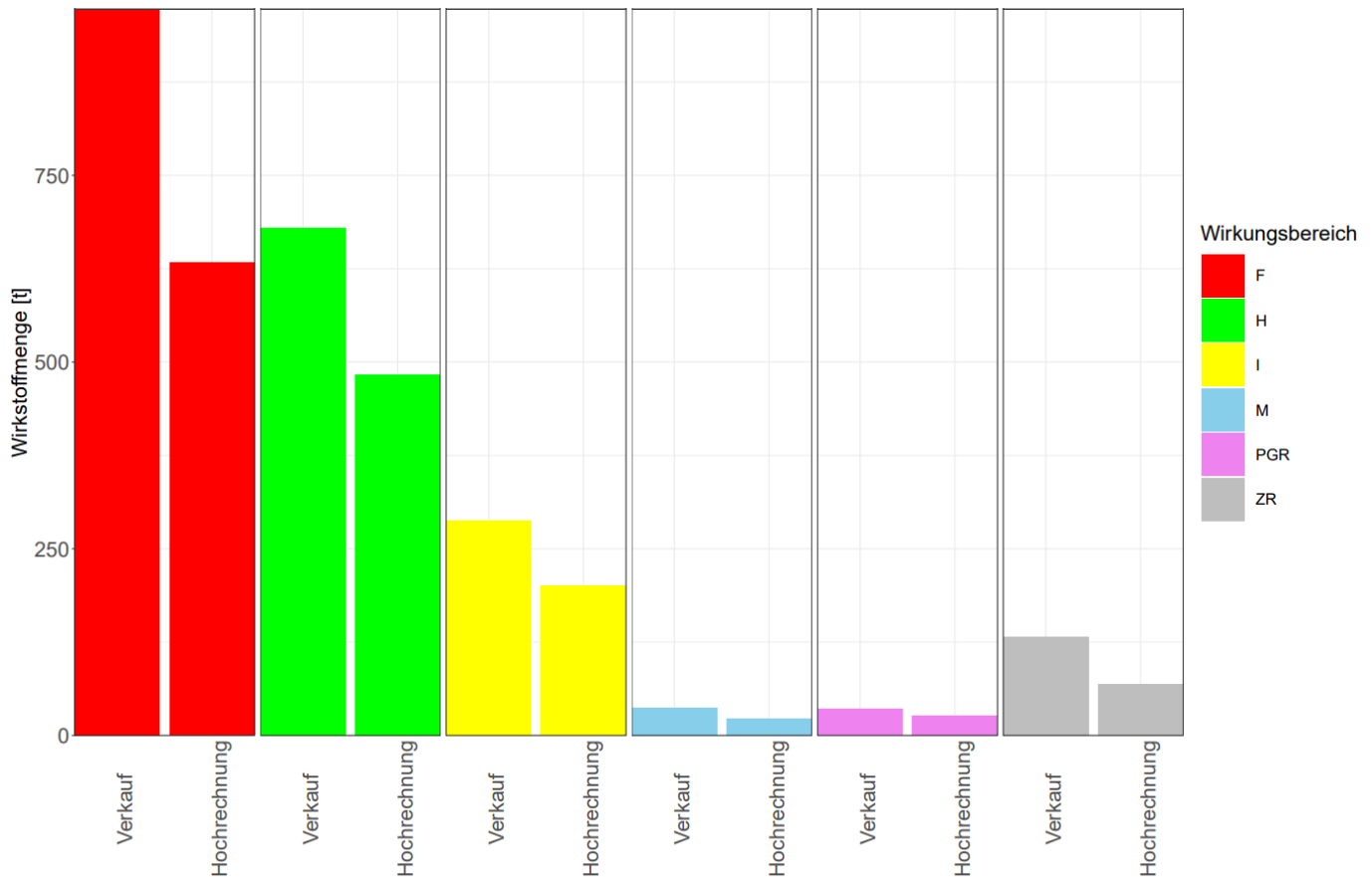


Abbildung 7: Durchschnittlich verkaufte Wirkstoffmenge (jeweils linke Säule) und hochgerechnete Anwendungsmengen (jeweils rechte Säule) je Wirkungsbereich zwischen 2010 und 2020. F: Fungizide, H: Herbizide, I: Insektizide, M: Molluskizide, PGR: Wachstumsregulatoren (Plant Growth Regulators), ZR: Andere Wirkstoffe.

4.1.3 Auswertung pro Wirkstoff

Gemäss den Listen der Verkaufsmengen des BLW wurden zwischen 2010 und 2020 331 Wirkstoffe verkauft, jedoch in sehr unterschiedlichen Mengen. Von der durchschnittlich pro Jahr verkauften Wirkstoffmenge entfiel mehr als die Hälfte (59 %) auf zehn Wirkstoffe (Abbildung 8). In den Hochrechnungen der Anwendungsmengen konnten für fünf dieser Wirkstoffe 75 % und mehr der Verkaufsmenge erklärt werden (Metamitron 94 %, Mancozeb 81 %, Folpet 79 %, Chlorothalonil 78 % und Captan 75 %). Bei den anderen fünf Wirkstoffen lag der Anteil der hochgerechneten Anwendungsmenge bei etwa 45 – 70 % der verkauften Menge (Mineralöl 67 %, Kupfer 60 %, Metaldehyd 59 %, Glyphosat 52 %, Schwefel 45 %). Für alle anderen Wirkstoffe zusammen (grau in Abbildung 8), entsprach die Summe der hochgerechnete Anwendungsmengen insgesamt 76 % der summierten Verkaufsmenge.

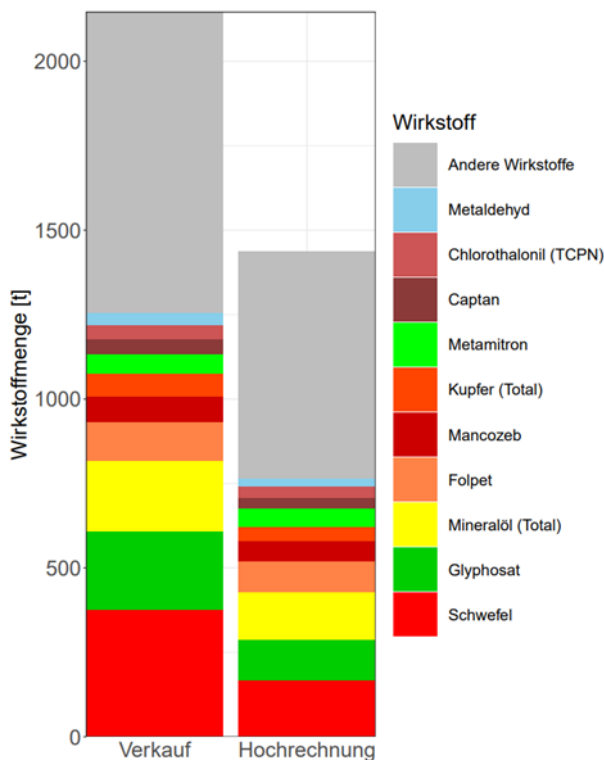


Abbildung 8: Durchschnittlich verkaufte und hochgerechnete Wirkstoffmengen (2010 - 2020) in Tonnen. Die zehn meistverkauften Wirkstoffe sind einzeln abgebildet.

Über alle 331 verkauften Wirkstoffe betrachtet unterschieden sich bei etwa die Hälfte der Wirkstoffe (146) die hochgerechneten Anwendungsmengen um weniger als 25 % von den Verkaufsmengen (Tabelle 4). Die summierten Verkaufsmengen dieser Wirkstoffe entsprachen mit durchschnittlich 683 t rund 32 % der Wirkstoffverkaufsmengen. Für 21 Wirkstoffe waren die hochgerechneten Wirkstoffmengen mehr als ein Viertel höher als die verkauften Wirkstoffmengen. Diese Wirkstoffe machten durchschnittlich rund 2 % der Verkaufsmenge aus. Bei 66 Wirkstoffen konnte die hochgerechnete Anwendungsmenge zwischen 50 - 75 % der Verkaufsmengen erklären. Insgesamt lag die Verkaufsmenge dieser Wirkstoffe zusammen bei 910 t (42 % der totalen Verkaufsmenge). Den grössten Anteil daran hatten die Wirkstoffe Glyphosat (234 t), Mineralöl (209 t) und Kupfer (69 t).

Für weitere 81 Wirkstoffe betrug die hochgerechnete Anwendungsmenge weniger als 50 % der verkauften Menge. Die Verkaufsmenge dieser Wirkstoffe lag bei 512 t (24 % der gesamten Verkaufsmenge). Die mengenmässig wichtigsten Wirkstoffe in dieser Kategorie waren Schwefel (374 t) und Kalium-Bicarbonat (20 t).

Für 17 Wirkstoffe (insgesamt 0.2 % der Verkaufsmenge), darunter Lecithin, Ethylen und Schaffett, konnten keine Anwendungsmengen extrapoliert werden, da die entsprechenden Daten nicht verfügbar waren.

Tabelle 4: Übersicht über die Abweichungen der hochgerechneten Anwendungsmenge von den Verkaufsmengen pro Wirkstoff. Einteilung in Kategorien, Anzahl Wirkstoffe, totale Verkaufsmengen und hochgerechnete Anwendungsmengen pro Kategorie. Alle Angaben beziehen sich auf durchschnittliche Werte zwischen 2010 und 2020.

Einteilung in Kategorien: Anteil Hochrechnung von Verkaufsmenge	Anzahl Wirkstoffe	Total Verkaufsmenge [t]	Total Hochrechnungen [t]
> 125 %	21	36	66
75 – 125 %	146	683	596
50 – 75 %	66	910	564
0 – 50 %	81	512	204
Keine Hochrechnungen	17	5	0
Total	331	2146	1430

4.1.4 Robustheit der Hochrechnungen

Um die Robustheit der Hochrechnungen zu beurteilen, wurde ein Bootstrapping-Verfahren angewendet. Die hochgerechneten Anwendungsmengen sowie das 5. (minimale Hochrechnungen) und 95. Perzentil (maximale Hochrechnungen) des Bootstrapping-Verfahrens sind in Abbildung 9 dargestellt. Mit der minimalen Schätzung konnten durchschnittlich 52 % der Verkaufsmengen erklärt werden, mit der maximalen Schätzung 88 %.

Bei Anwendungsgebieten, deren Anwendungsdaten für einen grossen Anteil der Flächen vorlagen («Bahngleise», «Forstwirtschaft») oder die aufgrund der verfügbaren Datenmengen relativ robuste Hochrechnungen erlaubten («Feldbau», «Weinbau», «Obstbau»), schwankten die Hochrechnungen deutlich weniger zwischen den minimalen und maximalen Hochrechnungen (Faktor 1 für «Bahngleise», 1.1 für «Forstwirtschaft», 1.4 für «Feldbau», 1.5 für «Wein-« und «Obstbau»). Deutlich grössere Unterschiede und damit Unsicherheiten in den Hochrechnungen gab es für Anwendungsgebiete, für die relativ wenig Anwendungsdaten zur Verfügung standen (Faktor 2.3 für Biokulturen, 2.4 für «Andere Nutzungen», 2.5 für «Gemüsebau»). Für «GaLaBau-öffentlicher Bereich» war die maximale Hochrechnung sogar um einen Faktor von 8.1 höher als die minimale Hochrechnung.

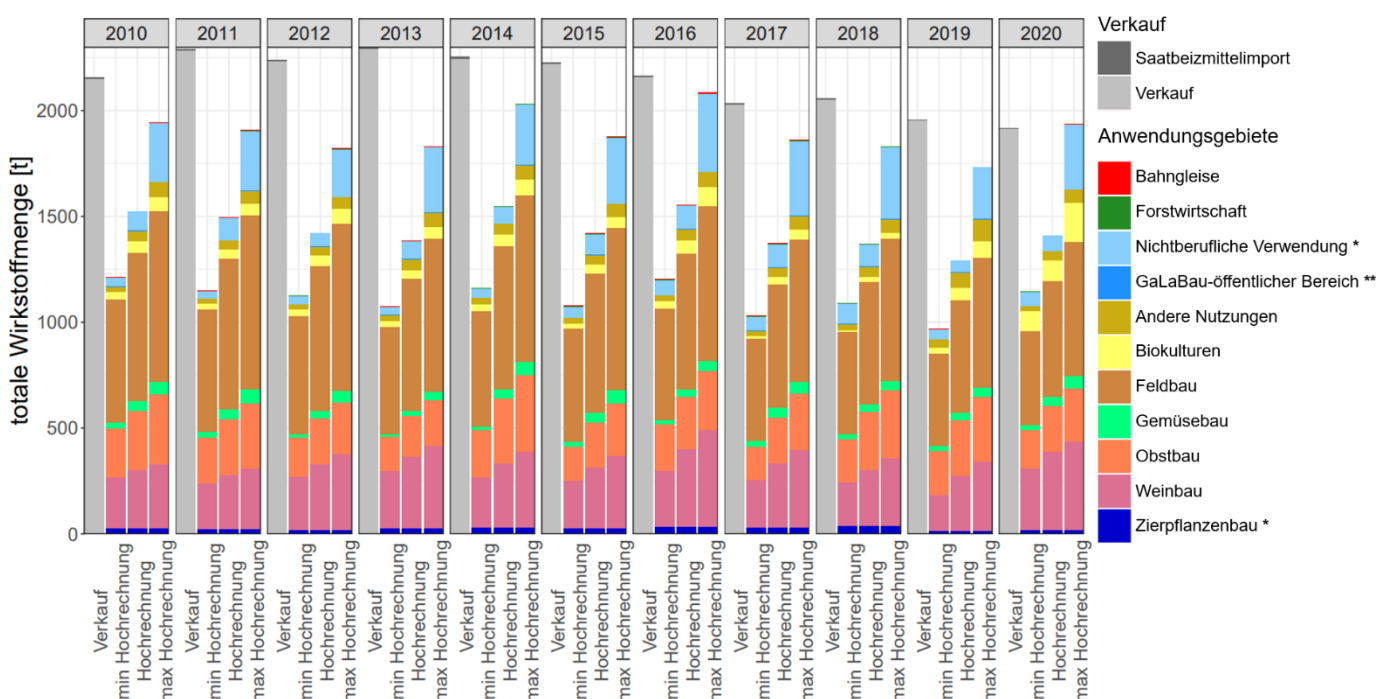


Abbildung 9: Übersicht über die verkauften Wirkstoffverkaufsmengen (grauer Balken), die hochgerechneten Anwendungsmengen (Hochrechnungen) und die mit dem Bootstrapping-Verfahren berechneten minimalen (min Hochrechnung; 5. Perzentil) und maximalen Hochrechnungen (max Hochrechnung; 95. Perzentil). Die Wirkstoffmengen für mit * gekennzeichnete Anwendungsgebiete wurden mit Informationen zum Verkauf und zur Zulassung berechnet. Für den «Zierpflanzenbau» konnten nur die eindeutig in diesem Anwendungsgebiet zugewiesenen Wirkstoffmengen berücksichtigt werden. Der «Nichtberuflichen Verwendung» wurden für die minimale bzw. maximale Hochrechnung unterschiedliche Wirkstoffmengen zugewiesen (siehe Anhang 9.3.1). **Für «GaLaBau-übrige Bereiche» waren keine Informationen vorhanden.

Für die Anwendungsgebiete «Nichtberuflichen Verwendung» und «Zierpflanzenbau» wurde keine Robustheitsanalyse durchgeführt, da die berechneten Wirkstoffmengen in den Hochrechnungen nicht auf Anwendungsdaten beruhen. Die Berechnungen für das Anwendungsgebiet «Nichtberufliche Verwendung» erfolgten mithilfe der Produktverkaufsmengen, die anhand unterschiedlicher Kriterien (siehe Anhang 9.3.1) der minimalen Hochrechnung (3 % der Verkaufsmengen), der eigentlichen Hochrechnung (4 % der Verkaufsmengen) und der maximalen Hochrechnung (14 % der Verkaufsmengen) zugewiesen wurden. Für den «Zierpflanzenbau», dessen Mengen ausschliesslich mithilfe Zulassungsinformationen und der Produktverkaufsmengen berechnet wurden, konnten nur die eindeutig dem Anwendungsgebiet zugewiesenen Wirkstoffmengen berücksichtigt werden.

4.2 Weiterführende Auswertungen

4.2.1 Wirkstoffmengen mit eindeutiger Zulassung

Gemäss PSM-Verzeichnis waren von den 331 Wirkstoffen 107 in mindestens einem Jahr in nur einem Anwendungsgebiet zugelassen, davon 11 Wirkstoffe über den ganzen Zeitraum von 2010 bis 2020. Die summierten Wirkstoffverkaufsmengen dieser eindeutig zugelassenen Wirkstoffe liegen zwischen 2010 und 2020 durchschnittlich bei 86 t pro Jahr (jeweils linke Balken in Abbildung 10). Mit durchschnittlich 69 t war der grösste Teil davon im «Feldbau» zugelassen.

Zwischen 2010 und 2020 waren von insgesamt rund 4'000 Produkten 1'554 in mindestens einem Jahr in nur einem Anwendungsgebiet zugelassen. Mithilfe dieser Produktverkaufsmengen und den gemäss PSM-Verzeichnis enthaltenen Wirkstoffgehalten dieser Produkte konnten durchschnittlich 485 t Wirkstoffe pro Jahr eindeutig einem Anwendungsgebiet zugewiesen werden (siehe jeweils rechter Balken in Abbildung 10). Diese Produkte enthielten insgesamt 203 Wirkstoffe. Auf das Anwendungsgebiet «Feldbau» entfielen mit durchschnittlich rund 247 t die grössten Wirkstoffmengen. Im «Weinbau» waren es durchschnittlich rund 138 t pro Jahr, im «Obstbau» 64 t, im «Zierpflanzenbau» 26 t, im «Gemüsebau» rund 5 t und in der «Forstwirtschaft» 0.9 t pro Jahr.

Wie in Kapitel 2.2.4 beschrieben, konnten in den nationalen Hochrechnungen nur Wirkstoffmengen von eindeutig zugelassenen Produkten in den Anwendungsgebieten ohne Anwendungsdaten, d.h. «Zierpflanzenbau» und «Lager- und Produktionsräume» (in «Feldbau» enthalten) sowie die Mengen eindeutig zugelassener Wirkstoffe eingerechnet werden.

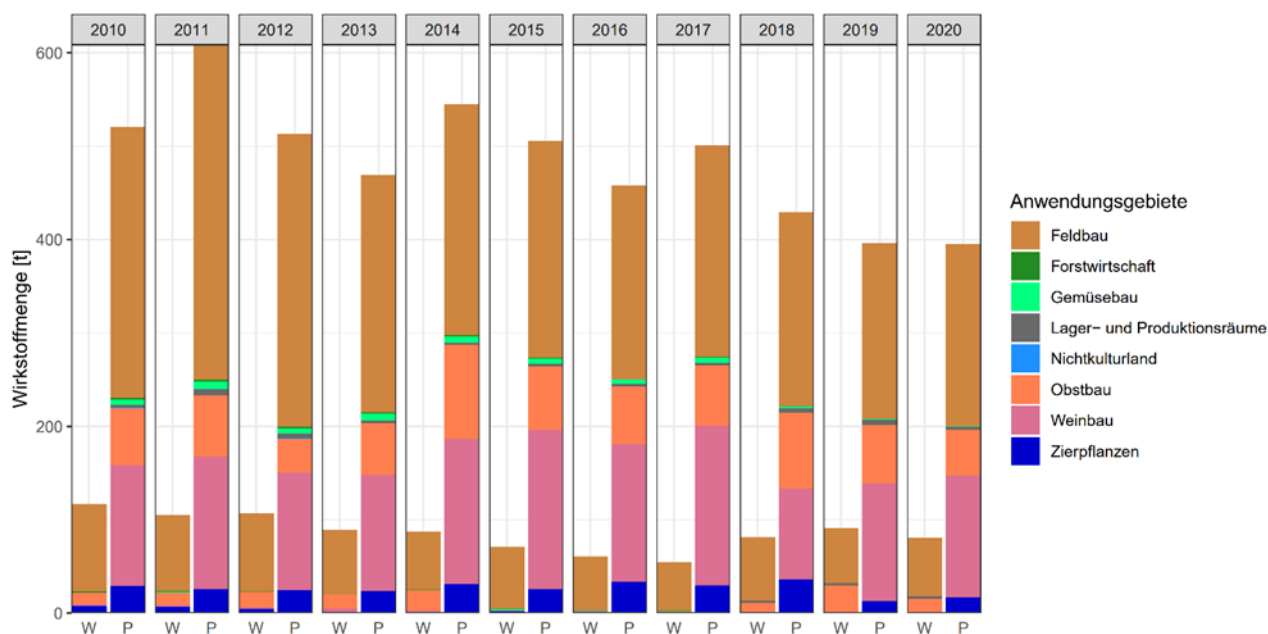


Abbildung 10: Wirkstoffverkaufsmengen von Wirkstoffen (W) und Produkten (P), welche nur in einem Anwendungsgebiet zugelassenen waren. Die Farben entsprechen den Anwendungsgebieten.

4.2.2 Wirkstoffmengen «Nichtberufliche Verwendung»

Von den zwischen 2010 und 2020 durchschnittlich 672 t verkauften Wirkstoffmengen von Produkten, die potentiell in das Anwendungsgebiet «Nichtberufliche Verwendung» fallen könnten, entfielen durchschnittlich 91 t pro Jahr auf Produkte, welche eindeutig nichtberuflich verwendet wurden (nbV in Abbildung 11). In den nationalen Hochrechnungen (Abbildung 6) wurde jeweils dieser Wert verwendet. Werden zusätzlich auch Produkte berücksichtigt, die sowohl nichtberuflich als auch beruflich verwendet werden können (max_nbV in Abbildung 11), waren es durchschnittlich 304 t pro Jahr. Diese Werte wurden für die Nichtberufliche Verwendung zur maximalen Schätzung der Robustheitsanalyse dazugerechnet (Abbildung 9). Mengenmässig am relevantesten waren die Wirkstoffe Glyphosat (durchschnittlich rund 11 t pro Jahr mit eindeutiger Zuordnung, maximal 70 t pro Jahr, wenn auch Produkte mit teilweiser professioneller Anwendung berücksichtigt wurden), sowie Fettsäuren mit 23 t (maximal 28 t), Schwefel mit 0.2 t (maximal 98 t), Rapsöl mit 15 t (maximal 15 t) und Metaldehyd mit 11 t (maximal 12 t).

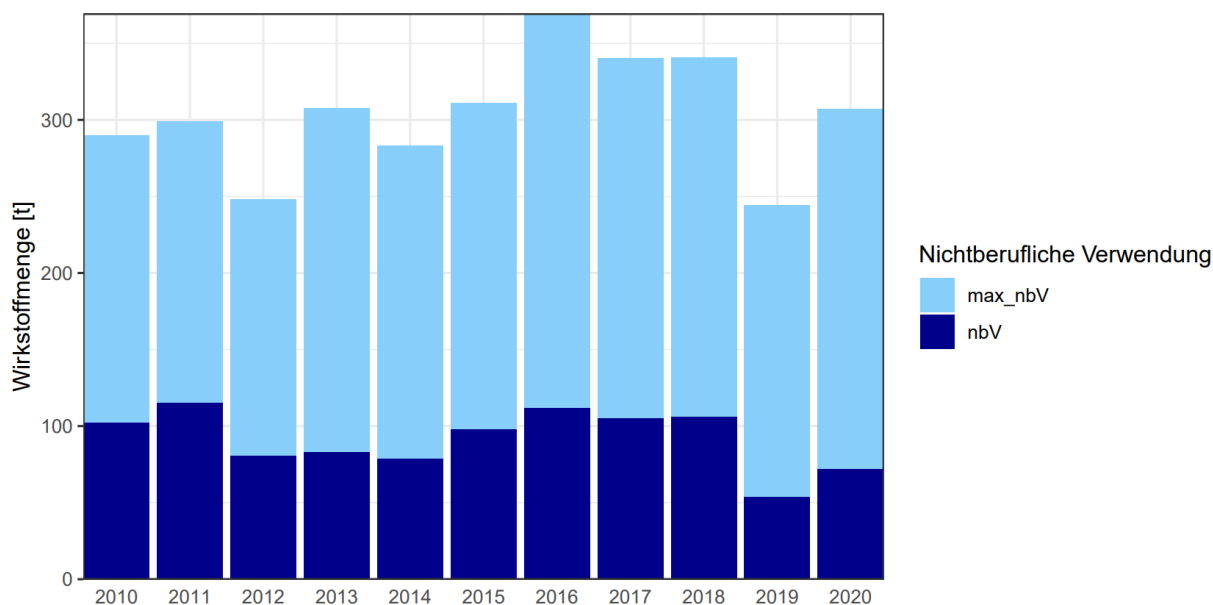


Abbildung 11: Wirkstoffverkaufsmengen von Produkten, die eindeutig dem Anwendungsgebiet «Nichtberufliche Verwendung» zugewiesen wurden (nbV, dunkelblau) und von Produkten, bei welchen sowohl nichtberufliche Verwendung als auch andere Anwendungen möglich sind (max_nbV; hellblau). Produkte, welche zwar potentiell in das Anwendungsgebiet «Nichtberufliche Verwendung» fallen könnten, aber deren Hauptanwendung in anderen Anwendungsgebieten vermutet wurde, sind hier nicht dargestellt.

4.2.3 Wirkstoffmengen Helikopteranwendungen

Die PSM-Anwendungen, welche per Helikopter ausgebracht werden, sind vom Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL) dokumentiert und lagen für die Studie vor. Da unklar war, welche Helikopteranwendungen zusätzlich oder anstatt von Bodenapplikationen appliziert wurden, wurden die Helikopteranwendungen getrennt ausgewertet und nicht in die Hochrechnungen der Anwendungsmengen integriert. Details zu der Auswertung sind in Anhang 9.1.2 gegeben. In Abbildung 12 ist eine getrennte Auswertung der Helikopteranwendung und eine Gegenüberstellung zu den jeweiligen Wirkstoffverkaufsmengen dargestellt. In den Jahren 2010 – 2019 wurden durchschnittlich 69.4 t Wirkstoffe pro Jahr per Helikopter ausgebracht. Die Wirkstoffe mit den grössten Anteilen waren Schwefel (37.8 t), Folpet (11.5 t), Kaliumphosphonat (6.7 t), (Alluminium)-Fosetyl (4.1 t) und Kupfer (1.8 t, Abbildung 12). Der durchschnittliche Anteil der Helikopteranwendungen an den Verkaufsmengen lag bei diesen fünf Wirkstoffen zwischen 3 % (für Kupfer) und 32 % (für Kaliumphosphonat). Die meisten Anwendungen erfolgten im Weinbau, vereinzelt auch im Aprikosenanbau.

Ab 2014 nahm die per Helikopter eingesetzte Menge an Schwefel und Kaliumphosphonat, welche auch im biologischen «Weinbau» erlaubt sind, stark zu (siehe auch Anhang, Abbildung 18). Helikopteranwendungen fanden sowohl im konventionellen als auch im biologischen Anbau statt.

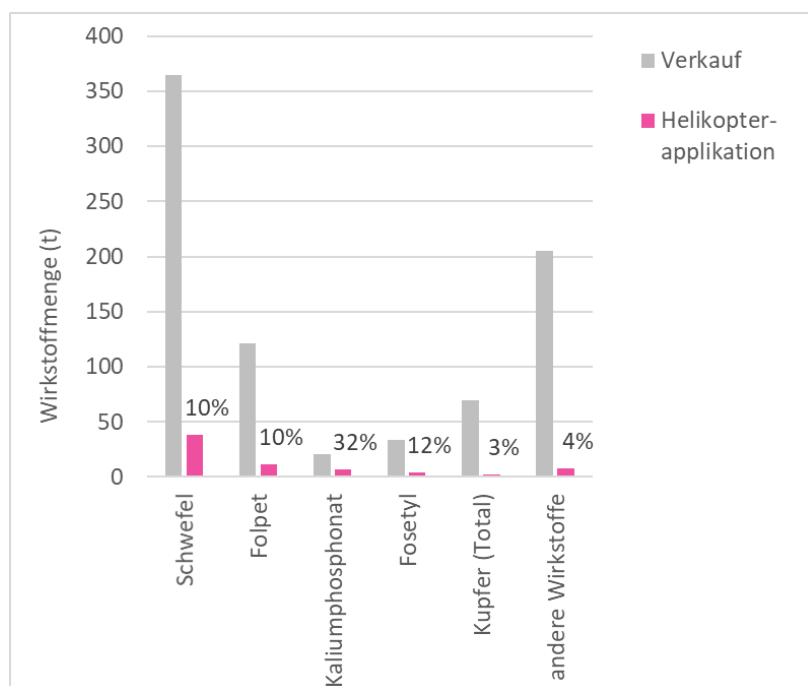


Abbildung 12: Wirkstoffmengen, die per Helikopter appliziert wurden, verglichen mit der verkauften Menge (in t) für die fünf Wirkstoffe mit den grössten Helikopter-Anwendungsmengen. Andere Wirkstoffe: Summe der Verkaufsmengen und der Wirkstoffmengen der restlichen 35 Wirkstoffe, die per Helikopter angewendet wurden. Die Prozentzahlen geben an, welcher Anteil der verkauften Menge per Helikopter angewendet wurde. Alle Angaben sind Durchschnittswerte für den Zeitraum 2010 - 2019.

4.3 Hochrechnungen prioritärer Wirkstoffe

4.3.1 Anteil der hochgerechneten Anwendungsmenge an Verkaufsmenge für prioritäre Wirkstoffe

Von den 34 als prioritär eingestuften Wirkstoffen wich die hochgerechnete Wirkstoffmenge für 21 Wirkstoffe weniger als 25 % von der verkauften Menge ab (Tab. 5). Für die restlichen 13 Wirkstoffe konnten jeweils weniger als 75 % der verkauften Menge anhand der verfügbaren Daten erklärt werden («prioritäre Wirkstoffe mit Datenlücken»; fett markierte Wirkstoffe in Tabelle 5). Mittlerweile sind 10 prioritäre Wirkstoffe nicht mehr zugelassen, davon 4 Wirkstoffe mit Datenlücken (Alpha-Cypermethrin, Chlorpyrifos-methyl, Bifenthrin und Chlorpyrifos).

In Abbildung 13 sind die hochgerechneten Anwendungsmengen pro Anwendungsgebiet als Anteil an den verkauften Mengen dargestellt (Durchschnitt über die Jahre 2012 – 2020). Ein Grossteil der Wirkstoffe, die eine Abweichung von weniger als 25 % zwischen hochgerechneten Anwendungs- und Verkaufsmengen aufwiesen, wurden mehrheitlich im «Feldbau» eingesetzt. Ausnahmen waren Captan, Folpet, Cymoxanil und Dithianon mit relevanten Einsatzmengen im «Weinbau», «Obstbau» oder in der «Nichtberuflichen Verwendung». Zudem wurden Mancozeb, Metazachlor, Pendimethalin, Chlorothalonil und Bentazon in relevanten Mengen im «Gemüsebau» eingesetzt. Aclonifen wurde in Sonnenblumen-Kulturen eingesetzt, welche in der Kategorie «Andere Nutzungen» eingeteilt war. Durchschnittlich waren diese Wirkstoffe mit weniger als 25 % Abweichung in durchschnittlich 3.6 Anwendungsgebieten zugelassen.

Die Wirkstoffe, bei denen die hochgerechneten Anwendungsmengen weniger als 75 % der verkauften Mengen betragen, wurden durchschnittlich in 6.7 Anwendungsgebieten eingesetzt. In den einzelnen Jahren zeigten sich teilweise grosse Schwankungen in den Verkaufsmengen und hochgerechneten Anwendungsmengen (siehe auch Anhang, Abbildung 27).

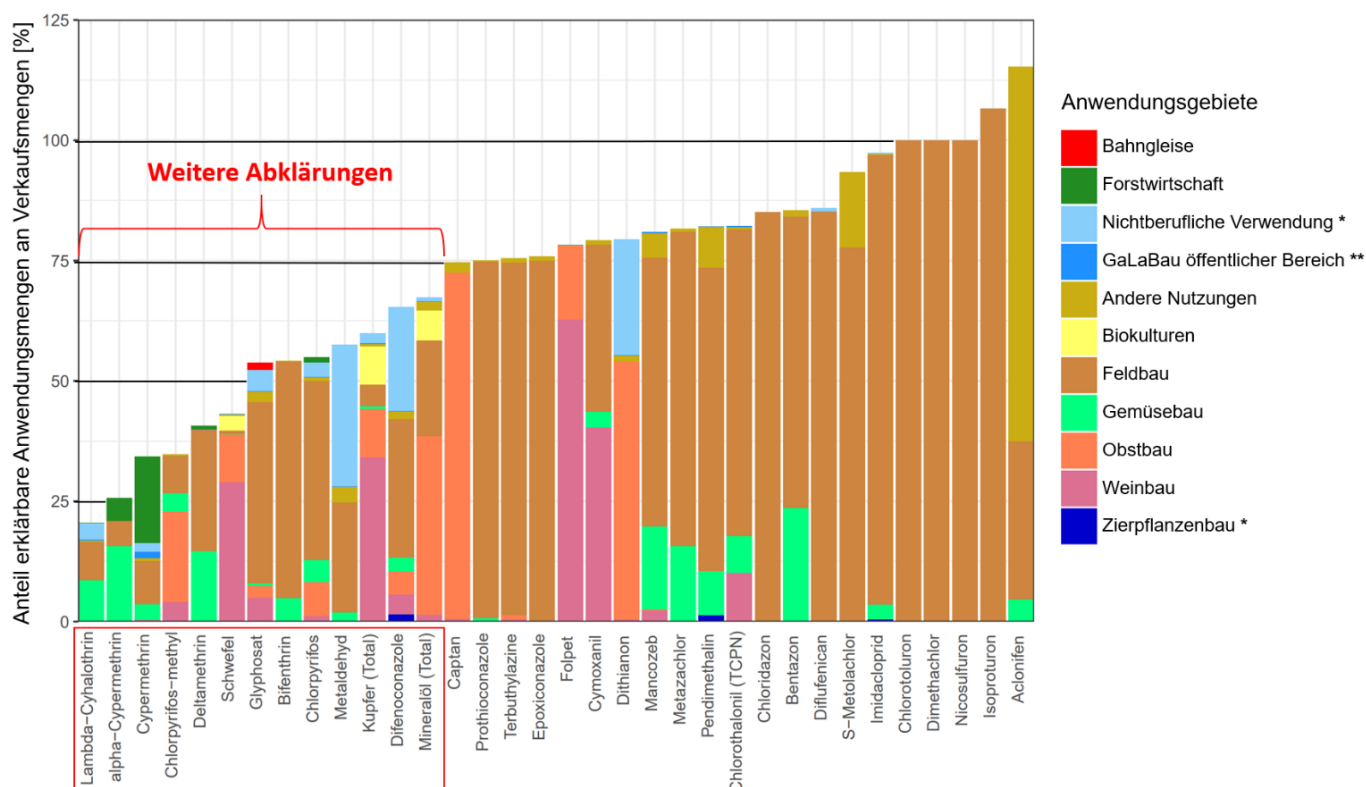


Abbildung 13: Hochrechnungen der Anwendungsmengen für alle prioritären Wirkstoffe (Durchschnitt 2012 - 2020), dargestellt als prozentualer Anteil an der Verkaufsmenge pro Anwendungsgebiet. Bei Wirkstoffen, für die mehr als 25 % der verkauften Menge nicht mit den Hochrechnungen erklärt werden konnten, wurden weitere Abklärungen vorgenommen (im roten Rahmen). Die Berechnungen für mit * gekennzeichnete Anwendungsgebiete beinhalten die eindeutig zuweisbaren Produktverkaufsmengen (Mindestmengen). **Für GaLaBau-übrige Bereiche waren keine Informationen vorhanden.

Tabelle 5: Prioritäre Wirkstoffe; Anwendungsgebiete gemäss Zulassung, durchschnittliche Verkaufsmengen und Anteil der hochgerechneten Anwendungsmengen an der Verkaufsmenge [%]. Für fett gedruckte Wirkstoffe wurden weitere Abklärungen gemacht, da die hochgerechnete Anwendungsmenge weniger als 75 % der verkauften Menge entsprach. Dunkelblau: Anwendungen während 2012 - 2020 im Anwendungsgebiet zugelassen, helles blau: Anwendungen im Zeitraum 2012 - 2020 teilweise im Anwendungsgebiet zugelassen (zugelassener Zeitraum als Jahreszahl angegeben). F: Fungizide, H: Herbizide, I: Insektizide, M: Molluskizide.

Wirkstoffe	Wirkungsbereich	Feldbau	Weinbau	Gemüsebau	Obstbau	Beerenbau	Zierpflanzenbau	Forstwirtschaft	Biodiversitätsförderflächen und Nichtkulturland	Verkaufsmenge [t] (2012-2020)	Anwendungsmenge an Verkaufsmenge [%] (2012-2020)
Lambda-Cyhalothrin	I									0.59	21
alpha-Cypermethrin	I	-23		-23	-14	-23	-23	-23		0.06	26
Cypermethrin	I				-14					1.19	34
Chlorpyrifos-methyl	I	13-20	-20	-20	-20		-20			4	35
Deltamethrin	I							-17		0.07	41
Schwefel	F									400	43
Bifenthrin	I	-22		-22	-14	-22	-22			0.12	54
Glyphosat	H									214	54
Chlorpyrifos	I	-21	-20	-21	-16	-20	-21	-20		5	55
Metaldehyd	M									35	58
Kupfer (Total)	F							-20		69	60
Difenoconazol	F									10	65
Mineralöl (Total)	I									214	67
Terbutylazine	H		-20		-20					25	75
Prothioconazole	F		19-21				19-21			9	75
Captan	F		-14	-12						43	75
Epoxiconazole	F	-22		-18						5	76
Folpet	F									111	78
Cymoxanil	F									6	79
Dithianon	F									24	79
Mancozeb	F	-22	-22	-22	-22	-22	-22			71	81
Chlorothalonil	F	-20	-20	-20			-20			39	82
Metazachlor	H				-14					4	82
Pendimethalin	H				19-	19-				22	82
Chloridazon	H	-22		-22						5	85
Bentazon	H									5	85
Diflufenican	H				20-					4	86
S-Metolachlor	H									26	93
Imidacloprid	I	-18		-22	-18		-22			0.11	97
Dimethachlor	H									6	100
Nicosulfuron	H									1.18	100
Chlorotoluron	H									16	100
Isoproturon	H	-22								11	107
Aclonifen	H									16	115

4.3.2 Beispiele einzelner prioritärer Wirkstoffe

In diesem Kapitel werden die hochgerechneten Anwendungsmengen für einzelne prioritäre Wirkstoffe dargestellt, um Unterschiede in deren Anwendung zu verdeutlichen. Einige Wirkstoffe wurden/werden nur in ganz wenigen Anwendungsgebieten eingesetzt. Bei guter Datenlage für diese Anwendungsgebiete (z.B. für den «Feldbau») waren die Unterschiede zwischen hochgerechneten Anwendungsdaten und Verkaufsdaten daher eher gering.

S-Metolachlor ist ein Herbizid zur Bekämpfung von Ungräsern und Unkräutern und ist in der Schweiz nur für die Anwendung im «Feld-» und «Gemüsebau» zugelassen. Den Anwendungsdaten zufolge wurde es hauptsächlich in Mais und Zuckerrüben («Feldbau») und Sonnenblumen («Andere Nutzungen») eingesetzt. Die hochgerechneten Anwendungsmengen von S-Metolachlor entsprachen durchschnittlich 93 % der Verkaufsmengen zwischen 2012 und 2020. Sowohl die Verkaufsmengen als auch die Anwendungsmengen nahmen seit 2014 kontinuierlich ab (Abbildung 14).

Bei **Chlorothalonil** handelt es sich um ein Fungizid, das im «Feldbau», «Gemüsebau», «Weinbau» und im «Zierpflanzenbau» eingesetzt wurde. Die zur Verfügung stehenden Anwendungsdaten für den Zeitraum 2012 – 2020 erklärten hochgerechnet 82 % der Verkaufsmengen. Die hochgerechneten Anwendungsmengen im «Feldbau» (vor allem in Getreide und Kartoffeln) machten durchschnittlich 64 % (je nach Jahr zwischen 46 % und 131 %) der Verkaufsmenge aus, im «Weinbau» waren es durchschnittlich 10 % (6 % – 17 %). Die hochgerechnete Menge für den «Gemüsebau» lag bei 8 % (zwischen 3 % und 15 %).

Die hochgerechneten Anwendungsmengen für das Herbizid **Nicosulfuron** (mittlere Spalte in Abbildung 14) wiesen besonders zwischen 2012 und 2015 grosse Lücken auf, sodass durchschnittlich nur 66 % der Verkaufsmengen mit den Berechnungen erklärt werden konnten. Da Nicosulfuron allerdings über alle Jahre nur im «Feldbau» zugelassen war, wurden die Hochrechnungen für diesen Wirkstoff korrigiert, bzw. mit den Verkaufsmengen gleichgesetzt. Für diesen Wirkstoff konnte somit die gesamte Verkaufsmenge dem «Feldbau» zugeschrieben werden.

Grössere Unterschiede zwischen den hochgerechneten Anwendungsmengen und den Verkaufsmengen gab es auch bei Wirkstoffen, die nicht nur als Spritz-, sondern auch als Saatbeizmittel eingesetzt wurden: **Imidacloprid** ist ein systemisches Insektizid und wurde früher als Spritz- und Saatbeizmittel eingesetzt. Nach 2019 beschränkte sich die Zulassung auf Anwendungen im Gewächshaus in den Anwendungsgebieten «Gemüse-» und «Zierpflanzenbau», davor war es ausserdem im Freiland in den Anwendungsgebieten «Feld-», «Gemüse-», «Zierpflanzen-» und «Obstbau» zugelassen. Imidacloprid wurde vor allem zur Saatgutbeizung von Zuckerrüben verwendet. Das Saatgut wurde bereits gebeizt in die Schweiz importiert. Die Wirkstoffmengen, die via gebeiztes Saatgut importiert werden, sind in der Regel nicht in den Verkaufsmengen enthalten und wurden für die Gegenüberstellung der Anwendungsmengen zu den Verkaufsmengen addiert (siehe Kapitel 3.1). Diese geschätzten Mengen importierter Beizmittel machten im Zeitraum 2012 – 2019 durchschnittlich 93 % der gesamten Verkaufsmenge aus. Die hochgerechneten Anwendungsmengen (inkl. Saatbeizmittelimport) erklärten für Imidacloprid im Zeitraum 2012 – 2019 durchschnittlich 97 % der Verkaufsmengen. 2020 wurde laut den Zahlen des BLW kein Imidacloprid mehr verkauft und auch in den Anwendungsdaten war Imidacloprid 2020 nicht mehr vorhanden. Seit dem 1.6.2022 dürfen Produkte mit diesem Wirkstoff nicht mehr eingesetzt werden.

Für einige Wirkstoffe, die in praktisch in allen Anwendungsgebieten zugelassen waren oder sind, wie z.B. das Insektizid **Cypermethrin**, bestanden grosse Unterschiede zwischen den berechneten Anwendungsmengen und den Verkaufsmengen. Cypermethrin ist im «Feld-, Gemüse-, Zierpflanzen- und Beerenbau» sowie in der «Forstwirtschaft» und für die «Nichtberufliche Verwendung» zugelassen, bis 2014 durfte es ausserdem im «Obstbau» verwendet werden. Nur durchschnittlich 34 % der Verkaufsmengen im Zeitraum 2012 – 2020 konnten mit den vorhandenen, hochgerechneten Anwendungsmengen erklärt werden. Den verfügbaren Daten zufolge erklärte die Anwendung im «Feldbau» 9 % der verkauften Menge (je nach Jahr zwischen 0.5 % und 16 %) und die Anwendung in der «Forstwirtschaft» 18 % (je nach Jahr zwischen 12 % und 35 %). Auf den «Gemüsebau» entfielen durchschnittlich rund 3 % der verkauften Menge (je nach Jahr zwischen 0 % und 9 %), auf die «Nichtberufliche Verwendung» und den «GaLaBau - öffentlicher Bereich» durchschnittlich 2 %, respektive 1 %. Da die Anwendungsgebiete der restlichen 66 % der verkauften Cypermethrin-Menge unerklärt sind, können diese Zahlen in den einzelnen Anwendungsgebieten deutlich höher liegen. Weitere Abschätzungen sind im Kap. 4.4.1 dargelegt.

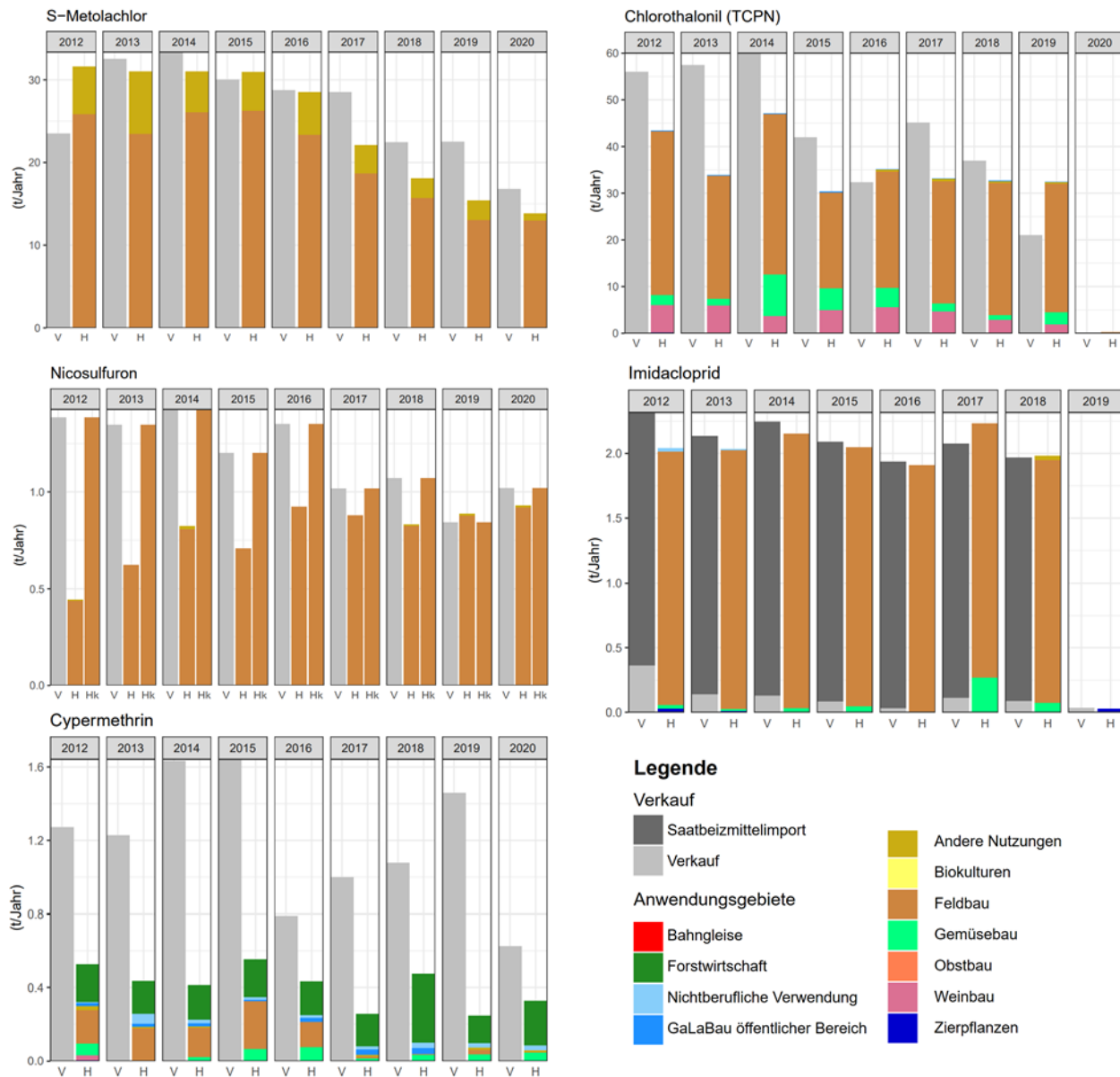


Abbildung 14: Verkaufsmengen und Hochrechnungen der Anwendungsmengen für fünf ausgewählte Wirkstoffe (S-Metolachlor, Chlorothalonil, Nicosulfuron, Imidacloprid, Cypermethrin). V: verkaufte Menge [t]; H: Hochgerechnete Anwendungsmenge [t]; Hk: Hochgerechnete Anwendungsmenge, korrigiert [t] gemäss Zulassung der Wirkstoffe.

4.4 Zusätzliche Abklärungen für prioritäre Wirkstoffe mit Datenlücken

Für 13 in dieser Studie als prioritär eingestufte Wirkstoffe erklärten die Anwendungsdaten weniger als 75 % der Verkaufsmenge (Kap. 4.3; Abbildungen im Anhang 9.6). Eine Übersicht über alle zusätzlichen Abklärungen (detaillierte Aufstellung der zugelassenen Mindest- und Maximalmengen pro Anwendungsgebiet auf Basis der Produktverkaufszahlen, der Daten der Hochrechnungen inklusive der Ergebnisse des Bootstrapping-Verfahrens, der Mengen, die für eine einmalige Behandlung der gesamten Anbaufläche erforderlich wären, zu Extrapolationen mit Anwendungsdaten aus dem Ausland oder anderen Datenquellen) sind im Anhang 9.7.1 dargestellt. In den folgenden Abschnitten werden je Wirkstoff die wichtigsten Zahlen und Erkenntnisse der weiteren Abklärungen erläutert.

4.4.1 Insektizide

Alpha-Cypermethrin

Im Untersuchungszeitraum wurden durchschnittlich 59.9 kg Alpha-Cypermethrin pro Jahr verkauft, die vorhandenen Anwendungsdaten und eindeutig zuweisbaren Produktverkaufsmengen erklären davon rund 15.4 kg (25 %). Die grössten erklärbaren Anteile entfielen dabei auf die Anwendungsgebiete «Gemüsebau» (durchschnittlich 9.3 kg/Jahr), «Feldbau» (3.2 kg/Jahr; fast ausschliesslich auf Raps) und «Forstwirtschaft» (2.8 kg/Jahr) (Anhang, Tabelle 11).

Im «Gemüsebau» schwankten die in den Anwendungsdaten enthaltenen Mengen von Alpha-Cypermethrin stark zwischen den Jahren (kein Einsatz in den Jahren 2017, 2018 und 2020; 47.2 kg im Jahr 2014, siehe Anhang, Abbildung 27). Mit Alpha-Cypermethrin wurden laut vorliegenden Anwendungsdaten durchschnittlich rund 4 % der Freilandgemüseflächen (hauptsächlich Karotten und Spinat) behandelt, für Gewächshauskulturen wurden keine Alpha-Cypermethrin-Anwendungen verzeichnet. Für eine einmalige Behandlung der gesamten konventionellen Gemüseanbaufläche mit einer in der Schweiz zugelassenen durchschnittlichen Aufwandmenge von Alpha-Cypermethrin wären durchschnittlich 115.1 kg/Jahr erforderlich. Auch im «Feldbau» gab es laut Anwendungsdaten Jahre ohne Einsatz von Alpha-Cypermethrin (2014, 2015, 2020), maximal wurden hochgerechnet 12.8 kg eingesetzt (2013). Obwohl Alpha-Cypermethrin für verschiedene Anwendungen zugelassen war, wurde der Wirkstoff laut Anwendungsdaten fast ausschliesslich im Raps eingesetzt. In Deutschland wurde Alpha-Cypermethrin zusätzlich aber auch in bedeutenden Mengen auf Winterweizen und Mais angewendet (Strassemeyer et al., 2017). Würde man den PSM-Einsatz aus den deutschen Anwendungsdaten auf die Anbauflächen der Schweiz extrapolieren, wären die Einsatzmengen von Alpha-Cypermethrin im Feldbau bei 132.7 kg und somit um ein vielfaches höher als der durchschnittliche Einsatz von 3.2 kg, welcher aus den Schweizer Anwendungsdaten hervorgeht. In der «Forstwirtschaft» waren zwischen 2012 bis 2020 verschiedene Produkte mit Alpha-Cypermethrin für die Anwendung auf liegendem Rundholz zugelassen, für die Anwendung in forstlichen Pflanzgärten waren in diesem Zeitraum keine Pyrethroide zugelassen. Die Alpha-Cypermethrin-Menge aller verkauften Produkte, die nur in der Forstwirtschaft zugelassen waren, lag durchschnittlich bei 7.0 kg pro Jahr. Die im Rahmen der weiteren Abklärungen erhaltenen und auf die gesamten Waldflächen hochgerechneten Produkteinsatzmengen von Produkten, die nur im Forst zugelassen sind, können weniger als die Hälfte davon erklären. Ergebnisse einer von Jardin Suisse im Rahmen dieser Studie durchgeführten nicht repräsentativen Umfrage deuten darauf hin, dass Alpha-Cypermethrin im «Zierpflanzenbau» in vielen privaten Betrieben in den letzten Jahren nicht oder selten verwendet wurde. Gemäss früheren Studien wurden 2005/06 23.5 kg Alpha-Cypermethrin im gewerblichen Gartenbau (Produktion und GaLaBau) eingesetzt (Krebs et al., 2008), in der darauffolgenden Umfrage wurde kein Einsatz verzeichnet (Krebs et al., 2011)). Im «Beerenbau» war Alpha-Cypermethrin zwar im gesamten Untersuchungszeitraum auf Erdbeeren und Himbeeren zugelassen, laut den wenigen Schweizer Anwendungsdaten wurde es jedoch nicht eingesetzt. Für andere Länder waren keine Anwendungsdaten vorhanden. Würde die gesamte Erd- und Himbeeren-Fläche einmal mit einer durchschnittlichen Aufwandmenge behandelt, würde dies 7.4 kg/Jahr (12 % der Verkaufsmenge) erfordern. Im «Obstbau» war alpha-Cypermethrin bis 2014 zugelassen, wurde bis dahin aber laut Anwendungsdaten nur wenig verwendet. Für die «Nichtberufliche Verwendung» waren keine Produkte mit Alpha-Cypermethrin zugelassen.

Fazit: Die weiteren Abklärungen zeigen, dass Alpha-Cypermethrin zum Grossteil im «Gemüse-, Feldbau» und in der «Forstwirtschaft» eingesetzt wurde. Die Verkaufsmengen der Produkte, die nur für die Forstwirtschaft zugelassen sind, lassen im Vergleich zu den Anwendungsdaten zudem vermuten, dass mehr Alpha-Cypermethrin in der Forstwirtschaft verwendet wurde als angegeben. Am 1.1.22 wurde Alpha-Cypermethrin von Anhang 1 der PSMV zurückgezogen, Produkte mit Alpha-Cypermethrin durften in der Schweiz noch bis zum 30.6.2023 eingesetzt werden.

Bifenthrin

Im Untersuchungszeitraum wurden durchschnittlich 120 kg Bifenthrin pro Jahr verkauft, die vorhandenen Anwendungsdaten und eindeutig zuweisbaren Produktverkaufsmengen erklären davon rund 64.8 kg (54 %). Die grössten erklärbaren Anteile entfielen dabei auf die Anwendungsgebiete «Feldbau» (durchschnittlich 59 kg/Jahr) und «Gemüsebau» (5.8 kg/Jahr) (Anhang, Tabelle 12).

Im «Feldbau» wurde Bifenthrin vor allem auf Raps, Kartoffeln und Sommereiwisserbsen eingesetzt. Mit Anwendungsdaten von Bifenthrin aus Deutschland wären 131.2 kg/Jahr im Feldbau erforderlich (mehr als doppelt so viel wie in den Schweizer Anwendungsdaten verzeichnet). Im «Gemüsebau» gab es in den vorhandenen Daten Jahre ohne Bifenthrin-Anwendungen (2013, 2014 und 2016) und Jahre mit relativ hohem Einsatz (21.2 kg im 2020). Daten aus dem Ausland lagen keine vor. Eine im Rahmen dieser Studie durch Jardin Suisse durchgeführte nicht repräsentative Umfrage lässt vermuten, dass Bifenthrin früher zur Behandlung von Topfpflanzen im «Zierpflanzenbau» eingesetzt wurde. Gemäss einer Umfrage (Krebs et al., 2008) wurden 2005/2006 in Schweizer GaLaBau- und Produktionsbetrieben 0.9 kg Bifenthrin pro Jahr eingesetzt. In der darauffolgenden Umfrage wurde kein Bifenthrin-Einsatz gemeldet (Krebs et al., 2011). Der «Nichtberuflichen Verwendung» konnten auf Basis der Produktverkaufszahlen und Zulassung 0.01 kg/Jahr Bifenthrin zugewiesen werden. Bifenthrin wurde gemäss den vorhandenen Anwendungsdaten weder im «Obstbau» (Zulassung auf Birnen bis 2014) noch im «Beerenbau» (Zulassung auf Himbeeren) eingesetzt. Würde die gesamte Himbeeren-Fläche einmal mit einer durchschnittlichen Aufwandmenge behandelt, würde das 3.3 kg/Jahr (2.8 % der Verkaufsmenge) erfordern. Potentielle Anwendungen im Beerenbau können den grossen Unterschied zwischen Anwendungs- und Verkaufsmengen nicht erklären und erscheinen daher als eher vernachlässigbar.

Fazit: Die vorliegenden Daten deuten darauf hin, dass Bifenthrin vor allem im «Feld- und Gemüsebau» und in geringerem Umfang auch im «Zierpflanzenbau» angewendet wurde. Seit dem 01.07.2020 ist Bifenthrin in der Schweiz nicht mehr zugelassen.

Cypermethrin

Im Untersuchungszeitraum wurden durchschnittlich 1'191 kg Cypermethrin pro Jahr verkauft, die vorhandenen Anwendungsdaten und eindeutig zuweisbaren Produktverkaufsmengen erklären davon rund 408 kg (34 %). Die grössten erklärbaren Anteile entfielen dabei auf die Anwendungsgebiete «Forstwirtschaft» (durchschnittlich 213 kg/Jahr), «Feldbau» (107 kg/Jahr, vor allem auf Raps), «Gemüsebau» (39 kg/Jahr) und «Nichtberufliche Verwendung» (22 kg/Jahr) (Anhang, Tabelle 13).

In der «Forstwirtschaft» war Cypermethrin für die Behandlung von liegendem Rundholz im Wald zugelassen. Die hochgerechneten Anwendungsdaten ergaben Einsatzmengen von durchschnittlich 213 kg pro Jahr. Die Cypermethrin-Menge aller verkauften Produkte, die ausschliesslich in der Forstwirtschaft zugelassen waren, lag durchschnittlich bei 120 kg/Jahr, davon ist in den hochgerechneten Einsatzdaten jedoch nur 74 kg/Jahr (62 %) ausgewiesen (d.h. 46 kg/Jahr bzw. 38 % fehlen in den Anwendungsdaten). Der Anteil von Cypermethrin, der in der «Forstwirtschaft» angewendet wird, beträgt durchschnittlich also mindestens 22 % der Verkaufsmenge (213 kg/Jahr + 46 kg/Jahr). Im «Feldbau» ist der hochgerechnete Cypermethrin-Einsatz in den letzten Jahren deutlich zurückgegangen. 2012 bis 2016 waren es jährlich zwischen 140 bis 180 kg, ab 2017 durchschnittlich noch 9 kg Cypermethrin (Anhang, Abbildung 27). Dies ist wahrscheinlich darauf zurückzuführen, dass Cypermethrin seit 2015 nicht mehr zur Bekämpfung eines wichtigen Rapsschädlings, des Rapsglanzkäfers, zugelassen war. Eine Extrapolation von Anwendungsdaten aus Deutschland ergab für die Schweizer Feldbauflächen fast doppelt so hohe Anwendungsmengen (202 kg; (Strassemeyer et al., 2017)). Dieser Unterschied ist vermutlich darauf zurückzuführen, dass in Deutschland Winterweizen und Rüben mit Cypermethrin behandelt wurden, während laut den vorliegenden Schweizer Anwendungsdaten diese Kulturen kaum mit Cypermethrin behandelt wurden. Mithilfe der Produktverkaufszahlen und Zulassung konnten zusätzlich rund 4 kg Cypermethrin pro Jahr identifiziert werden, die nur zum Gebrauch im Vorratsschutz (z.B. für Getreide) zugelassen und in den bisherigeren Berechnungen nicht enthalten waren. Cypermethrin wurde im «Gemüsebau» durchschnittlich 1.8-mal pro Jahr auf 4.1 % der Freilandgemüseflächen eingesetzt, vor allem auf Karotten, Zwiebeln und Kohlarten. Würde die gesamte konventionelle Gemüsefläche einmal mit einer durchschnittlichen Aufwandmenge behandelt, entspräche dies 275 kg. Auf die Schweizer Gemüseflächen extrapolierte Anwendungsdaten aus Deutschland und Spanien ergaben

Einsatzmengen von 6 und 178 kg Cypermethrin pro Jahr, wobei Cypermethrin in Deutschland nicht zu den am häufigsten eingesetzten Insektiziden für Gemüsekulturen zählt (Agricultura, 2014; Rossberg & Hochstrasser, 2014; Rossberg & Hommes, 2017; Strassemeyer et al., 2017). 22 kg/Jahr konnten der «Nichtberuflichen Verwendung» zugewiesen werden. In Dänemark wurden 2018 rund 4 % der verkauften Cypermethrin-Mengen (0.3 kg von total 7.3 kg) an nichtberufliche Anwender verkauft, was 46 kg Cypermethrin in der Schweiz entsprechen würde (Miljøstyrelsen, 2019, 2021). Eine im Rahmen dieser Studie durch Jardin Suisse durchgeführte nicht repräsentative Umfrage kam zu dem Ergebnis, dass Cypermethrin im «Zierpflanzenbau» in 3 von 6 Betrieben eingesetzt wurde, bzw. wird. Gemäss Umfragen von Krebs et al. 2008 und Krebs et al. 2011 wurden 2005/06 4.3 kg Cypermethrin in GaLaBau- und Produktionsbetrieben eingesetzt und 2009/10 0.05 kg Cypermethrin in GaLaBau-Betrieben. Im «öffentlichen Garten und Landschaftsbau» wurden hochgerechnet durchschnittlich 15 kg/Jahr eingesetzt. Im «Weinbau» war Cypermethrin nicht zugelassen, die Anwendungsdaten enthielten jedoch einen Einsatz im 2012. Im «Obstbau» war Cypermethrin zwar bis 2014 zugelassen, die vorliegenden Daten enthielten jedoch keine Anwendungen. Im «Beerenbau» war Cypermethrin in allen Kulturen zugelassen, Anwendungsdaten waren keine vorhanden und auch für andere Länder konnten solche Daten nicht gefunden werden. Würde die gesamte konventionelle Beerenbaufläche einmal mit einer durchschnittlichen Aufwandmenge behandelt, entspräche dies 22 kg/Jahr (knapp 2 % der Verkaufsmenge). Potentielle Anwendungen im Beerenbau können den grossen Unterschied zwischen Anwendungs- und Verkaufsmengen nicht erklären und erscheinen daher als eher vernachlässigbar.

Fazit: Die vorliegenden Daten deuten darauf hin, dass ein grosser Teil der Verkaufsmenge von Cypermethrin in der «Forstwirtschaft» (mindestens 22 %) angewendet wurde. Jedoch muss auch in anderen Anwendungsgebieten deutlich mehr Cypermethrin eingesetzt werden, als aus den Daten hervorgeht.

Deltamethrin

Im Untersuchungszeitraum wurden durchschnittlich 71.9 kg Deltamethrin pro Jahr verkauft, die vorhandenen Anwendungsdaten und eindeutig zuweisbaren Produktverkaufsmengen erklären davon rund 29.3 kg (40 %). Die grössten erklärbaren Anteile entfielen dabei auf die Anwendungsgebiete «Feldbau» (durchschnittlich 18.2 kg/Jahr; > 90 % auf Raps), «Gemüsebau» (10.5 kg/Jahr) und «Forstwirtschaft» (0.6 kg/Jahr) (Anhang, Tabelle 14).

Aus Produktverkaufsmengen und Zulassungsinformationen konnten zusätzlich 3.5 kg Deltamethrin identifiziert werden, die gemäss ihrer Zulassung im Vorratsschutz eingesetzt werden müssten und nicht in Anwendungsdaten vorhanden waren. Für den «Feldbau» ergibt die Extrapolation von Anwendungsdaten von Deutschland (Strassemeyer et al., 2017) und den Niederlanden (CBS, 2022) auf die Schweizer Anbauflächen deutlich höhere Werte (39.2 respektive 95.4 kg/Jahr). Extrapolationen von Daten aus Deutschland, Spanien und den Niederlanden auf die Anbauflächen des Schweizer «Gemüsebaus» ergeben auch da deutlich höhere Anwendungsmengen (19.2, 83, 51.2 kg/Jahr). Eine nicht repräsentative Umfrage, die Jardin Suisse auf Anfrage durchgeführt hat, bestätigte, dass Deltamethrin regelmässig im «Zierpflanzenbau» eingesetzt wurde/wird. Mit Anwendungsdaten aus den Niederlanden für Blumenkulturen und Baumschulen würde sich auf entsprechende Schweizer Flächen hochgerechnet ein durchschnittlicher Bedarf von 7.7 kg/Jahr (rund 10 % der Verkaufsmenge) ergeben (CBS, 2022). Zudem zeigten zwei Studien den Deltamethrin-Einsatz von 2.0 kg bzw. 2.9 kg/Jahr in GaLaBau- und Produktionsbetrieben (Krebs et al., 2008; Krebs et al., 2011). In der «Forstwirtschaft» war Deltamethrin bis 2017 zugelassen. Zwischen 2012 und 2017 wurden 0.2 kg Deltamethrin pro Jahr in Produkten verkauft, die nur in der Forstwirtschaft zur Behandlung von liegendem Rundholz zugelassen waren. Die hochgerechneten Anwendungsdaten konnten von denselben Produkten 84 % dieser Einsatzmengen erklären. Rechnet man dies zu den Anwendungsdaten dazu, liegt der Einsatz in der Forstwirtschaft bei rund 1 % der Verkaufsmenge. Im «Beerenbau» war Deltamethrin in Himbeeren zugelassen, wurde in den wenigen vorhandenen Anwendungsdaten jedoch nicht eingesetzt. Würde die gesamte konventionelle Himbeer-Fläche einmal mit einer durchschnittlichen Aufwandmenge behandelt, entspräche dies 1.2 kg/Jahr (ca. 1.5 % der Verkaufsmenge). Extrapoliert man die Anwendungsmenge aus den Niederlanden auf die Beerenanbaufläche der Schweiz, ergibt dies 9.2 kg/Jahr (12 % der Verkaufsmenge).

Fazit: «Feldbau» und «Gemüsebau» sind wichtige Anwendungsgebiete für Deltamethrin. Andere Studien und Einsatzmengen auf Blumenkulturen und Baumschulen in den Niederlanden lassen vermuten, dass auch im «Zierpflanzenbau» relevante Mengen Deltamethrin eingesetzt wurden/werden.

Lambda-Cyhalothrin

Im Untersuchungszeitraum wurden durchschnittlich 592 kg Lambda-Cyhalothrin pro Jahr verkauft, die vorhandenen Anwendungsdaten und eindeutig zuweisbaren Produktverkaufsmengen erklären davon rund 122 kg (21 %). Die grössten erklärbaren Anteile entfielen dabei auf die Anwendungsgebiete «Gemüsebau» (durchschnittlich 50 kg/Jahr), «Feldbau» (47 kg/Jahr; vor allem Raps und Zuckerrüben) und «Nichtberufliche Verwendung» (21 kg/Jahr) (Anhang, Tabelle 15).

Im «Gemüsebau» wurden laut vorliegenden Anwendungsdaten 28 % der konventionellen Freilandgemüseflächen durchschnittlich 1.4-mal mit Lambda-Cyhalothrin behandelt. Zwischen 2017 und 2020 wurden höhere Einsatzmengen berechnet als in den Jahren davor (80 kg/Jahr vs. 26 kg/Jahr) und die summierten Anbauflächen im Datensatz waren ebenfalls grösser 175 ha/Jahr vs. 67 ha/Jahr). Würde die gesamte konventionelle Gemüsefläche einmal mit Lambda-Cyhalothrin behandelt, würde dies 110 kg/Jahr Lambda-Cyhalothrin (19 % der Verkaufsmenge) entsprechen. Extrapoliert man die Anwendungsdaten aus Deutschland und den Niederlanden auf die Schweizer Gemüsebauflächen, ergeben sich deutlich tiefere Anwendungsmengen (19 und 36 kg/Jahr), mit Anwendungsdaten aus Spanien aber rund doppelt so viel (112 kg/Jahr). Anwendungsabschätzungen aus Deutschland (Strassemeyer et al., 2017) und Anwendungsdaten aus den Niederlanden (CBS, 2022) ergaben auf die wichtigsten konventionellen Feldbaukulturen (ohne Extenso) extrapoliert Einsatzmengen von 328 bzw. 89 kg Lambda-Cyhalothrin pro Jahr und lagen somit deutlich über den Schweizer Hochrechnungen. Die deutschen und niederländischen Applikationsmuster enthielten anders als die Schweizer Anwendungsdaten relevante Anwendungsmengen auf Winterweizen, Kartoffeln, Mais (nur Deutschland) und Wintergerste. Die niederländischen Anwendungsdaten enthielten jedoch anders als in der Schweiz keine Anwendungen auf Raps. Im «Zierpflanzenbau» war Lambda-Cyhalothrin zwischen 2012 bis 2020 in den Kulturen «Blumenkulturen und Grünpflanzen» (seit 2014), «Buchsäumen», «Rosen» (seit 2015), «Zier- und Sportrasen» und bis 2013 in den Kulturen «Schnittblumen», «Sommerflor» und «Topf- und Kontainerpflanzen» zugelassen. Die auf Anfrage durch Jardin Suisse durchgeführte nicht repräsentative Umfrage bei produzierenden Zierpflanzenbaubetrieben ergab, dass Lambda-Cyhalothrin im Zierpflanzenbau verbreitet eingesetzt wurde/wird und von grosser Bedeutung war/ist (z.B. gegen den Buchsbaumzünsler). Zudem berechneten zwei Studien einen Lambda-Cyhalothrin-Einsatz von 27 kg bzw. 12 kg/Jahr in GaLaBau- und Produktionsbetrieben (Krebs et al., 2008; Krebs et al., 2011). Lambda-Cyhalothrin war auch im «Obstbau» (auf Kernobst) und im «Weinbau» zugelassen, wurde in den vorhandenen Anwendungsdaten jedoch nur selten im Obstbau (1 kg/Jahr) und im Weinbau nicht angewendet. Im «Beerenbau» ist Lambda-Cyhalothrin auf Erd- und Himbeeren zugelassen. In den wenigen Anwendungsdaten für Erdbeeren und Himbeeren waren Anwendungen vorhanden, die zusammen mit anderen kleinen Kulturen in der Kulturgruppe «Andere Nutzungen» hochgerechnet wurden. Würden alle Erdbeer- und Himbeerfläche einmal mit Lambda-Cyhalothrin behandelt, würde dies 13 kg Lambda-Cyhalothrin erfordern (2.2 % der Verkaufsmenge).

Fazit: Für Lambda-Cyhalothrin bestanden grosse Unterschiede zwischen den Hochrechnungen und den Verkaufsmengen. Wichtige Anwendungsgebiete sind «Gemüsebau», «Feldbau», die «Nichtberufliche Verwendung» und vermutlich «Zierpflanzenbau».

Chlorpyrifos

Im Untersuchungszeitraum wurden durchschnittlich 5'308 kg Chlorpyrifos pro Jahr verkauft, die vorhandenen Anwendungsdaten und eindeutig zuweisbaren Produktverkaufsmengen erklären davon rund 2'921 kg (55 %). Die grössten erklärbaren Anteile entfielen dabei auf die Anwendungsgebiete «Feldbau» (durchschnittlich 1'977 kg/Jahr; vor allem Raps, Zuckerrüben und Kartoffeln), «Obstbau» (374 kg/Jahr) und «Gemüsebau» (242 kg/Jahr; vor allem Salat und Zwiebeln) (Anhang, Tabelle 16).

Im «Gemüsebau» wurden gemäss Anwendungsdaten durchschnittlich rund 2.7 % der konventionellen Freilandflächen mit Chlorpyrifos behandelt. Extrapolationen der Anwendungsdaten aus Deutschland und Spanien auf die Schweizer Anbauflächen ergaben viel höhere Einsatzmengen (2'520 und 1'462 kg/Jahr). In der «Forstwirtschaft» waren einige Produkte nur zur Anwendung auf «liegendem Rundholz im Wald und auf Lagerplätzen» zugelassen. Diese verkauften Produkte enthielten durchschnittlich 98 kg Chlorpyrifos pro Jahr (rund 2 % der Verkaufsmenge), die hochgerechneten Rundholzanzwendungsdaten lagen mit 61 kg/Jahr deutlich tiefer. Durch Abklärungen im Rahmen dieser Studie bei einigen Forstlichen Pflanzgärten (Forstwirtschaft) und Baumschulen (Zierpflanzenbau) konnten die Einsatzmengen von Chlorpyrifos grob auf 19 bis 37 kg abgeschätzt

werden. Im «Beerenbau» war Chlorpyrifos auf Erd- und Himbeeren zugelassen und wurde gemäss den vorhandenen Daten oft auf Erdbeeren eingesetzt. Eine einmalige Behandlung der gesamten Erd- und Himbeerflächen würde 502 kg (9.5 % der Verkaufsmenge) erfordern. Zusammen mit anderen Kulturen wie Sonnenblumen wurden 46 kg Chlorpyrifos pro Jahr im Anwendungsgebiet «Andere Nutzungen» berechnet.

Fazit: Die wichtigsten Anwendungsgebiete von Chlorpyrifos waren «Feldbau» (mindestens 37 %), «Obstbau» (mindestens 7 %) und «Gemüsebau» (mindestens 5 %). Weitere Anwendungsgebiete waren «Nichtberufliche Verwendung», «Weinbau», «Anderen Nutzung» (Sonnenblumen), «Zierpflanzenbau» sowie «Forstwirtschaft», für die zusätzliche Anwendungsmengen identifiziert werden konnten. Chlorpyrifos ist seit dem 01.07.2021 in der Schweiz nicht mehr zugelassen.

Chlorpyrifos-methyl

Im Untersuchungszeitraum wurden durchschnittlich 4'094 kg Chlorpyrifos-methyl pro Jahr verkauft, die vorhandenen Anwendungsdaten und eindeutig zuweisbaren Produktverkaufsmengen erklären davon 1'425 kg (35 %). Die grössten erklärbaren Anteile entfielen dabei auf die Anwendungsgebiete «Obstbau» (durchschnittlich 767 kg/Jahr), «Feldbau» (319 kg/Jahr), «Weinbau» (167 kg/Jahr) und «Gemüsebau» (155 kg/Jahr) (Anhang, Tabelle 17).

Nach den Anwendungsdaten wurden im «Feldbau» vor allem Raps (294 kg/Jahr) und Winterweizen (9 kg/Jahr) behandelt und im «Gemüsebau» rund 2 % der Freilandgemüseflächen (vor allem Zwiebeln aber auch andere Kulturen wie Sellerie, Rosenkohl, Weisskohl, Blumenkohl, Salate und Lauch). In den wenigen Gewächshausanwendungsdaten waren keine Anwendungen von Chlorpyrifos-methyl enthalten. Weitere Abklärungen ergaben, dass durchschnittlich 1'657 kg/Jahr Chlorpyrifos-methyl in Produkten verkauft wurden, die nur im «Obst- und Weinbau» zugelassen waren und dementsprechend nur in diesen Anwendungsgebieten angewendet werden durften; nur 934 kg/Jahr (56 %) konnten aber mit den hochgerechneten Anwendungsdaten belegt werden. Gemäss einer von Jardin Suisse im Zusammenhang mit dieser Studie durchgeführten, nicht repräsentativen Umfrage gab 1 von 6 Betrieben an, Chlorpyrifos-methyl auch im «Zierpflanzenbau» verwendet zu haben. Zudem zeigten zwei Studien den Chlorpyrifos-methyl-Einsatz von 54 kg bzw. 22 kg/Jahr in GaLaBau- und Produktionsbetrieben (Krebs et al., 2008; Krebs et al., 2011).

Fazit: Die weiteren Abklärungen ergaben, dass die summierten Einsatzmengen von Chlorpyrifos-methyl in «Obst- und Weinbau» (aufgrund der eindeutig zuweisbaren Produktverkaufsmengen) deutlich höher sein müssten und dass vermutlich auch im Zierpflanzenbau relevante Mengen eingesetzt wurden. Chlorpyrifos-methyl ist seit dem 01.07.2021 in der Schweiz nicht mehr zugelassen.

Mineralöl

Im Untersuchungszeitraum wurden durchschnittlich 214 t Mineralöl (Paraffinöl) pro Jahr verkauft, die vorhandenen Anwendungsdaten und eindeutig zuweisbaren Produktverkaufsmengen erklären davon 144 t (67 %). Die grössten erklärbaren Anteile entfielen dabei auf die Anwendungsgebiete «Obstbau» (durchschnittlich 79.1 t/Jahr), «Feldbau» (42.4 t/Jahr) und «Biokulturen» (13.5 t/Jahr) (Anhang, Tabelle 18).

Weitere Abklärungen ergaben den Einsatz von Mineralöl von 0.4 bzw. 0.1 t/Jahr im «Zierpflanzenbau» (Krebs et al., 2008; Krebs et al., 2011). Die berechneten Wirkstoffmengen variieren für einige Anwendungsgebiete relativ stark zwischen den Jahren (z.B. 41.8 – 110.1 kg im «Obstbau»), was auf Unsicherheiten in den Anwendungsdaten hinweisen könnte.

Fazit: Für Mineralöl konnten in Anbetracht der grossen Lücken nur wenige zusätzliche Informationen gefunden werden. Ein Grund für die große Differenz zwischen Verkaufs- und Anwendungsdaten könnte sein, dass Mineralöl für die Behandlung einiger Kulturen (auch) als Netzmittel zugelassen war, und dass deren Anwendungen (teilweise) nicht erfasst wurden. Für solidere Schätzungen bräuchte es zudem Anwendungsdaten für «Nichtberufliche Verwendung», «Gemüsebau», «GaLaBau» und für alle Kulturen des Biolandbaus.

4.4.2 Fungizide

Difenoconazol

Im Untersuchungszeitraum wurden durchschnittlich 10.3 t Difenoconazol pro Jahr verkauft, die vorhandenen Anwendungsdaten und eindeutig zuweisbaren Produktverkaufsmengen erklären davon 6.8 t (67 %). Die grössten erklärbaren Anteile entfielen dabei auf die Anwendungsgebiete «Feldbau» (durchschnittlich 3 t/Jahr, vor allem Kartoffel- und Getreidekulturen, aber auch Zuckerrüben, Raps und Futterrüben), «Nichtberufliche Verwendung» (2.2 t/Jahr) und «Obstbau» (0.5 t/Jahr) (Anhang, Tabelle 19).

Weitere Abklärungen ergaben, dass durchschnittlich 2.3 t/Jahr Difenoconazol in Produkten verkauft werden, die nur im «Obstbau» zugelassen sind und dementsprechend nur in diesem Anwendungsgebiet angewendet werden dürfen; nur 0.5 t/Jahr können aber mit Anwendungsdaten belegt werden. Zudem zeigten zwei Studien den Difenoconazol-Einsatz von 0.003 bzw. 0.035 t/Jahr in «GaLaBau- und Produktionsbetrieben» (Krebs et al., 2008; Krebs et al., 2011). Gemäss Produktverkaufsmengen müssten zudem mindestens 0.1 t/Jahr dem «Zierpflanzenbau» zugewiesen werden.

Fazit: Mit den weiteren Abklärungen konnten insgesamt 84 % der verkauften Difenoconazol-Menge einem Anwendungsgebiet zugewiesen werden (29 % im «Feldbau», 22 % im «Obstbau» und 21 % in der «Nichtberuflichen Verwendung»). Weitere Anwendungen wurden auch in allen anderen Anwendungsgebieten verzeichnet, jedoch in geringeren Mengen.

Kupfer

Im Untersuchungszeitraum wurden durchschnittlich 68.5 t Kupfer pro Jahr verkauft, die vorhandenen Anwendungsdaten und eindeutig zuweisbaren Produktverkaufsmengen erklären davon knapp 41 t (60 %). Die grössten erklärbaren Anteile entfielen dabei auf die Anwendungsgebiete «Weinbau» (durchschnittlich 23 t/Jahr), «Obstbau» (6.9 t/Jahr) und im Biolandbau (5.4 t/Jahr; maximal 2020 8.5 t) (Anhang, Tabelle 20). Im «Feldbau» lagen die durchschnittlichen Einsatzmengen bei 3.1 t/Jahr. Mithilfe der Produktverkaufsmengen konnten 1.4 t/Jahr der «Nichtberuflichen Verwendung» zugewiesen werden. Im «Gemüsebau» wurden 5 % der konventionellen Freilandgemüseflächen mit Kupfer behandelt. Die Berechnungen ergaben für konventionelles Freilandgemüse 0.4 t Kupfer pro Jahr.

Weitere Abklärungen ergaben, dass zwischen 2012 und 2019 durch Helikopter-Anwendungen im «Weinbau» durchschnittlich 5.2 t/Jahr appliziert wurden (Abbildung 12). Da unklar war, welche Helikopteranwendungen zusätzlich oder anstatt von Bodenapplikationen appliziert wurden, wurden die Helikopteranwendungen getrennt ausgewertet und nicht in den Hochrechnungen der Anwendungsmengen integriert. Zudem zeigten zwei Studien den Kupfer-Einsatz von 1.5 bzw. 0.8 t/Jahr im «Zierpflanzenbau» (Krebs et al., 2008; Krebs et al., 2011). Mit Ausschöpfen der ÖLN-Grenzwerte für den Kupfereinsatz hätten höchstens 49.8 t/Jahr im Weinbau angewendet werden dürfen (maximal 73 % der Verkaufsmenge) (Dubius et al., 2020), 12.5 t/Jahr im «Kern- und Steinobst» (maximal 18 % der Verkaufsmenge) (Perren et al., 2020) und mit den für BioSuisse geltenden Grenzwerten für die biologisch bewirtschafteten Kulturen Freilandgemüse, Reben, Kernobst, Steinobst, Hochstammobst, Kartoffeln sowie für den Beerenbau höchstens 17.4 t/Jahr (maximal 25 % der verkauften Menge) (FiBL, 2020). Die Daten für den konventionellen «Weinbau», vor allem aber für den «Obstbau», zeigen einen Kupfer-Einsatz von 46 % bzw. 55 % der für ÖLN festgelegten Grenzwerte, während nach den vorliegenden Anwendungsdaten und Angaben im Bio-Anbau nur knapp über 30 % des für BioSuisse geltenden Grenzwertes eingesetzt werden. Mit den Angaben von Speiser könnten auf Kartoffel-, Reben-, Obst- und Gemüseflächen bis zu 10 t Kupfer eingesetzt werden (Speiser et al., 2015). Im Gegensatz zum Biolandbau wird im konventionellen Landbau Kupfer oftmals in Kombination mit synthetischen Fungiziden eingesetzt, welche im Biolandbau nicht eingesetzt werden dürfen. Der Anbau robuster Sorten ist im Biolandbau zentral, jedoch wird auch da ein minimaler Kupfereinsatz empfohlen.

Fazit: Kupfer kommt in allen Anwendungsgebieten zum Einsatz, der Weinbau ist vermutlich das wichtigste Anwendungsgebiet, gefolgt von «Obstbau» und «Biokulturen». Die weiteren Abklärungen zeigen, dass vor allem der Einsatz in den Anwendungsgebieten «Weinbau», «Biokulturen», «Zierpflanzenbau» und «Nichtberufliche Verwendung» höher sein könnte als in den Hochrechnungen.

Schwefel

Im Untersuchungszeitraum wurden durchschnittlich 400 t Schwefel pro Jahr verkauft, die vorhandenen Anwendungsdaten und eindeutig zuweisbaren Produktverkaufsmengen erklären davon knapp 173 t (43 %). Die grössten erklärbaren Anteile entfielen dabei auf die Anwendungsgebiete «Weinbau» (durchschnittlich 115.6 t/Jahr), «Obstbau» (39.8 t/Jahr) und Biolandbau (12.5 t/Jahr; 2013 kein Einsatz; 2020 41.2 t) (Anhang, Tabelle 21).

Weitere Abklärungen ergaben, dass durch Helikopter-Anwendungen im «Weinbau» zwischen 2012-19 durchschnittlich 45.1 t/Jahr appliziert wurden, die nicht in den Hochrechnungen der Anwendungsmengen integriert wurden, weil unklar war, welche Helikopteranwendungen zusätzlich oder anstatt von Bodenanwendungen appliziert wurden. Seit 2008 stieg generell die Verkaufsmenge der in der biologischen Landwirtschaft anwendbaren Produkte wie zum Beispiel Schwefel stetig an (BLW, 2021b). Würden die Hochrechnungen nur mit den aktuellsten Anwendungsdaten aus dem Jahr 2020 durchgeführt werden, wären die Anteile für Weinbau (durchschnittlich 191.2 t/Jahr) und Biokulturen (durchschnittlich 41.2 t/Jahr) deutlich höher. Zudem zeigten zwei Studien den Schwefel-Einsatz von 2.1 bzw. 0.3 t/Jahr im Zierpflanzenbau (Krebs et al., 2008; Krebs et al., 2011). Der «Nichtberuflichen Verwendung» wurden Produktverkaufsmengen von 0.2 t zugewiesen. In Dänemark und Belgien wurden 2018 6.5 % bzw. 0.4 % der Verkaufsmengen von Schwefel an Nichtberufliche Verwender verkauft (CORDER, 2022; Miljøstyrelsen, 2019, 2021), was umgerechnet auf die Schweiz 26 bzw. 1.6 t Schwefel entsprechen würde.

Fazit: Die weiteren Abklärungen zeigen, dass Schwefel wohl in allen Anwendungsgebieten zum Einsatz kommt. Die Anwendungsgebiete mit dem höchsten verzeichneten Einsatz sind «Weinbau», «Obstbau» und «Biolandbau».

4.4.3 Herbizide

Glyphosat

Im Untersuchungszeitraum wurden durchschnittlich 213 t Glyphosat pro Jahr verkauft, die vorhandenen Anwendungsdaten und eindeutig zuweisbaren Produktverkaufsmengen erklären davon knapp 115 t (54 %). Die grössten erklärbaren Anteile entfielen dabei auf die Anwendungsgebiete «Feldbau» (durchschnittlich 81 t/Jahr), «Weinbau» (10 t/Jahr), «Nichtberufliche Anwendung» (10 t; hauptsächlich in kleinen Ready-to-Use-Produkten) und «Obstbau» (5 t/Jahr) (Anhang, Tabelle 22). Auch auf kleineren Kulturen wie auf Sonnenblumen, Zwischenfutter, Beeren, Blühstreifen (Andere Nutzungen) wurde Glyphosat angewendet (5 t/Jahr). Auf «Bahngleisen» wurden rund 3 t Glyphosat pro Jahr (1.6 % der Verkaufsmenge) eingesetzt.

Weitere Abklärungen ergaben, dass im Bereich «Feldbau» durchschnittlich zusätzlich 6.6 t Glyphosat auf Zwischenkulturen angewendet wurden. Zudem zeigten zwei Studien den Glyphosat-Einsatz von 14 bzw. 8 t/Jahr im «Zierpflanzenbau» (Krebs et al., 2008; Krebs et al., 2011). In England werden beträchtliche Mengen) ausserhalb der Landwirtschaft für die berufliche Verwendung auf Golf-, Industrie-, Infrastruktur-, Öffentlichen- und Privatarealen eingesetzt (hochgerechnet für die Schweiz würde dies 48 t jährlich entsprechen) (Goulds, 2012). Für diese Anwendungen liegen in der Schweiz kaum oder keine Daten vor. Auch bei der nichtberuflichen Verwendung liegen grosse Datenlücken vor. Basierend auf den zugelassenen Produkten liegt die Anwendungsmenge für Glyphosat zwischen 0.2 und 108.6 t/Jahr. Daten für Bahngleise zeigten einen höheren Glyphosateinsatz in England (0.9 kg/km Geleis) und Belgien (1.5 kg/km) verglichen mit den Daten aus der Schweiz (0.6 kg/km) (CORDER, 2022; Goulds, 2012).

Fazit: Die weiteren Abklärungen deuten darauf hin, dass im Feldbau etwas höhere Anwendungsmengen zu verzeichnen sind, aber dass der Unterschied zwischen Verkaufs- und Anwendungsmengen vermutlich grösstenteils durch fehlende Anwendungsdaten für den «Zierpflanzenbau», die «Nichtberufliche Verwendung» und für den beruflichen Einsatz von Glyphosat ausserhalb der Landwirtschaft zu erklären ist.

4.4.4 Molluskizide

Metaldehyd

Im Untersuchungszeitraum wurden durchschnittlich 35.4 t Metaldehyd pro Jahr verkauft, die vorhandenen Anwendungsdaten und eindeutig zuweisbaren Produktverkaufsmengen erklären davon ca. 20.5 t (58 %). Die grössten erklärbaren Anteile entfielen dabei auf die Anwendungsgebiete «Feldbau» (Ø 8.1 t; vor allem auf Zuckerrüben, Raps und Kartoffeln) und auf die «Nichtberufliche Verwendung» (10.4 t; hauptsächlich in kleinen Ready-to-Use-Produkten) (Anhang, Tabelle 23).

Auf kleineren Kulturen («Andere Nutzungen») wurde Metaldehyd vor allem auf Sonnenblumen aber auch auf Tabak, Beeren und Zwischenfutter eingesetzt. Die Hochrechnungen ergab durchschnittlich 1.2 t/Jahr. Im «Zierpflanzenbau» war Metaldehyd zwischen 2012-2020 zwar in allen Kulturen zugelassen, Anwendungsdaten waren aber keine vorhanden; im «GaLaBau- öffentlicher Bereich» wurden < 0.1 t eingesetzt. Für GaLaBau- und Produktionsbetriebe zeigte eine Studie den Metaldehyd-Einsatz von 0.2 t / Jahr (Krebs et al., 2008). Im «Gemüsebau» wurde Metaldehyd in vielen verschiedenen Freilandgemüseulturen (vor allem auf Salatkulturen) angewendet. Total wurden 17 % der Freilandgemüseflächen durchschnittlich 1,9-mal mit Metaldehyd behandelt (durchschnittlich 0.7 t/Jahr). Für die einmalige Behandlung aller konventionellen Gemüseflächen bräuchte es 3.6 t Metaldehyd.

Fazit: Für Metaldehyd konnten nur sehr wenige zusätzliche Informationen gefunden werden. Ein Grund für die große Differenz zwischen Verkaufs- und Anwendungsdaten könnte sein, dass Metaldehyd in der Regel als Granulat auf den Boden gestreut und nicht wie herkömmliche PSM versprüht wird und daher ein Metaldehyd-Einsatz nicht als reguläre PSM-Anwendung erfasst wurde.

5 Diskussion

Die Berechnungen mit den zur Verfügung Anwendungsdaten, Produktverkaufszahlen und Informationen zur Zulassung konnten durchschnittlich 67 % der verkauften Wirkstoffmengen (oder 1430 t) erklären. Das heisst, 33 % der verkauften Mengen konnten keinem Anwendungsgebiet zugeordnet werden. Dafür gibt es verschiedene Gründe, die im Folgenden diskutiert werden.

5.1 Unsicherheiten in den verwendeten Daten

Der Hauptgrund für die Unterschiede zwischen den hochgerechneten Anwendungsmengen und den Verkaufsmengen dürfte darin liegen, dass für einige Anwendungsgebiete keine, nur wenig verlässliche oder wenige Anwendungsdaten vorlagen. Besonders die fehlenden Anwendungsdaten für den «Zierpflanzenbau», den grössten Teil des «GaLaBaus» (Sportplätze, Liegenschaftsunterhalt, Privatgärten etc.) und die «Nichtberufliche Verwendung» sowie die nicht repräsentativen Anwendungsdaten für den «Gemüsebau» und die «Biokulturen» dürften zu den Unterschieden beitragen.

5.1.1 Anwendungsgebiete mit Anwendungsdaten

Besonders für die Anwendungsgebiete «Feldbau» und «Obstbau» standen mehrere Datensätze zur Verfügung, die eine relativ zuverlässige Extrapolation ermöglichten. In der Robustheitsanalyse zeigten diese Anwendungsgebiete folglich deutlich geringere Schwankungen in den Hochrechnungen verglichen mit Anwendungsgebieten, die relativ wenig Anwendungsdaten enthielten.

Die Anwendungsdaten für die Anwendungsgebiete «Gemüsebau» und «Beerenbau» (bei denen der Pflanzenschutz zwischen Kulturen, Regionen, Jahren und Betrieben stark variiert), aber auch für die verschiedenen Anwendungsgebiete des Biolandbaus waren wenig umfangreich, weshalb die Berechnungen relativ grosse Unsicherheiten enthalten. Hier wäre eine breitere Datenbasis nötig, um repräsentative Hochrechnungen vornehmen zu können. Ein weiterer Grund für Unterschiede zwischen Verkaufsmengen und hochgerechneten Mengen könnte die Aggregation der Anwendungsdaten zu einem Anwendungsgebiet sein. Zum Beispiel wurden die Anwendungsdaten von Beeren- und Gewächshauskulturen aufgrund der zu geringen Datenlage nicht separat, sondern zusammen mit einer Reihe anderer kleinen Kulturen (wie z.B. Sonnenblumen, Kiwis oder Holunder) in der Kulturgruppe «Andere Nutzungen» hochgerechnet. Dies könnte, je nach Anwendung, zu einer deutlichen Über- oder Unterschätzung der Anwendungsmengen einiger Wirkstoffe geführt haben.

Für den «Weinbau» wurden nur Bodenapplikationen für die Hochrechnungen berücksichtigt. Helikopterapplikationen waren in einem separaten Datensatz zwar vorhanden, konnten aber für die Hochrechnungen der Anwendungsmengen nicht berücksichtigt werden, da Helikopterapplikationen die Bodenapplikationen ersetzen oder ergänzen können und die Bodenanwendungsdaten nicht angaben, ob zusätzlich Luftapplikationen stattgefunden hatten oder die Luftapplikationen in den Feldkalendern bereits enthalten waren. Für einige Wirkstoffe wurden bedeutende Mengen per Helikopter ausgebracht, beispielsweise 10 % der Verkaufsmenge bei Schwefel und Folpet sowie 32 % des verkauften Kaliumphosphonats.

Für die «Forstwirtschaft» waren die Anwendungsdaten sehr umfangreich und die Robustheit der Hochrechnungen alleine aufgrund der verfügbaren Anwendungsdaten stabil. Die eindeutig zuweisbaren Produktverkaufsmengen lassen jedoch den Schluss zu, dass in der «Forstwirtschaft» mehr angewendet als gemeldet wurde, wobei in der «Forstwirtschaft» zugelassene Wirkstoffe nur geringe Verkaufsmengen aufweisen. Die Anwendungsdaten enthielten nur im Wald applizierte Insektizide auf Rundholz, zu anderen in der Forstwirtschaft applizierten PSM-Wirkstoffmengen (z.B. Wildabhaltemittel) liegen keine Anwendungsdaten vor.

Da die Angabe von PSM-Anwendungen mit Ausnahme der Anwendungen im Wald bislang nicht verpflichtend ist, besteht allgemein die Möglichkeit, dass die freiwillig erfassten PSM-Anwendungen von landwirtschaftlichen Betrieben und Netzwerken (also z.B. ZA-AUI, SOA etc.), Städten und Unternehmen («GaLaBau-öffentlicher Bereich») stammen, die tendenziell überdurchschnittlich sensibilisiert sind und von vorneherein weniger PSM einsetzen als der Durchschnitt. Die relativ geringen Unterschiede zwischen den landwirtschaftlichen Datensätzen, welche nicht alle zum Zweck eines PSM-Monitorings erfasst wurden, sondern auch z.B. für betriebswirtschaftliche

Analysen, lassen jedoch vermuten, dass dies für die landwirtschaftlichen Anwendungen nicht oder nur in geringem Masse zutrifft. Da die Erfassung der PSM-Anwendungen in den landwirtschaftlichen Datensätzen freiwillig (und im Falle der ZA-AUI mit finanzieller Entschädigung) und nicht zu Kontrollzwecken erfolgte, ist es eher unwahrscheinlich, dass Einträge absichtlich ausgelassen wurden. Es ist jedoch denkbar, dass einzelne Einträge versehentlich vergessen wurden, da sehr viele Daten in Feldkalendern erfasst werden (Gilgen et al., 2023). Doppelt geführte PSM-Anwendungen wurden im Rahmen der Qualitätskontrolle systematisch aus dem Datensatz entfernt, fehlende Daten konnten jedoch nicht eruiert und ergänzt werden.

In der Datenaufbereitung kam es in wenigen Fällen vor, dass einige der angegebenen Produkte oder Wirkstoffe nicht eindeutig einem Produkt oder Wirkstoff im PSM-Verzeichnis zugewiesen werden konnten, so dass diese Daten von weiteren Auswertungen ausgeschlossen wurden. Ebenfalls wurden deutlich zu hohe Aufwandmengen (deutlich über der zugelassenen Aufwandmenge, z.B. aufgrund einer falschen Einheit) systematisch nach unten korrigiert. Umgekehrt wurden tiefe Aufwandmengen nicht nach oben korrigiert, da plausible Gründe (z.B. Teilflächenbehandlung, mehrere angewendete Produkte o.ä.) für tiefere Aufwandmengen existieren. Die Datenaufbereitung und Qualitätskontrolle könnte somit auch zu einem kleinen Teil für die Unterschiede der Berechnungen zu den Verkaufsmengen verantwortlich sein.

Darüber hinaus sind die regionalen Unterschiede im PSM-Einsatz der vorhandenen Daten möglicherweise nicht ausreichend repräsentativ wiedergegeben. Gründe für solche regionalen Unterschiede könnten unterschiedliche Wetterbedingungen, unterschiedliche Vorkommen von Schad- und Krankheitserregern oder unterschiedliche Beratungen sein (z.B. unterschiedliche Präsenz von Pflanzenschutzberatern und Pflanzenschutzberaterinnen verschiedener Firmen).

Wie in Abbildung 4 ersichtlich, lagen für die landwirtschaftlichen Anwendungsgebiete für rund 1 – 3 % der Anbauflächen Daten zum PSM-Einsatz vor, welche anschliessend auf 100 % der Anbauflächen extrapoliert wurden. Dabei wurde angenommen, dass die Flächen, für die keine Anwendungsdaten vorlagen, dem Durchschnitt der vorhandenen Daten entsprechen. Diese Annahme kann eventuell für einige Anwendungsgebiete eine Rolle spielen, weil dadurch die Anwendungsmengen über- oder unterschätzt werden (z.B. für die Kulturgruppe «Andere Nutzungen», in der die Anwendungsmengen in verschiedenen Kulturen mit geringer Anbaufläche zusammen hochgerechnet wurden). Für einige landwirtschaftliche Anwendungsgebiete scheinen die verfügbaren Daten aber relativ repräsentativ zu sein, da der Vergleich der verschiedenen Datenquellen keine größeren Unterschiede zwischen den verschiedenen Datensätzen zeigte (siehe Anhang 9.5).

5.1.2 Anwendungsgebiete ohne Anwendungsdaten

Für den «GaLaBau», für den aufgrund fehlender Daten keine Wirkstoffmengen zugewiesen werden konnten (Ausnahme «GaLaBau-öffentlicher Bereich»), zeigt der Vergleich mit einer Studie aus England (Goulds, 2012), dass in diesem Anwendungsgebiet potentiell relevante Wirkstoffmengen eingesetzt werden könnten, die in den Hochrechnungen dieser Studie fehlen. Dem «Zierpflanzenbau» konnten nur Wirkstoffmengen von Produkten zugewiesen werden, die ausschliesslich in diesem Anwendungsgebiet zugelassen waren (also Mindestmengen). Die zugewiesenen Wirkstoffmengen aus den Produktverkaufszahlen für die «Nichtberufliche Verwendung» sind mit relativ grossen Unsicherheiten behaftet, da nichtberufliche Verwender bis 2020 theoretisch jegliche Pflanzenschutzmittel hätten einsetzen können und die Unterschiede zwischen den in dieser Studie der Hochrechnung angerechneten und maximal berechneten (91 und 304 t/Jahr) Wirkstoffmengen sehr gross ist.

5.2 Unsicherheiten in den für die Hochrechnungen verwendeten Kulturflächen

Auch bei den für die Hochrechnungen verwendeten totalen Kulturflächen (siehe 2.2.3) bestehen teilweise Unsicherheiten, da die Grösse der Kulturflächen je nach Quelle variieren kann. Die Apfelanbauflächen, die beim BFS (BFS, 2022) zwischen 2010 und 2020 zu erhalten sind, sind rund 5 % grösser als die der Flächenstatistiken Obstanlagen (BLW, 2020). Da für die Hochrechnungen die Anwendungsmenge pro ha mit der totalen Kulturfläche multipliziert wurde, würde eine 5 % grössere Fläche auch zu einer 5 % höheren PSM-Einsatzmenge in diesem Anwendungsgebiet führen. Laut BFS sind landwirtschaftliche Flächen für Spezialkulturen («Obstbau», «Gemüsebau») ab einer Grösse von 0.3 ha und übrige landwirtschaftliche Flächen ab einer Grösse von 1 ha in der Statistik erfasst. Z.B. Apfelflächen in der Flächenstatistik Obstanlagen werden laut BLW ab einer Grösse von 0.1 ha

je einzelne Fläche und 0.2 ha je Betrieb erfasst sofern mindestens 300 Bäume pro ha stehen. Flächen, die nicht von einem landwirtschaftlichen Unternehmen bewirtschaftet werden, sind (unabhängig von ihrer Grösse) generell nicht in den Statistiken zu Landwirtschaftsflächen enthalten. Fehlende Flächen, in den für die Hochrechnung verwendeten totalen Flächen, könnten demnach ein weiterer Grund sein, weshalb die hochgerechneten Anwendungsmengen tiefer lagen als die Verkaufsmengen.

Auf Fruchtfolgeflächen werden im Jahresverlauf meist verschiedene Kulturen auf einer Fläche angebaut, als Haupt-, Zwischen- oder Nebenkultur. Hierzu ist die Datenlage jedoch oft ungenügend, sowohl bei den Flächenstatistiken als auch bei den Anwendungsdaten. Besonders relevant wäre diese Information für Gemüsekulturen (wie z.B. Salate), die nach wenigen Wochen wieder geerntet werden und für die die Schlaggrenzen innerhalb der Saison variieren können. Neben der geringen Datenlage für den «Gemüsebau» beeinflussen diese Unklarheiten die Verlässlichkeit der Hochrechnungen. Die vom BFS erfassten Flächen beinhalten keine Zwischenkulturen, bei der Auswertung der ZA-AUI-Daten wurden die Zwischenkulturen deswegen nicht berücksichtigt. Die weiteren Abklärungen (nur für Glyphosat) zeigten, dass mit hochgerechnet rund 6,6 Tonnen Glyphosat pro Jahr relevante Wirkstoffmengen auf Zwischenkulturen ausgebracht werden, die in den hochgerechneten Anwendungsdaten fehlen.

5.3 Nicht erfasste Verkaufsmengen

Wie bei den Anwendungsdaten auch können Unsicherheiten bei den Verkaufsmengen nicht gänzlich ausgeschlossen werden. Gewisse PSM-Verkäufe sind dazu per se nicht in den Verkaufsmengen vom BLW enthalten, wie zum Beispiel PSM, welche in Form von gebeiztem Saatgut importiert werden. Durch die Abklärungen, welche im Rahmen dieses Projektes gemacht wurden, konnten diese Mengen jedoch für die wichtigsten Kulturen (Zuckerrüben, Mais, Raps, Getreide) berechnet oder abgeschätzt werden. Im Vergleich zu der gesamten verkauften Wirkstoffmenge in der Schweiz sind die mit gebeiztem Saatgut importierten Mengen unbedeutend. Bei einzelnen Wirkstoffen, die vorwiegend zur Saatgutbeizung verwendet wurden, machte die Wirkstoffmenge auf importiertem Saatgut aber einen signifikanten Anteil an der Gesamtverkaufsmenge aus (z.B. 93 % für Imidacloprid).

5.4 Verkaufte und nicht angewendete Pflanzenschutzmittel

Nicht alle verkauften PSM werden in dem Jahr eingesetzt, in dem sie gekauft wurden. Ein Teil wird zuerst gelagert und allenfalls auch entsorgt. Die Bewilligungsinhaber melden dem BLW nur die verkauften PSM-Mengen; Informationen über die entsorgten Mengen sind beim BLW nicht erhältlich. Nicht verwendete, abgelaufene, oder nicht mehr bewilligte PSM können kostenlos in den Verkaufsstellen, Sonderabfallsammelstellen, Entsorgungsparks oder anderen Sammelstellen abgegeben werden. In Sonderabfallentsorgungsanlagen werden die Produkte anschliessend grösstenteils verbrannt, kleine Mengen werden biologisch behandelt. Jährlich anfallende Sonderabfallmengen werden durch das BAFU in der jeweiligen «Sonderabfallstatistik Inland» publiziert (BAFU, 2022). Gemäss BAFU sollten Pestizide (d.h. PSM und Biozidprodukte) unter den Codes «02-01-08 Abfälle von Chemikalien für die Landwirtschaft, die gefährliche Stoffe enthalten» und «20-01-19 Pestizide» erfasst werden. Unter diesen beiden Codes wurden zwischen 2010 und 2020 durchschnittlich 158 t pro Jahr (maximal 203 t) abgegeben. Bei PSM und Biozidprodukten umfasst dieses Gewicht die Verpackung und die darin enthaltenen Produktrückstände (von denen die Wirkstoffe in der Regel nur einen kleinen Teil ausmachen).

Jährlich werden rund 6'500 t PSM-Produktmengen in Verkehr gebracht. Informationen zu den in Verkehr gebrachten Biozidprodukten sind nicht vorhanden. Wenn die gesamten entsorgten 158 t Pestizide nur aus PSM-Produkten (ohne Verpackung) bestehen würden, wären es maximal 2.4 % der verkauften Produkte, welche jährlich entsorgt werden. Da aber in den Mengen auch Biozide und Verpackungen erfasst sind, liegt der Anteil der entsorgten Produktmenge deutlich tiefer als die 2.4 %. Die entsorgten Mengen liefern also keine Begründung für die 33 % der Verkaufsmengen, die sich nicht durch die Anwendungsdaten erklären liessen.

5.5 Gegenüberstellung Verkaufs- und Anwendungsmengen in Dänemark

In der Diskussion zu Unterschieden in Verkaufs- und Anwendungsmengen ist ein Blick nach Dänemark interessant. Dort müssen neben den PSM-Verkaufsmengen auch sämtliche berufliche PSM-Anwendungen erfasst und der dänischen Umweltbehörde gemeldet werden (Ministry of Environment and Food of Denmark, 2017). Zwischen 2011 und 2019 erklärten die Anwendungsdaten rund 69 % der Wirkstoffverkaufsmengen (siehe Abbildung 15). Zwischen 2011 und 2013 lagen die Verkaufsmengen deutlich über den berechneten Anwendungsmengen. Dies geht vermutlich auf die Anpassung des Systems zur Pestizidbesteuerungssystem zurück, welche am 1. Juli 2013 in Kraft trat. Durch die Anpassung wurden PSM relativ zu ihrer Umweltbelastung («Toxic Load») verteuert. Die Ankündigung dieser Anpassung führte zu Hamstereinkäufen, die sich deutlich in den Verkaufsmengen zeigten (Miljøstyrelsen, 2021). Betrachtet man nur den Zeitraum 2014 – 2019, so erklärten die Anwendungsdaten im Schnitt 93 % der Verkaufsmengen. In einzelnen Jahren waren jedoch grössere Abweichungen zu verzeichnen und die Anwendungsmengen machten zwischen 61 % – 134 % der Verkaufsmengen aus. Die Erfahrungen in Dänemark lassen vermuten, dass nach der Einführung der obligatorischen Erfassung der beruflichen Anwendungen eine Übergangszeit bestehen könnte, in der die Verkaufsmengen nicht vollständig erklärt werden können, und dass in einzelnen Jahren gewisse Abweichungen weiterhin bestehen können. Im Grossen und Ganzen sind die Unsicherheiten mit einer obligatorischen Erfassung jedoch viel geringer als mit einer punktuellen freiwilligen Erfassung.

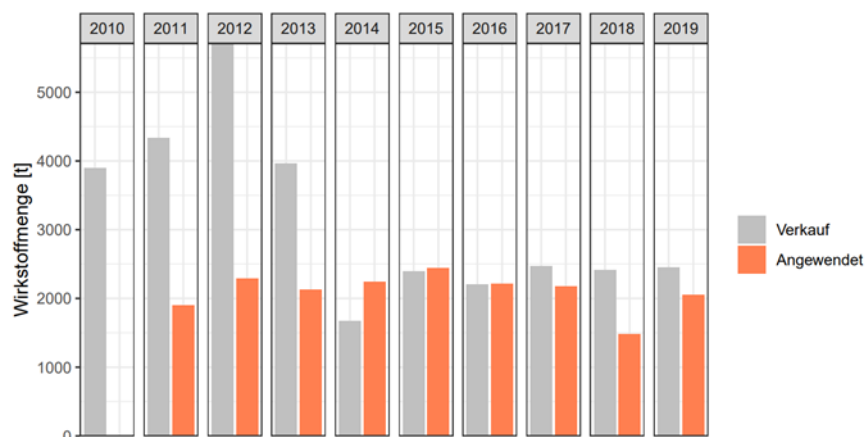


Abbildung 15: Verkaufs- und Anwendungsmengen in Dänemark für die Jahre 2010 – 2019, in Tonnen Wirkstoff. Datenquelle: Miljøstyrelsen (2021).

6 Schlussfolgerungen

Im Rahmen des Projekts wurden umfangreiche Recherchen zu PSM-Anwendungsdaten in verschiedenen Anwendungsgebieten durchgeführt und die in der Schweiz verfügbaren Daten und Informationen zu PSM-Anwendungen verwendet, um bestmögliche Berechnungen von PSM-Anwendungsmengen pro Wirkstoff und Anwendungsgebiet für die gesamte Schweiz zu erhalten.

Im Bereich Landwirtschaft konnten sieben Datenquellen für Hochrechnungen der Anwendungsmengen verwendet werden. Für die Anwendungsgebiete «Feldbau» und «Obstbau» standen relativ umfassende Daten zur Verfügung. Für den «Weinbau» waren zwar genügend Daten für eine Auswertung vorhanden, die entsprechenden Betriebe repräsentieren geografisch aber nicht die gesamte Schweiz, und aufgrund fehlender Hintergrundinformationen war nicht klar, ob Helikopterapplikationen in die Hochrechnungen hätten integriert werden sollen. Für das Anwendungsgebiet «Gemüsebau», welches sich aus sehr diversen Kulturen mit sehr unterschiedlichem PSM-Einsatz zusammensetzt, konnten zwar einige Daten ausgewertet werden, es bleiben aber grosse Datenlücken, ebenso für die Bereiche «Beerenbau» und für die verschiedenen Anwendungsgebiete im Biolandbau. Für den Bereich «Zierpflanzenbau» konnten keine PSM-Anwendungsdaten gefunden werden, so dass lediglich Mindesteinsatzmengen anhand von Produktverkaufsmengen und Informationen aus der Zulassung abgeschätzt werden konnten.

Ausserhalb der Landwirtschaft konnten fünf Datenquellen für die drei Anwendungsgebiete «Bahngleise», «Forstwirtschaft» und «GaLaBau- öffentlicher Bereich» in die Hochrechnungen der Anwendungsmengen aufgenommen werden. Keine Anwendungsdaten lagen vor zu PSM-Anwendungen in der «Forstwirtschaft» ausserhalb des Waldes, in anderen Bereichen des «GaLaBaus» (Sportplätze, Liegenschaftsunterhalt etc.) und in der «Nichtberuflichen Verwendung». Für die «Nichtberufliche Verwendung» konnten Wirkstoffmengen mithilfe der in dieser Studie zugewiesenen Produktverkaufsmengen grob abgeschätzt werden.

Die in dieser Studie mit vorhandenen Anwendungsdaten hochgerechnete und mithilfe Produktverkaufsmengen und Zulassungsinformationen eindeutig einem Bereich zugeordnete Wirkstoffmenge entsprach im Mittel 1'436 t und erklärte somit 67 % der Verkaufsmenge (je nach Jahr zwischen 63 % und 72 %). Von den Berechneten Anwendungsmengen entfielen auf den «Feldbau» 44 %, «Weinbau» «21» %, «Obstbau» 17 %, «Biokulturen» 4 %, «Gemüsebau» und «Andere Nutzungen» jeweils 3 %, «Bahngleise» und «GaLaBau-öffentlicher Bereich» jeweils 0.2 % und auf die «Forstwirtschaft» 0.05 %. Für rund die Hälfte der Wirkstoffe konnten die berechneten Wirkstoffeinsatzmengen einen Grossteil (> 75 %) der Verkaufsmengen erklären. Bei rund einem Drittel der verkauften Mengen bleibt unklar, in welchen Anwendungsgebieten diese eingesetzt werden. Zusätzliche Abklärungen für 13 Wirkstoffe mit grösseren Datenlücken (als «prioritäre Wirkstoffe mit Datenlücken» bezeichnet) zeigten auf, wo wichtig Anwendungsgebiete dieser Wirkstoffe liegen könnten.

Um den Beitrag einzelner landwirtschaftlicher oder nicht-landwirtschaftlicher Anwendungsbereiche zum PSM-Einsatz oder zum -Risikopotenzial zu bestimmen, reichen die derzeit verfügbaren Daten nicht aus. Um Anwendungsberechnungen in Zukunft zu verbessern, wäre ein umfassendes Anwendungsmonitoring erforderlich, wie es mit digiFLUX für die Zukunft geplant ist.

Zukünftige Datenquellen: digiFLUX

Im Bundesgesetz über die Verminderung der Risiken durch den Einsatz von Pestiziden¹³ wurde gesetzlich verankert, dass der Bund neu ein zentrales Informationssystem zur Erfassung des Handels und der Verwendung von PSM durch berufliche Anwender betreiben soll.

Das BLW entwickelt dafür die digitale Plattform digiFLUX¹⁴, die ab 2026 schrittweise eingeführt wird. Sowohl die Anwendung als auch der Handel (Verkauf und Weitergabe) von PSM müssen auf DigiFLUX festgehalten werden. Die Mitteilungspflicht für den Handel liegt bei den abgebenden Unternehmen sowie Landwirtinnen und Landwirten, die PSM weitergeben. Alle Betriebe, Organisationen und Unternehmen, die PSM beruflich einsetzen, müssen dies ebenfalls festhalten. Dazu gehören die Landwirtschaft sowie Betreibende von Infrastruktur und Grünanlagen aus

¹³ <https://www.fedlex.admin.ch/filestore/fedlex.data.admin.ch/eli/fga/2021/665/de/pdf-a/fedlex-data-admin-ch-eli-fga-2021-665-de-pdf-a.pdf>

¹⁴ <https://digiflux.info/de/>

Wirtschaft und öffentlicher Hand. Einzig PSM-Anwendungen durch Private (z.B. Hobbygärtner und Hobbygärtnerinnen) werden darin nicht erfasst. Private Anwendungen liessen sich dann aber gegebenenfalls abschätzen, wenn die verkauften Mengen vorliegen und alle beruflichen Anwendungen erfasst sind.

7 Literaturverzeichnis

- Aeberhard, B., Droz, P., Carloz, R., Ingensand, J., Pythoud, K., Murisier, F., Zuffrey, V., & Rojard, D. (2007). Le réseau interactif en viticulture (RIV), un projet novateur au service de tous. https://www.revuevitiarohorti.ch/wp-content/uploads/2007_03_f_681.pdf
- Agricultura, M. d. (2014). ENCUESTA DE UTILIZACIÓN DE PRODUCTOS FITOSANITARIOS 2013. RESULTADOS https://www.mapa.gob.es/es/estadistica/temas/estadisticas-agrarias/informe_datos_utilizacion_eupf13_tcm30-122265.pdf
- Agroscope. (2021, 26.11.2021). Agrarumweltindikatoren (AUI) - Datenreihe. Retrieved 10.03.2022 from <https://apps.agroscope.info/sp/za-aui/2/app/datenreihe?lang=D>
- AWV. (2016). Jahresbericht Zertifizierung. 2010-2016. <https://waldaargau.ch/cms/pages/zertifizierung/gruppe-awv.php>
- Babbi, M., & Uebersax, A. (2013). Stoffeinsatzerhebungen 2010-2011 in Einzugsgebieten von NAQUA-Messstellen. Interner Schlussbericht. Frick, Agrofutura.
- BAFU. (2022, 08.02.2022). Abfallstatistiken. Retrieved 12.04.2022 from <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/abfall/zustand/daten.html>
- BFS. (2016). Arealstatistik Schweiz. Arealstatistik Standard - Gemeinden nach 17 Klassen. . <https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/raum-umwelt/bodennutzung-bedeckung/siedlungsflaechen.assetdetail.19805708.html>
- BFS. (2020a). Infrastruktur und Streckenlänge <https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/mobilitaet-verkehr/verkehrsinfrastruktur-fahrzeuge/streckenlaenge.html>
- BFS. (2020b). Landwirtschaftsbetriebe: Benutzte Digitalisierung, Gründe, Risiken und vorgesehene Nutzung nach Region. <https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/aktuell/neue-veroeffentlichungen.assetdetail.19644429.html>
- BFS. (2021). Schweizerische Forststatistik. Waldflächen nach Kantonen. <https://www.bfs.admin.ch/asset/de/je-d-07.03.02.01>
- BFS. (2022). Landwirtschaftliche Betriebe und Landwirtschaftliche Nutzfläche (LN) auf Klassifizierungsebene 3 nach Kanton https://www.pxweb.bfs.admin.ch/pxweb/de/px-x-0702000000_106/px-x-0702000000_106/px-x-0702000000_106.px
- BLW. (2020). Flächenstatistik Obstanlagen der Schweiz 2020. Bundesamt für Landwirtschaft. Retrieved 06.06.2023 from <https://www.blw.admin.ch/blw/de/home/nachhaltige-produktion/pflanzliche-produktion/obst/statistiken-obst.html>
- BLW. (2021a). Agrarumweltindikatoren (AUI). Retrieved 10.03.2022 from <https://www.agrarbericht.ch/de/umwelt/agrarumweltmonitoring/agrarumweltindikatoren-aui>
- BLW. (2021b). Verkaufsmengen je Pflanzenschutzmittel-Wirkstoff. In Excel (Vol. 496 kB). <https://www.blw.admin.ch/blw/de/home/nachhaltige-produktion/pflanzenschutz/verkaufsmengen-der-pflanzenschutzmittel-wirkstoffe.html>: Bundesamt für Landwirtschaft BLW.
- BLW. (2022). Pflanzenschutzmittelverzeichnis <https://www.psm.admin.ch/>
- Bundesrat. (2017). Aktionsplan zur Risikoreduktion und nachhaltigen Anwendung von Pflanzenschutzmitteln. Bern, Bundesamt für Landwirtschaft (BLW)
- CBS. (2022, 12.10.2022). Pflanzenschutzmittel in der Landwirtschaft; Wirkstoff, Kultur, Anwendung. <https://opendata.cbs.nl/statline/#/CBS/nl/dataset/85130NED/table?ts=1669121495275>
- CORDER. (2022). Estimation quantitative des utilisations de produits phytopharmaceutiques par les différents secteurs d'activité. Service public de Wallonie Agriculture. Ressources naturelles et Environnement.

- Curran, M., Lazzarini, G., Baumgart, L., Gabel, V., Bockeel, J., Epple, R., Stolze, M., & Schader, C. (2020). Representative Farm-Based Sustainability Assessment of the Organic Sector in Switzerland Using the SMART-Farm Tool. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 4(554362).
<https://doi.org/https://doi.org/10.3389/fsufs.2020.554362>
- de Baan, L. (2020). Sensitivity analysis of the aquatic pesticide fate models in SYNOPSIS and their parametrization for Switzerland. *Science of The Total Environment*, 715, 136881.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.136881>
- de Baan, L., Spycher, S., & Daniel, O. (2015). Einsatz von Pflanzenschutzmitteln in der Schweiz von 2009 bis 2012. *Agrarforschung Schweiz*, 6(2), 48-55.
- Dubius, P.-H., Linder, C., Gfeller, A., Kuster, T., & Mackie-Haas, K. (2020). Pflanzenschutzmittel für den Rebbau 2020. *Agroscope*, 308.
<https://www.vs.ch/documents/180911/1138496/Pflanzenschutzmittel+f%C3%BCr+den+Rebbau+2020.pdf/f4cbb53e-2350-f6b0-e890-a6652a4784c3?t=1585126241000>
- Dugon, J., Favre, G., Zimmermann, A., & Charles, R. (2010). Pflanzenschutzpraxis in einem Ackerbaubetriebsnetz von 1992 bis 2004. *Agrarforschung Schweiz*, 1(11-12), 416-423.
- FiBL. (2020). Betriebsmittelliste 2020 für den Biolandbau. (1032).
- Gilgen, A., Blaser, S., Schneuwly, J., Liebisch, F., & Merbold, L. (2023). The Swiss Agri-Environmental Data Network (Saedn): Description and Critical Review of the Dataset. *Agricultural Systems*, 205(103576).
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.agsy.2022.103576>
- Goulds, A. J. (2012). AMENITY PESTICIDES IN THE UNITED KINGDOM 2012. SECTION 1 – QUANTITATIVE REPORT. PESTICIDE USAGE SURVEY REPORT, 254
- KEMI. (2019). Försålda kvantiteter av bekämpningsmedel 2018. *Kemikalienstatistik*. Sundbyberg, Kemikalieninspektionen.
- Korkaric, M., Ammann, L., Hanke, I., Schneuwly, J., Letho, M., Poiger, T., de Baan, L., Daniel, O., & Blom, J. F. (2022). Neue Pflanzenschutzmittel-Risikoindikatoren für die Schweiz. *Agrarforschung Schweiz*(13), 1-10.
- Krebs, R., Hartmann, F., & Scherrer, D. (2008). Pflanzenschutzmittel im gewerblichen Gartenbau, Pilotstudie über die Anwendung. *Umwelt-Wissen*. (Bern, BAFU)
- Krebs, R., Hartmann, F., & Wächter, D. (2011). Einsatz von Pflanzenschutzmitteln im Schweizerischen Gartenbau: Datenübersicht - indikatorbasierte Risikobeurteilung - Monitoringkonzept. Wädenswil, Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften (ZHAW)
- Linder, C., Viret, O., Spring, J.-L., Droz, P., & Dupuis, D. (2006). Viticulture intégrée et bio-organique: synthèse de sept ans d'observations. *Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic.*, 38(4), 235-243.
- Mahler, N., & Moschet, C. (2008). Pflanzenschutz in Privatgärten. Abschätzung des Einsatzes von Pflanzenschutzmitteln im privaten Gebrauch. Semesterarbeit, EAWAG.
- Miljøstyrelsen. (2019). Salg af pesticider til brug i private haver 2018. *Orientering fra Miljøstyrelsen (Miljøstyrelsen, 35)*
- Miljøstyrelsen. (2021). Bekæmpelsesmiddelstatistik 2019. Behandlingshyppighed og pesticidbelastning baseret på salg og forbrug. *Orientering fra Miljøstyrelsen. (Miljøstyrelsen, 48)*
- Ministry of Environment and Food of Denmark. (2017). Danish National Actionplan on Pesticides 2017 - 2021. Facts, caution and consideration.
- Perren, S., Zwahlen, D., Egger, B., Kuster, T., Holliger, E., Linder, C., Dubuis, P.-H., Gfeller, A., Christen, D., & Naef, A. (2020). Empfohlene Pflanzenschutzmittel für den Erwerbssobstbau 2022. *Agroscope*, 310.
https://www.bov-bl.ch/images/extranet/ag-erwerbssobstbau/vorstand/ag_eo_pflanzenschutzmitteilungen/2020/Empfohlene_PSM_2020.pdf

- R Studio Team. (2021). RStudio: Integrated Development Environment for R. RStudio, PBC, Boston, MA In <https://www.rstudio.com/>
- Rossberg, D., & Hochstrasser, M. (2014). NEPTUN-Gemüsebau 2013. Berichte aus dem Julius Kühn-Institut, Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen. Julius Kühn-Institut. (Braunschweig, Deutschland, 175)
- Rossberg, D., & Hommes, M. (2017). NEPTUN-Gemüsebau 2017. Berichte aus dem Julius Kühn-Institut, Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen. Julius Kühn-Institut. (Braunschweig, Deutschland, 199)
- Säle, V., Korkaric, M., Neuweiler, R., & de Baan, L. (2022). Punktesystem für den Pflanzenschutz im Gemüsebau. Reduktion des Einsatzes von Pflanzenschutzmitteln und deren Risiken durch flexible Anreizsysteme. Agroscope Science(139). <https://doi.org/https://doi.org/10.34776/as139g>
- Schütze, A., Dietsch, P., & Thomas, M. (2020). Prüfung von Alternativen zu Pflanzenschutzmitteln im Wald. Schlussbericht zur externen Vorstudie. Im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU).
- Speiser, B., Mieves, E., & Tamm, L. (2015). Kupfereinsatz von Schweizer Biobauern in verschiedenen Kulturen. Agrarforschung Schweiz, 6(4), 160-165.
- Spycher, S., & Daniel, O. (2013). Agrarumweltindikator Einsatz von Pflanzenschutzmitteln. Auswertungen von Daten der Zentralen Auswertung Agrarumweltindikatoren (ZA-AUI) der Jahre 2009 - 2010. <https://ira.agroscope.ch/de-CH/Page/Publikation/Index/33229>
- Strassemeyer, J., Siemon, V., & Gutsche, V. (2017). Anwendungsabschätzung von Pflanzenschutzmittelwirkstoffen basierend auf dem jährlichen Inlandabsatz als Basis für eine Risikotrendrechnung mit SYNOPS. Julius Kühn-Institut, Institut für Strategien und Folgenabschätzung 2017. OpenAgrar-Repositoryum.

8 Danksagung

Dieses Projekt wäre ohne die wertvollen Daten, Informationen, Rückmeldungen und Experteninputs nicht möglich gewesen. Wir möchten uns herzlich bei allen bedanken, die am Projekt beteiligt waren.

Ein besonderer Dank gilt den folgenden Personen, Projekten, Organisationen oder Behörden, die Daten für dieses Projekt zur Verfügung gestellt haben: Agroscope (ZA-AUI), SOV/SOA, Kanton Wallis (Stéphane Emery), NABO (Thomas Gross), PestiRed, BAFU (Anke Schütze), BLW (Sabine Mukerji, Katja Knauer), Ressourcenprojekt Leimental (Nadine Konz), JKI (Jörn Strassemeyer), Ressourcenprojekt AquaSan, Gewässerschutzprojekt Boiron (André Zimmermann), die Städte Luzern, Langnau, Schaffhausen, Dietikon, Thun, Langenthal, Rheinfelden, Bern, Zürich, Basel, Winterthur und Genf, SBB, BLS, SOB, Getreidevermehrungsorganisationen, UFA-Samen, Schweizer Zucker AG, ZHAW (Rolf Krebs) sowie allen Landwirten und Landwirtinnen, die Daten erfasst haben. Vielen Dank auch an Olivier Sanviedo (SECO), Tobias Doppler (NAWA), Miriam Reinhard (NAQUA), Reto Neuweiler und Thomas Hebeisen (Agroscope), Arthur Zeisiger (BFS), Josi Poffet und Othmar Ziswiler (Jardin Suisse) für deren wertvollen Informationen und Einschätzungen.

Ein grosser Dank gilt dem Bundesamt für Landwirtschaft für die Finanzierung des Projektes. Den Mitgliedern der Begleitgruppe (Jérôme Frei, Jan Wäspe, Sabine Mukerji (BLW); Magali Lebrun, Fabian Soltermann (BAFU); Olivier Sanviedo (SECO); Franz Murbach (BFS); Annette Aldrich (BAFU), Anina Gilgen und Otto Daniel (Agroscope)) danken wir für die fachlichen Inputs. Schliesslich möchten wir uns bei Verena Säle für das kritische Gegenlesen des Berichtes und bei Marcel Mathis für die Unterstützung bei anspruchsvollen Programmieraufgaben bedanken.

9 Anhang

9.1 Weitere Datensätze

9.1.1 Landwirtschaftliche Feldkalender-Datensätze (nicht in Hochrechnungen verwendet)

Elektronische Feldkalender (z.B. IP-SUISSE)

Landwirte nutzen elektronische Feldkalender von verschiedenen Anbietern, welche die erhobenen Daten meist speichern, jedoch die Daten nicht ohne Einverständnis der Landwirte und Landwirtinnen weitergeben dürfen. Ein Beispiel hierfür ist der elektronische Feldkalender von IP-SUISSE, welcher seit 2016 besteht. Rund 1'000 IP-SUISSE Betriebe nutzen aktuell diesen Feldkalender für ihre PSM-Aufzeichnungen. Die Daten werden v.a. von Ackerbau-Betrieben geliefert. Diese Daten darf IP-SUISSE jedoch nur mit dem Einverständnis der einzelnen Betriebe weitergeben. Daher konnten diese Daten im Rahmen dieses Projektes nicht verwendet werden. Solche Daten gibt es auch von anderen Softwareanbietern, sie konnten aber im Rahmen dieses Projekts ebenfalls nicht verwendet werden.

Agroscope Erhebung IP-Gemüsebau

Im Rahmen des Projekts «Pflanzenschutz Punktesystem Gemüsebau¹⁵» wurde von Agroscope eine Umfrage unter IP-SUISSE Gemüsebetrieben gemacht. Dabei wurden von 22 Betrieben für insgesamt 30 Parzellen jeweils sowohl komplette Spritzpläne wie auch Angaben zur Umsetzung von vorbeugenden und nicht-chemischen Pflanzenschutzmassnahmen im Gemüsebau erfasst (Säle et al., 2022). Aufgrund von Datenschutzvereinbarungen mit den Landwirten und Landwirtinnen durften diese Daten nicht für die Hochrechnungen der Anwendungsmengen verwendet werden.

NAQUA-Erhebungen

Im Rahmen einer Pilotstudie „Pflanzenschutzmittel-Dynamik“ wurden in den Einzugsgebieten von 14 ausgewählten Grundwassermessstellen (NAQUA-Messstellen) im Jahr 2010 und 2011 der Einsatz von PSM erhoben und mit Messungen verschiedener Substanzen im Grundwasser verglichen. In den beiden Jahren wurden Daten von 109 respektive 166 Betrieben erhoben. Da die Daten nur für den Zeitraum 2010 und 2011 vorliegen, d.h. vor der Baseline des Aktionsplans PSM (2012-2015), wurde aus Zeitgründen auf eine Berücksichtigung dieser Daten verzichtet.

Beratungsring Gemüse

Der Beratungsring Gemüse bietet verschiedene, insbesondere beratende Dienstleistungen für Gemüsebaubetriebe an, und verfügt über PSM-Anwendungsdaten von 5 – 10 Gemüse-Betrieben seit 2015. Für die Verwendung dieser Daten müssten die Betriebe ihr Einverständnis geben. Diese Daten standen dem Projekt ebenfalls nicht zur Verfügung.

Bodenmonitoring (Aktionsplan PSM)

Im Projekt Bodenmonitoring (als Teil der Massnahme 8.3.3.7 «Entwicklung eines Monitorings von PSM-Rückständen im Boden» des Aktionsplans PSM, Laufzeit 2017 – 2027) werden neben Bodenuntersuchungen je Standort auch jeweils Feldkalender von 3 Jahren digitalisiert. Zwischen 2017 bis voraussichtlich 2023 werden in diesem Projekt PSM-Anwendungen von insgesamt 100 Betrieben der Gebiete Feld-, Gemüse-, Obst- und Weinbau vorhanden sein. Aufgrund von Datenschutzvereinbarungen mit den Betrieben dürfen die Anwendungsdaten nicht weitergegeben werden und konnten für dieses Projekt nicht verwendet werden.

¹⁵ Das Projekt «Pflanzenschutz Punktesystem Gemüsebau» ist vom BLW und Agroscope finanziert.

Kantonale Bodenbeobachtung (KABO) Bern

Die kantonale Bodenbeobachtung (KABO) erhebt im Kanton Bern seit 1992 an 19 Standorten verschiedene Parameter, um die Bodenqualität zu analysieren. Zwischen 2000 und 2019 wurden an jährlich 4 bis 11 Standorten auch die dort eingesetzten PSM erfasst. Diese Daten wurden dem Projekt zur Verfügung gestellt.

Die Aufzeichnungen beschränken sich allerdings auf die angewendeten Produkte, dagegen waren Häufigkeiten der Anwendung, Aufwandmengen und Flächenangaben im Datensatz nicht vorhanden. Aufgrund dieser Beschränkungen und auch weil die betroffenen Kulturen mehrheitlich Feldbaukulturen sind, die bereits durch Daten aus anderen Quellen gut abgedeckt sind, wurden die KABO-Daten in diesem Projekt nicht verwendet.

Weinbau (Agrometeo)

Auf der Plattform Agrometeo (www.agrometeo.ch), welche aktuelle Informationen und Entscheidungshilfen für einen optimierten Pflanzenschutz in der Landwirtschaft bietet, könnte in Zukunft ein Tool integriert werden, um einen Behandlungsindex (*Indicateurs de fréquence des traitements, IFT*) berechnen zu können. Es laufen Abklärungen, ob solch ein Tool erstellt werden soll, um mehr Informationen zu den im Weinbau tatsächlich eingesetzten Produkten zu erhalten, sowie um den Winzern eine Möglichkeit zu bieten, ihre Behandlungspläne über den IFT mit anderen Betrieben vergleichen zu können. Möglicherweise könnten in Zukunft solche Behandlungspläne aus diesem Tool auch für Forschungszwecke verwendet werden.

Ruisseau des Charmilles

Das Gewässerschutzprojekt im Einzugsgebiet des Ruisseau des Charmilles (Kanton Genf) hatte zum Ziel, die Gewässerqualität zu verbessern und lief von 2008 – 2015. Im Einzugsgebiet waren fast ausschliesslich Weinbauflächen ausgewiesen. Unter anderem wurde der Verzicht auf Insektizide durch den Einsatz von Verwirrungstechnik gefördert. Die PSM-Anwendungen wurde im Software des RIV (Réseau interactif en viticulture; (Aeberhard et al., 2007) erfasst. Vermutlich sind diese Daten bezüglich Insektizid-Einsatz aufgrund der umgesetzten Massnahmen daher weniger repräsentativ. Da die vollständigen Feldkalenderdaten dem Projekt nicht zur Verfügung standen, wurden die Daten nicht für die Hochrechnungen der Anwendungsmengen berücksichtigt.

La Lienne

Das Gewässerschutzprojekt im Einzugsgebiet der von La Lienne (Kanton Wallis) läuft in einer ersten Phase von 2017 – 2022 und erfasst PSM-Anwendungen auf Wein- bzw. Obstbaubetrieben seit 2017. Im Projekt sind ca. 15 – 20 Weinbaubetriebe und ca. 4 Obstbaubetriebe beteiligt, mit einer Weinbaufläche von insgesamt 380 ha, was 10 % der Weinbaufläche des Kanton Wallis entspricht. Die PSM-Anwendungsdaten liegen im Projekt bisher aber nicht digitalisiert vor. Ziel dieses Gewässerschutzprojekts ist es, die Wasserqualität der von La Lienne durch eine Reduktion der PSM-Einträge zu verbessern. Da die handschriftlichen Feldkalender allesamt manuell in eine digitale Version überführt und zudem noch qualitativ überprüft hätten werden müssen, wurde auf die Verwendung der Daten verzichtet.

Berner Pflanzenschutzprojekt

Das Ressourcenprojekt im Kanton Bern (2017 – 2024) hat zum Ziel, die Belastungen von PSM in der Umwelt und insbesondere in Gewässern zu reduzieren. Im Projektzeitraum beteiligten sich 2646 – 3516 Betriebe verteilt über den ganzen Kanton an den verschiedenen Massnahmen. 6 – 7 % der Betriebe sind Bio-Betriebe. Die Mehrheit dieser Betriebe musste jedoch nicht den PSM-Einsatz erfassen, sondern nur die Betriebe, die sich in den zwei hauptsächlich untersuchten Einzugsgebieten mit mehrheitlich Feldbauflächen befinden. Aufgrund von Datenschutzvereinbarungen zwischen dem Ressourcenprojekt und den teilnehmenden Landwirten und Landwirtinnen konnten die erhobenen PSM-Anwendungsdaten (2017 – 2022) nicht für die Hochrechnungen der Anwendungsmengen verwendet werden.

PestiRed

Das Ressourcenprojekt in den Kantonen Genf, Waadt und Solothurn (Projektlaufzeit 2019 – 2024) umfasst zurzeit 69 Betriebe. Die Betriebe sollen auf Versuchspartellen alternative Massnahmen zu PSM testen. Zu jeder Versuchspartelle wird eine Kontrollpartelle wie bisher bewirtschaftet. PSM-Anwendungsdaten aus den drei Jahren

vor Projektbeginn sollen als Referenz zu den getroffenen Massnahmen dienen. Im Projekt soll so der PSM-Einsatz auf den Versuchspartellen um 75 % reduziert werden, mit maximal 10 % Ertrageinbussen. Da die Anwendungsdaten im Ressourcenprojekt PestiRed ausschliesslich Feldbaukulturen abdecken, die Datenaufbereitung aber sehr viel Zeit in Anspruch nehmen würde und gute Daten zu Feldbaukulturen bereits genügend vorhanden waren, wurde auf eine Verwendung der PestiRed-Daten verzichtet.

PFLOPF

In diesem Ressourcenprojekt (Projektlaufzeit: 2019 – 2026) sind die Kantone Zürich, Thurgau und Aargau involviert. Das Ziel ist, mit der Umsetzung von technologiebasierten Massnahmen (Precision-Farming) den PSM-Einsatz um mindestens 25 % zu reduzieren. Etwa 30 Feldbaubetriebe und je 10 Gemüse-, Obst- und Rebbau Betriebe sind im Projekt involviert und erfassen unter anderem PSM-Anwendungen z.T. ab 2020 oder 2021. Aufgrund von Datennutzungsvereinbarungen mit den Landwirtschaftsbetrieben können die Daten nicht weitergegeben werden.

Res0sem

Das Ziel des Projekts Res0sem (2021 – 2029) ist es, den Einsatz von Beizmitteln in den Kulturen Weizen, Gerste, Lupinen und Eiweisserbsen zu reduzieren, ohne Erhöhung des oberirdischen Einsatzes von PSM. 80 Betriebe nehmen am Projekt teil, darunter konventionelle-, IP-SUISSE und Bio-Betriebe, die sich im Kanton Wallis oder Waadt befinden. Von mindestens einer Kultur säen die teilnehmenden Betriebe auf je einer Kontrollparzelle gebeiztes Saatgut und auf einer Testparzelle Saatgut, welches mit alternativen Behandlungsmethoden behandelt wurde. Zwischen 2021 und 2027 werden die PSM-Anwendungen auf den Test- und Kontrollparzellen von Excel-Sheets in eine Datenbank übertragen. Für die Verwendung der Anwendungsdaten ausserhalb des Projektes Res0sem müsste das Einverständnis der teilnehmenden Betriebe eingeholt werden. Da die Anwendungsdaten erst ab 2021 erfasst werden, wurde auf eine Datenanfrage für die Hochrechnungen der Anwendungsmengen verzichtet.

ArboPhytoRed

Das Projekt ArboPhytoRed (2021 – 2026) verfolgt das Ziel, ohne Ertrags- und Qualitätseinbussen den Einsatz von synthetischen PSM mit besonderem Risikopotential im Obstbau um 30 % zu reduzieren. 50 Walliser Obstbaubetriebe sollen sich am Projekt beteiligen, die während mindestens drei Jahren Massnahmen auf jeweils 0.2 ha umsetzen. Voraussichtlich werden die PSM-Anwendungen auf je einer Massnahmen- und auf einer Kontrollparzelle erfasst werden. Da noch keine Anwendungsdaten vor 2021 vorhanden sind, konnten die Daten nicht für die Hochrechnungen der Anwendungsmengen verwendet werden.

ViSo Ticino

Das Ressourcenprojekt ViSo Ticino (vermutlich 2024 – 2030) verfolgt das Ziel, den Einsatz von besonders risikoreichen synthetischen PSM und Kupfer um mindestens 25 % zu reduzieren. Diese Ziele sollen mit innovativen Pflanzenschutzstrategien, Verbesserung der fachlichen Praxis und Sorteninnovation erreicht werden. Das Projekt sieht vor, dass sich bis zu 50 Betriebe im Kanton Tessin beteiligen, und plant die PSM-Anwendungen auf je einer Kontroll- und einer Massnahmenparzelle zu digitalisieren. Da das Projekt noch nicht gestartet ist, konnten hier keine Daten berücksichtigt werden.

Ressourcenschonende Massnahmen im Ackerbau zur Förderung der Biodiversität

In diesem Ressourcenprojekt (2017-2024) wird ein PSM-Reduktionsziel von 50 % angestrebt. Von den 25 im Projekt involvierten Betrieben im Kanton Bern wurden Feldkalender von Massnahmen- und Referenzparzellen erfasst (Handeinträge oder in Excel-Sheets) und im Projekt digitalisiert. Die Anwendungsdaten in diesem Projekt durften aufgrund von Datenschutzvereinbarungen mit den Betrieben nicht weitergegeben werden.

9.1.2 Andere landwirtschaftliche Datensätze (nicht in Hochrechnungen verwendet)

Helikopteranwendungen

PSM können an speziellen Lagen, beispielsweise auf steilen Rebbau- oder Aprikosenflächen, per Helikopter ausgebracht werden. Solche Helikopterflüge zur Ausbringung von PSM sind beim Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL) bewilligungspflichtig (ChemRRV, Art. 4) und die Fluggesellschaft ist verpflichtet, über die durchgeführten Anwendungen dem BAZL Bericht zu erstatten. Daher bestehen beim BAZL Aufzeichnungen über sämtliche per Helikopter ausgebrachten PSM, mit Angaben der verwendeten Produkte inklusive Aufwandmenge, Datum der Applikation, Kultur und Produktionssystem (Bio oder konventionell). Mit diesen Daten lässt sich die gesamte Wirkstoffmenge berechnen, welche pro Jahr per Helikopter appliziert wurde. Die Hauptanwendung ist auf Reben, nur einzelne Anwendungen finden auf Aprikosen statt. Die Daten über den Zeitraum von 1994 – 2019 wurden vom BAFU aufbereitet und für dieses Projekt zur Verfügung gestellt. Eine Auswertung der Daten ist im Anhang 9.4 zu finden.

Neben Anwendungen per Helikopter werden auf Reben oft zusätzliche Behandlungen vom Boden getätigt, welche aber nicht in den Behandlungsberichten der Fluggesellschaften enthalten sind. Die Daten der Sprühflüge erlauben daher keine Rückschlüsse auf die insgesamt applizierten Wirkstoffmengen auf den Parzellen, sondern nur auf die per Helikopter ausgebrachten Mengen. Da Helikopteranwendungen die Bodenapplikationen zum Teil ersetzen, können die Helikopteranwendungen nicht auf andere Anwendungsdaten hinzugerechnet werden. In welchem Umfang die dem Projekt vorliegenden Feldkalenderdaten auch Sprühflüge beinhalten, konnte nicht festgestellt werden. Somit können die Helikopteranwendungen auch nicht direkt zu den hochgerechneten Mengen auf Reben addiert werden und wurden für die Hochrechnungen der Anwendungsmengen nicht direkt verwendet, sondern als getrennte Kategorie separat ausgewertet.

Gemüsebau: ProfiCost

Die Software «ProfiCost» dient im Gemüsebau als Planungsinstrument zur Berechnung der Vollkosten- und Deckungsbeiträge. ProfiCost wurde durch die Arbeitsgruppe Betriebswirtschaft des Verbands Schweizer Gemüseproduzenten (VSGP) unter Leitung der Schweizerischen Zentralstelle für Gemüsebau und Spezialkulturen (SZG) entwickelt. ProfiCost enthält als Berechnungsgrundlage diverse Standardwerte für den chemischen Pflanzenschutz in verschiedenen Gemüsekulturen, wie Anzahl Interventionen pro Gemüsekultur und Wirkungsbereich (also Herbizide, Fungizide und Insektizide) und Kosten. Diese Werte basieren auf Einschätzungen von einem Expertengremium, das pro Kultur, Wirkungsbereich und Schaderreger die Anzahl Applikationen abgeschätzt hat. Die erste Version des Tools von 2011 wurde erstmals 2020 aktualisiert. Diese Angaben könnten verwendet werden, um Standardspritzfolgen für die verschiedenen Gemüsekulturen abzuleiten. Jedoch kann nicht auf die eingesetzten Wirkstoffe geschlossen werden, weshalb diese Informationen nicht für die Hochrechnungen der Anwendungsmengen verwendet wurden.

Deckungsbeitragskatalog

Der Deckungsbeitragskatalog der Agridea enthält Musterberechnungen der Kosten in den Bereichen Feldbaukulturen, Futterbau, Spezialkulturen und Tierhaltung. Pro Betriebszweig sind mehrere Produktionssysteme (ÖLN, Bio) dargestellt. Diese Broschüren sind gegen Gebühren öffentlich verfügbar.

Für die Berechnung der Gesamtkosten pro Kultur wird dabei eine durchschnittliche Pflanzenschutzstrategie verwendet, welche auf einer durchschnittlichen Anzahl Interventionen pro Wirkungsbereich beruht. Aus diesen Informationen lässt sich nachvollziehen, welche Kulturen durchschnittlich wie häufig behandelt werden. Da jedoch keine Wirkstoffmengen abgeleitet werden können, konnten diese Daten nicht weiterverwendet werden.

Umfrage Biolandbau

In einer Umfrage vom FiBL (Curran et al., 2020) wurden 185 Bio-Betriebe zwischen 2015 und 2017 zu unterschiedlichen Nachhaltigkeitsthemen befragt. Zum PSM-Einsatz haben rund 30 Betriebe Angaben gemacht. Diese Daten lassen jedoch keine Rückschlüsse auf die eingesetzten Wirkstoffmengen pro Kultur zu und wurden daher nicht für die Hochrechnungen der Anwendungsmengen verwendet.

Spritzmittelempfehlungen

Viele Bewilligungsinhaber und PSM-Hersteller publizieren in sogenannten Spritzmittelempfehlungen Informationen zum PSM-Einsatz pro Kultur. Dabei sind jeweils ausschliesslich die von einer Firma vertriebenen Produkte enthalten. Ausserdem gibt es Empfehlungen zum PSM-Einsatz von Agroscope für Weinbau und Obstbau. Agroline veröffentlicht auch jährlich Zielsortimente für die Gebiete Acker- und Futterbau, Obstbau, Weinbau, Gemüsebau und Beerenbau. Diese Zielsortimente liefern einen guten Überblick über die in den jeweiligen Anwendungsgebieten verwendeten PSM.

Es stellte sich jedoch als schwierig heraus, aus den Behandlungsempfehlungen tatsächliche Spritzfolgen abzuleiten, da es sich dabei immer um Empfehlungen handelt, die erst beim Auftreten der Schaderreger angewendet werden. Ob der Schaderreger in der Praxis auch tatsächlich aufgetreten ist und behandelt wurde oder wie oft, das kann aus diesen Handlungsempfehlungen nicht abgeleitet werden.

Allenfalls lassen sich gewisse Annahmen treffen, welche Kulturen wie häufig mit welchen Wirkstoffen behandelt werden. Dies bleibt aber approximativ und kann tatsächliche Einsatzdaten nicht ersetzen. Aus diesem Grund wurden die Spritzmittelempfehlungen für die Hochrechnungen nicht verwendet.

Betriebsnetz Weinbau Agridea

Die Agridea unterhält ein Weinbaubetriebsnetz zur Erfassung von ökonomischen Parametern. Dabei liefern ca. zehn Betriebe auch PSM-Anwendungsdaten, welche aber nicht immer in digitalisierter Form vorliegen. Um diese Daten zu nutzen, müssten einerseits die Bewilligungen der einzelnen Betriebe eingeholt werden und andererseits die Feldkalender für eine Auswertung digitalisiert werden. Diese Daten wurden daher nicht für die Hochrechnungen der Anwendungsmengen verwendet.

Zentrale Auswertung von Buchhaltungsdaten (ZA-BH)

Um die wirtschaftliche Situation in der Landwirtschaft jährlich zu analysieren, werden im Rahmen der Zentralen Auswertung von Buchhaltungsdaten (ZA-BH) jährlich Daten von über 4000 Betrieben erhoben. Bis 2015 wurden Daten von rund 2400 Referenzbetrieben erhoben, ab 2016 wurden Daten von rund 2300 Betrieben in der sogenannten Stichprobe «Betriebsführung» erfasst und zusätzlich Daten von rund 2000 Betrieben im Rahmen der Stichprobe «Einkommenssituation». Die Stichprobe «Betriebsführung» ist somit rund sieben Mal grösser als die Stichprobe der ZA-AUI. Ein Teil der Stichprobe Betriebsführung (resp. Referenzbetriebe) ist überlappend, d.h. es gibt Betriebe, die an beiden Erhebungen teilnehmen. In den Daten der ZA-BH (Stichprobe Betriebsführung) werden die Kosten für PSM von den Betrieben pro Jahr und Kultur erfasst. Es wird jedoch nicht erfasst, welche PSM in welcher Menge eingesetzt wurden, oder welchen Anteil einzelne PSM an den Gesamtkosten haben. Um diesen grossen Datensatz für die Hochrechnungen der Anwendungsmengen nutzbar zu machen, müsste ein Zusammenhang bestehen zwischen den gesamten Kosten von PSM und der insgesamt auf einer Kultur eingesetzten Produktmenge. Daher wurde für die Betriebe, die an ZA-AUI- und ZA-BH-Datenerhebungen teilnehmen, eine Korrelation berechnet zwischen den Kosten für PSM und der eingesetzten Produktmenge. Zudem wurde untersucht, ob von den PSM-Kosten pro Kultur auf die einzelnen Produktmengen geschlossen werden kann. Eine detaillierte Beschreibung des Vorgehens ist in Anhang 9.4 zu finden.

Die Analyse ergab nur für einzelne Produkt-Kultur-Kombinationen eine deutliche positive Korrelation. Da sehr viele Produkte eingesetzt werden, ist es nicht möglich, mit den Daten der ZA-BH auf die gesamte eingesetzte Produktmenge zu schliessen. Die Abklärungen zeigten, dass sich die Buchhaltungsdaten nicht für die Hochrechnungen der Anwendungsmengen eignen und der Ansatz wurde daher nicht weiterverfolgt.

Befragung Betriebe (Kanton Jura)

In einer Umfrage vom Kanton Jura wurden im Jahr 2018 alle Landwirtschaftsbetriebe im Kanton Jura zu den auf den Betrieben eingesetzten PSM und deren Mengen befragt. Den Fragebogen ausgefüllt haben 260 Betriebe. Da die Angaben nicht kulturspezifisch erfolgten, konnten die Daten nicht für die Hochrechnungen der Anwendungsmengen verwendet werden.

9.1.3 Landwirtschaftliche Erhebungen vor 2010

In früheren Jahren (vor 2010) wurden vereinzelt PSM-Anwendungen erfasst und ausgewertet. Vollständigkeitshalber sind diese Daten in Tabelle 6 dargestellt. Da der Erfassungszeitraum vor der betrachteten Zeitspanne (2010-2020) lag, wurden diese Daten jedoch nicht für die Hochrechnungen der Anwendungsmengen verwendet.

Tabelle 6: Übersicht über Datenquellen zum landwirtschaftlichen PSM-Einsatz vor 2010.

Quelle / Name	Veröffentlichung	Zeitraum	Anwendungsgebiete	Region
Keller and Amaudruz (2005)	ja	1997-2003	Feldbau	Greifensee, Murtensee, Baldeggersee
Dugon et al. (2010)	Ja	1992–2004	Feldbau	
Linder et al. (2006)	Ja	1998–2004	Weinbau, Bio, nicht-Bio	Waadt
Betriebswirtschaftliche Erhebungen im Obstbau (Vorläufer von SOA)	Nein	Ca. 1970–1994	Obstbau	Ganze Schweiz

9.1.4 Umfragen im Garten- und Landschaftsbau

Jardin Suisse

Der Unternehmerverband der Gärtner in der Schweiz umfasst vier Fachbereiche (Baumschulen/Staudengärtnereien, GaLaBau, Gärtnerischer Detailhandel und Produktion Zierpflanzen). Der Verband stellt seinen Mitgliedern Beratung und andere Dienstleistungen zur Verfügung und vertritt die Interessen der Grünen Branche gegenüber Drittparteien. Der Verband wurde angefragt, ob ihm Erhebungen von PSM-Anwendungen bekannt sind, solche durchgeführt werden/wurden oder geplant sind. Ausser den Umfragen von Krebs et al. (2008) und Krebs et al. (2011) sind Jardin Suisse keine weiteren Erhebungen zum PSM-Einsatz in diesem Anwendungsgebiet bekannt. Im Gegensatz zu landwirtschaftlichen Betrieben müssen die Gärtner-Betriebe für die Zertifizierung von Swiss-GAP bislang keine PSM-Anwendungen erfassen, sondern einzig die Vorgaben der PSM-Zulassung einhalten. Es wurde vermutet, dass mit einer erneuten freiwilligen Umfrage, wie sie von Krebs et al. (2011) durchgeführt wurde, keine aussagekräftigeren Ergebnisse erzielt werden können, da sich an solchen Umfragen tendenziell eher Betriebe beteiligen, die auf das Thema PSM sensibilisiert sind.

Hauswartung

Die Umgebungspflege von Mehrfamilienhäusern, Wohnblocks etc. werden standardmässig von Hauswarten und Hauswartinnen oder Facility-Management (FM)-Firmen ausgeführt. Dazu gehört auch der Einsatz von PSM zum Beispiel zur Rasenpflege oder der Behandlung von Buchsbaumzünslern. Es wurde keine Literatur über den PSM-Einsatz von Hauswarten und Hauswartinnen oder FM-Betrieben bei der Umgebungspflege gefunden. Deswegen wurden der Verband der Schweizerischen FM-Branche FMPro sowie der Schweizerische Fachverband der Hauswarte und auch einige kantonalen Fachverbände angefragt, ob sie PSM-Anwendungen erfassen oder über sonstige Informationen zum PSM-Einsatz verfügen. Dies war nicht der Fall. Im Projektzeitraum konnten demnach keine Quellen mit PSM-Anwendungsdaten oder Anwendungsempfehlungen für Hauswartungen oder FM-Firmen identifiziert werden.

Strassen

Entlang von Nationalstrassen werden gemäss dem Bundesamt für Strassen (ASTRA) keine Herbizide zur Kontrolle von problematischen Pflanzen eingesetzt. Allfällige PSM-Anwendungen auf Kantonsstrassen werden von den Kantonen nicht erfasst (gemäss Anfragen bei den grössten Schweizer Kantonen). Einige Kantone informierten, dass keine PSM oder nur einige wenige Produkte (z.B. Garlon, Simplex) gezielt auf einzelne Problempflanzen eingesetzt werden. Da Angaben zu den eingesetzten Wirkstoffmengen fehlen, konnten diese Informationen nicht für die Hochrechnungen der Anwendungsmengen verwendet werden.

Nicht-Berufliche Anwendungen

Im Rahmen einer Semesterarbeit wurde in zwei Gemeinden eine Umfrage zum PSM-Einsatz in Privatgärten gemacht (Mahler & Moschet, 2008). Anhand der PSM-Anwendungen wurde untersucht, welcher Anteil der eingesetzten Wirkstoffmengen in den Entwässerungen der Quartiere auffindbar sind. Insgesamt wurden rund 60 Fragebögen von Einfamilienhausbewohnern ausgewertet. Diese Daten können nicht für eine Schätzung des PSM-Einsatzes in Hausgärten verwendet werden, da die Stichprobe für Extrapolationen zu klein ist. Ausserdem ist die Stichprobe nur wenig repräsentativ für die allgemeine Wohnsituation in der Schweiz und deckt auch lediglich ein kleines geografisches Gebiet ab.

Im Rahmen von Stoffeinsatzerhebungen in den Jahren 2010 und 2011 in drei Grundwassereinzugsgebieten von NAQUA-Messstellen wurden insgesamt 510 Privathaushalte oder Schrebergarten-Bewirtschafter befragt, von denen 162 auf die Umfrage geantwortet haben (Babbi & Uebersax, 2013). Die in den Fragebögen angegebenen Daten zu den verwendeten Produkten und Mengen waren jedoch zu ungenau (z.B. nur «Unkrautvertilger») und teilweise wenig plausibel, da die Dosierung von PSM auf Kleinstflächen und Einzelpflanzen oft intuitiv erfolgte und nicht abgemessen wurde. Daher konnten diese Daten nicht für Hochrechnungen verwendet werden.

Zier- und Sportrasen / Golfplätze

In einer unveröffentlichten Studie von Schaller (2020) wurde der PSM-Einsatz auf einem Golfplatz untersucht und mit Messungen im Gewässer verglichen. Diese Daten können aber nicht als repräsentativ für alle Golfplätze der Schweiz gelten und konnten daher für die Hochrechnungen der Anwendungsmengen nicht verwendet werden.

9.1.5 Forstwirtschaft

FSC-Zertifizierungsgruppe

Der Aargauische Waldwirtschaftsverband führt das FSC Gruppenzertifikat für die Waldbewirtschaftung. Den Gruppenzertifikaten können sich alle Waldeigentümer und Vermarktungsorganisationen in den Kantonen Aargau, beider Basel, Nidwalden, Obwalden, Schwyz und Zug anschliessen (AWV, 2016). Dabei wird jeweils der Spritzmittelverbrauch von jedem Kanton im Gruppenzertifikat gemeldet und publiziert. Diese Daten wurden für die Hochrechnungen der Anwendungsmengen nicht verwendet, da es Überschneidungen mit der Umfrage bei den Kantonen gibt und der Datensatz von FSC weniger umfangreich war.

Forstliche Pflanzgärten

Neben Insektiziden sind auch Fungizide und Herbizide in forstlichen Pflanzgärten zugelassen. Anwendungsdaten werden von den forstlichen Pflanzgärten jedoch nicht erfasst und sind in den Erhebungen des BAFU daher nicht abgedeckt. Es gibt heutzutage allerdings kaum noch Pflanzgärten, die sich innerhalb des Waldes befinden. Pflanzgut wird heute i.d.R. von Baumschulen bezogen, die sich ausserhalb des Waldes befinden.

9.2 Evaluation der elektronischen Erfassungstools

Evaluation der elektronischen Erfassungstools

Um einen Überblick über die verschiedenen Erfassungstools für landwirtschaftliche PSM-Anwendungen zu erhalten, welche auch für zukünftige Erhebungen wertvoll sein könnten, wurden diese anhand der folgenden Fragen evaluiert:

- Für was ist das Tool geeignet?
- Wo wird es eingesetzt?
- Wie sieht die Zukunft dieses Tools aus – wird es weiterentwickelt oder eher eingestellt?

Inzwischen wurden viele elektronische Erfassungstools für PSM-Anwendungen oder Feldkalender entwickelt. Aus Datenschutzgründen können diese Daten allerdings nicht für Forschungszwecke verwendet werden. Eine nicht abschliessende Übersicht der verschiedenen Erfassungstools im Bereich der landwirtschaftlichen Anwendungen ist in Tabelle 7 zu finden. Mit der Umsetzung der Parlamentarischen Initiative 19.475 und der darin geforderten Vollerfassung beruflicher PSM-Anwendungen wird die elektronische Erfassung der PSM-Anwendungen stark zunehmen. Das BLW entwickelt dafür die digitale Plattform digiFLUX¹⁶, die ab 2026 schrittweise eingeführt wird. Sowohl die Anwendung als auch der Handel (Verkauf und Weitergabe) von PSM müssen auf DigiFLUX festgehalten werden.

Tabelle 7: Übersicht über einige Erfassungstools für PSM-Anwendungsdaten (nicht abschliessend).

Software	Entwickler	Beschreibung
Acorda	Agridea	Wird von Kantonen Jura, Neuenburg, Waadt, Genf verwendet
Agroplus	Agroplus	Feldkalender von Schweizer Firma.
AgroTech	Agridea	Software aus 2000-er Jahren, wird von der ZA-AUI, NABO verwendet.
ASA-jAgrar	Agridea	Für Obst- und Weinbau, aktuell von SOA-Betrieben genutzt
BARTO	365FarmNet	Digitaler Hofmanager
E-Feldkalender	eFeldkalender.ch	Auf PC, Tablett, Smartphone nutzbar, u.a. im Berner Pflanzenschutzprojekt verwendet.
IP-Suisse App	ModanSoftware	Für Betriebe mit IP-Suisse Label, bisher ohne Gemüsebau
Leguma	Studata	Spezifisch für die Anforderungen von Gemüsebaubetrieben entwickelt
minGAP	Geiser.Agro.com	Für Verwendung in Obst-/ Gemüse- und Kartoffelbau
MultiPlant II	Helm Software (DE)	Elektronischer Feldkalender aus Deutschland
PFLOPF-Tool	www.befallsrisiko.ch	Tool, welches für PFLOPF und AquaSan entwickelt wurde
Réseau-lution	Agridea	Webapplikation für Obst- und Weinbau, soll zukünftig für SOA-Betriebe verwendet werden
xcomply	SITRONIC, Dr. Peter Sinz	Für Obst und Weinbau geeignet. Wird in der Schweiz, in Österreich und Deutschland verwendet.

¹⁶ <https://digiflux.info/de/>

9.3 Vorgehen und Methoden

9.3.1 Berechnung der Wirkstoffmengen für die Nichtberufliche Verwendung

Einteilung Produkte nicht-berufliche Verwendung

Wie in Kapitel 2.2.4 beschrieben, wurden Produkte, die potentiell im Anwendungsgebiet «Nichtberufliche Verwendung» eingesetzt werden könnten, anhand von 3 Kriterien identifiziert.

1. Alle Produkte, die nach 2018 eine Zulassung zur «Nichtberuflichen Verwendung» hatten;
2. Alle Produkte, die ab 2018 nicht mehr zugelassen waren und eines der Stichworte «Bio Garden», «aerofleur», «spray», «mioplant», migros», «coop», «gesal» oder «capito» im Produktnamen trugen.
3. Alle Produkte, für die ein Bewilligungsinhaber ein Gesuch zur nichtberuflichen Verwendung eingereicht hatte. Diese Gesuchsliste wurde vom BLW (Fachbereich Nachhaltiger Pflanzenschutz) für dieses Projekt zur Verfügung gestellt.

Identifizierte Produkte nach Kriterien:

- Zwischen 2018 und 2022 wurden 416 Produkte mit der **Zulassung** zur nichtberuflichen Verwendung im PSM-Verzeichnis identifiziert.
- Anhand der **Stichworte** wurden weitere 78 Produkte identifiziert.
- Zusätzlich wurden 127 Produkte identifiziert, für die ein **Gesuch** zur Nichtberuflichen Anwendung gestellt worden war, die aber nach 2018 nicht mehr zugelassen waren.

Total wurden mit den drei Kriterien also 621 Produkte identifiziert, die potentiell im Anwendungsgebiet «Nichtberufliche Verwendung» eingesetzt werden könnten. Um die Anwendungswahrscheinlichkeit der Produkte in diesem Anwendungsgebiet zu quantifizieren, wurde eine Produkteinteilung vorgenommen.

Produkteinteilung/ Beurteilung:

Beurteilungsentscheidung für Produkte, die aufgrund der Kriterien 1 und 2 identifiziert wurden: Die Produkte wurden manuell anhand von einigen wenigen Kriterien in drei Beurteilungsgruppen eingeteilt. Die Beurteilungsgruppen sollen wiedergeben, wie wahrscheinlich ein Produkt von nichtberuflichen Verwendern angewendet wird («Ja» = dieses Produkt wird mit hoher Wahrscheinlichkeit nur von nichtberuflichen Anwendern verwendet; «Beide» = diese Produkte wird möglicherweise von nichtberuflichen als auch von beruflichen Anwendern verwendet, keine klare Abgrenzung möglich; «Eher nein» = dieses Produkt wird eher nicht von nichtberuflichen Anwendern verwendet; «unklar» = Es blieb auch nach ausgiebiger Recherche nicht nachvollziehbar, für welche Anwendungsgruppe sich dieses Produkt eignet oder es konnten keine zum PSM-Verzeichnis ergänzenden Informationen gefunden werden). Die Kriterien für die Einteilung orientieren sich an der Gebindegrösse, am Vertriebskanal und an der Formulierung. Die Abgrenzung zwischen den Kategorien war nicht immer klar unterscheidbar. Deshalb wurde die Kategorie «Ja» eher konservativ vergeben. Produkte zur unverdünnten Anwendung mit Vertriebskanälen über Baumärkte und Detailhandel in kleinen Gebinden (< 5 L) wurden als ehestes den nichtberuflichen Verwendern zugeordnet. Hingegen wurden Produkte als Konzentrat, die nicht im Detailhandel verfügbar sind und nur in grossen Gebinden (> 5 L) angeboten werden, den beruflichen Anwendern zugeordnet. Produkte, die in verschiedenen Gebindegrössen auf dem Markt verfügbar sind, wurden den Kategorien «Beide» oder «eher Nein» zugeordnet. Produkte, die ebenfalls in der Gesuchsliste vorkommen und darin gemäss Angaben vom Bewilligungsinhaber für den Hobbybereich vorgesehen waren, wurden ebenfalls mit «Ja» kategorisiert.

Beurteilungsentscheidung für Produkte, die aufgrund von Kriterium 3 identifiziert wurden: Die Gesuchsliste enthielt bereits die Information (vom Bewilligungsinhaber), ob das Produkt ausschliesslich für den Hobbybereich oder sowohl für berufliche als auch nichtberufliche Verwender vorgesehen war. Die für diese Kategorie zusätzlich identifizierten Produkte waren seit mindestens 2018 nicht mehr zugelassen und die Produktsuche im Internet erwies sich als schwierig. Deshalb wurden alle Produkte, die (gemäss Liste) nur für den Hobbybereich vorgesehen waren, der Kategorie «Ja» zugeordnet und alle Produkte, die gemäss Liste für den Hobbybereich und für die berufliche Verwendung vorgesehen waren, der Kategorie «eher Nein» zugewiesen.

Für die weitere Auswertung wurden die Beurteilungsgruppen «Unklar» und «eher Nein» zusammengefasst und als «Nein» beschrieben, sodass in den entsprechenden Abbildungen in Kapitel 0 nur die Beurteilungen «Ja», «Beide» und «Nein» dargestellt werden.

Berechnung der Wirkstoffmengen

Von den insgesamt 621 identifizierten Produkten konnten für 427 Produkte in mindestens einem Jahr Produktverkaufsmengen zugewiesen werden. Durchschnittlich wurden pro Jahr für 216 Produkte Verkaufsmengen gemeldet. Mithilfe der Produktverkaufsmengen und den Angaben zu den darin enthaltenen Wirkstoffen und Wirkstoffgehalten wurden die Wirkstoffmengen der Produkte berechnet.

Die totale Wirkstoffmenge, die potentiell der «Nichtberuflichen Verwendung» zugewiesen werden könnte (jeweils rechte Balken in Abbildung 16), lag zwischen 2010 und 2020 durchschnittlich bei 672 t pro Jahr. In den jeweils anderen beiden Balken in Abbildung 16 wurden die Wirkstoffmengen der Produkte abgebildet, die nur mithilfe der Information aus der Zulassung (links) bzw. zusätzlich mit bestimmten Stichworten (Mitte) identifiziert wurden.

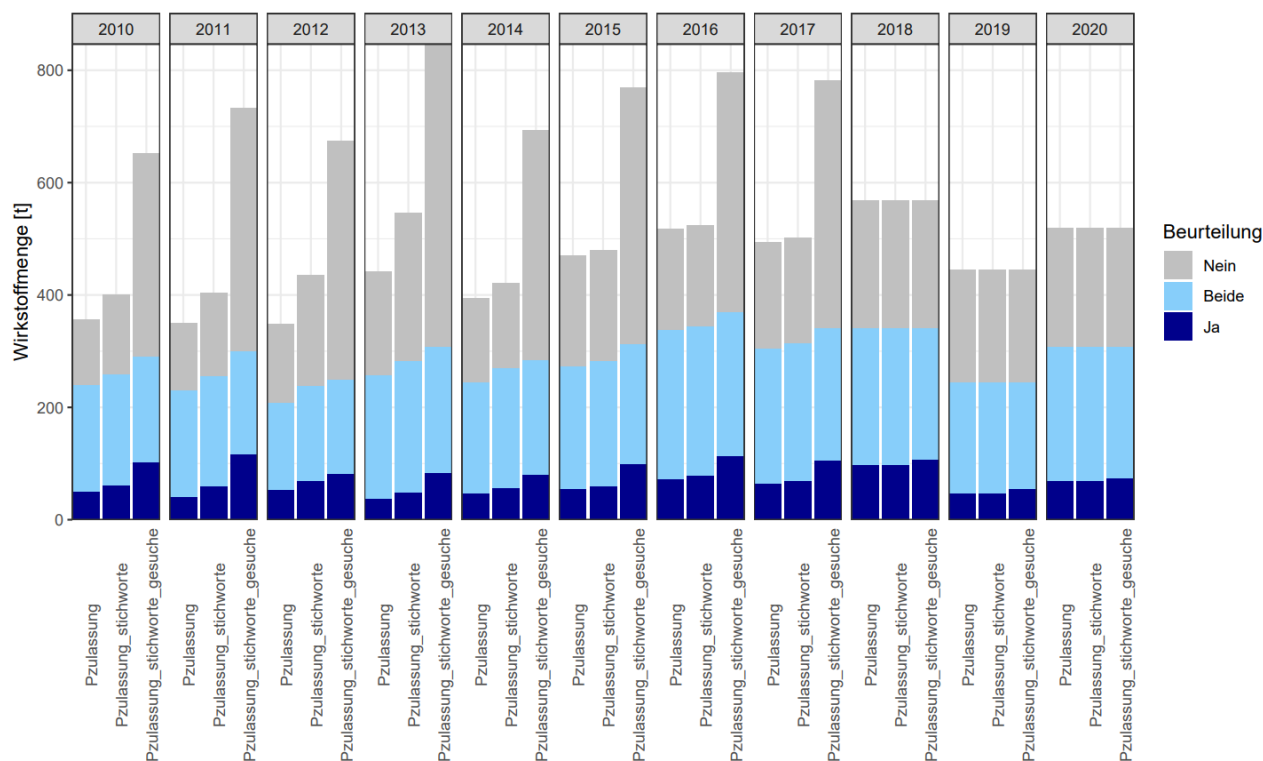


Abbildung 16: Wirkstoffmengen von Produkten 2010 – 2020, die mithilfe der drei Kriterien identifiziert wurden (Zulassung nach 2017, Stichwortsuche und Gesuchsliste) und deren Beurteilung zur Anwendungswahrscheinlichkeit im Anwendungsgebiet «Nichtberufliche Verwendung».

Beurteilung: «Ja» = Produkte wurden zur nichtberuflichen Verwendung eingesetzt; «Beide» = Produkte wurden zur beruflichen und nichtberuflichen Verwendung eingesetzt; «Nein» = Produkte wurden zur nichtberuflichen Verwendung nicht eingesetzt oder Beurteilung unklar.

Pzulassung (nur Produkte, die nach 2017 zur nichtberuflichen Verwendung zugelassen waren); Pzulassung_stichworte = Produkte mit Zulassung nach 2017 und zusätzliche Produkte, die ein Stichwort wie «coop» im Produktnamen enthielten; Pzulassung_stichworte_gesuche = Produkte mit Zulassung zur nichtberuflichen Verwendung nach 2017, Produkte mit Stichworten wie «coop» im Produktnamen und zusätzliche Produkte, für die ein Gesuch zur nichtberuflichen Verwendung gestellt wurde und die nach 2017 nicht mehr zugelassen waren).

Wirkstoffmengen im Anwendungsgebiet «Nichtberufliche Verwendung» für die Hochrechnungen

Schliesslich wurden die Wirkstoffmengen aller verkauften Produkte, die mithilfe der drei beschriebenen Kriterien identifiziert wurden und die gemäss der Beurteilung vermutlich nichtberuflich eingesetzt werden («Pzulassung_stichworte_gesuche» und Beurteilung = «Ja» in Abb. 14), dem Anwendungsgebiet «Nichtberufliche Verwendung» angerechnet. Für die minimalen Wirkstoffmengen im Bereich «Nichtberufliche Verwendung» wurden nur die Wirkstoffmengen von Produkten angerechnet, die nach 2017 zur Nichtberuflichen Zulassung zugelassen waren und vermutlich nichtberuflich eingesetzt werden («Pzulassung» und Beurteilung = «Ja» in Abb. 14). Die

maximalen Wirkstoffmengen für das Anwendungsgebiet Nichtberufliche Verwendung wurden entsprechend mithilfe der verkauften Produkte, die mit den Kriterien Zulassung, Stichworte und Gesuchsliste identifiziert wurden und die sowohl nichtberuflich als auch beruflich eingesetzt werden könnten («Pzulassung_stichworte_gesuche» und Beurteilung = «Ja» oder «Beide» in Abb. 14).

9.3.2 Beispiele für die Berechnung der Kennzahlen

Im Kapitel 2.2.2 wurde die Berechnung der Kennzahlen für den Vergleich von landwirtschaftlichen Datenquellen beschrieben. Hierunter werden ergänzend einige Berechnungsbeispiele dazu aufgezeigt.

Für die Berechnung der Kennzahlen «**Anzahl Interventionen**» und «**Wirkstoffaufwandmenge**» waren folgende Berechnungsschritte notwendig:

1. Pro **Schlag**: Berechnung der flächengewichteten Anzahl Interventionen und der totalen Wirkstoffaufwandmenge.

Beispiel Interventionen: Auf Schlag A werden Herbizide 1x auf 100 % der Fläche und 1x auf 50 % der Fläche angewendet. → Die Anzahl-Herbizid Interventionen auf Schlag A sind 1.5.

Beispiel Wirkstoffaufwandmengen: Schlag A hat eine Grösse von 2 ha. Auf Schlag A werden 3 kg vom Herbizid B und 1 kg vom Herbizid C eingesetzt. → Die totale Wirkstoffaufwandmenge auf Schlag A ist für Herbizide 2 kg/ha ((3 kg+1 kg)/2 ha).

2. Pro **Betrieb**: Berechnung der durchschnittlichen Anzahl Interventionen (aus den flächengewichteten Anzahl Interventionen pro Schlag) und der durchschnittlichen Wirkstoffaufwandmenge (aus der totalen Wirkstoffaufwandmenge pro Schlag).

Beispiel Interventionen: Betrieb X hat 2 Schläge der Kulturgruppe Y. Auf Schlag A ist die Anzahl Herbizid-Interventionen 1.5, auf Schlag B ist die Anzahl Herbizid-Interventionen 0. → Für die Kulturgruppe Y auf dem Betrieb X beträgt die durchschnittlichen Anzahl Interventionen für Herbizide 0.75.

Beispiel Wirkstoffaufwandmengen: Betrieb X hat 2 Schläge der Kulturgruppe Y. Auf Schlag A werden durchschnittlich 2 kg/ha und auf Schlag B 0 kg/ha Herbizide eingesetzt. → Die durchschnittliche Wirkstoffaufwandmenge für die Kulturgruppe Y auf dem Betrieb X beträgt für Herbizide 1 kg/ha.

3. Je **Kulturgruppe**, Datensatz, Jahr und Wirkungsbereich: Berechnung der durchschnittlichen Anzahl Interventionen (aus den durchschnittlichen Anzahl Interventionen pro Betrieb) und der durchschnittlichen Wirkstoffaufwandmenge (aus der durchschnittlichen Wirkstoffaufwandmenge pro Betrieb).

Beispiel Interventionen: Für die Kulturgruppe Y sind im Jahr J für den Datensatz D Daten von 2 Betrieben vorhanden. Die durchschnittlichen Anzahl Interventionen für Herbizide beträgt auf dem Betrieb X 0.75 und auf dem Betrieb Z 2. → Im Jahr J in Datensatz D und für die Kulturgruppe Y werden 1.375 Herbizid-Interventionen berechnet.

Beispiel Wirkstoffaufwandmengen: Für die Kulturgruppe Y sind im Jahr J für den Datensatz D Daten von 2 Betrieben vorhanden. Die durchschnittlichen Wirkstoffaufwandmenge für Herbizide beträgt 1 kg/ha auf dem Betrieb X und 0.5 kg/ha auf dem Betrieb Z. → Im Jahr J in Datensatz D und für die Kulturgruppe Y wird eine Wirkstoffaufwandmenge für Herbizide von 0.75 kg/ha berechnet.

9.4 Evaluation weiterer Datenquellen

9.4.1 ZA-BH

Vorgehen

Vorerst wurden nur Daten von Betrieben, die auch in der ZA-AUI-Stichprobe Daten liefern, berücksichtigt. Die Buchhaltungsdaten der ZA-BH bestehen aus zwei Stichproben, welche die Jahre 2009 – 2015 und 2015 – 2018 abdecken.

In der Stichprobe 2009 – 2015 sind die PSM-Kosten noch zusätzlich unterteilt in eigene Kosten und Kosten Dritter. Wobei die Kosten Dritter auch Arbeits- und Maschinenkosten enthalten. Diese Unterteilung wird ab 2015 nicht mehr gemacht und es sind nur noch die Kosten für die Mittel aufgeführt.

Um eine Korrelation zu finden, wurden aufbereitete Anwendungsdaten aus der ZA-AUI pro Jahr, Betrieb und Kultur mit den Kosten verbunden und es wurde überprüft, ob die Gesamtproduktaufwandmengen mit den Gesamtkosten in dieser Kultur korrelieren. Ausserdem wurde die Produktmenge pro Kultur in Wirkstoffmenge umgerechnet und überprüft, ob von den Kosten allenfalls direkt auf die eingesetzte Wirkstoffmenge geschlossen werden kann. Falls in einer Kultur ein Produkt oder Wirkstoff die Kosten dominieren würde, könnte so von den Kosten direkt auf die Aufwandmenge eines Produkts geschlossen werden.

Resultate

Es gab, in einigen Kulturen gut belastbare Korrelationen zwischen den PSM-Kosten und den gesamten eingesetzten Produktmengen, jedoch war auch die Streuung meist sehr gross (Abbildung 17a).

Korrelationen zwischen den Aufwandmengen einzelner Produkte und den Gesamtkosten pro Kultur waren zum Teil nur schwach und basierten auf wenigen Datenpunkten, da sehr viele Produkt-Kultur-Kombinationen möglich sind. Für gewisse Produkt-Kultur-Kombinationen konnten signifikante Zusammenhänge abgeleitet werden (Abbildung 17b).

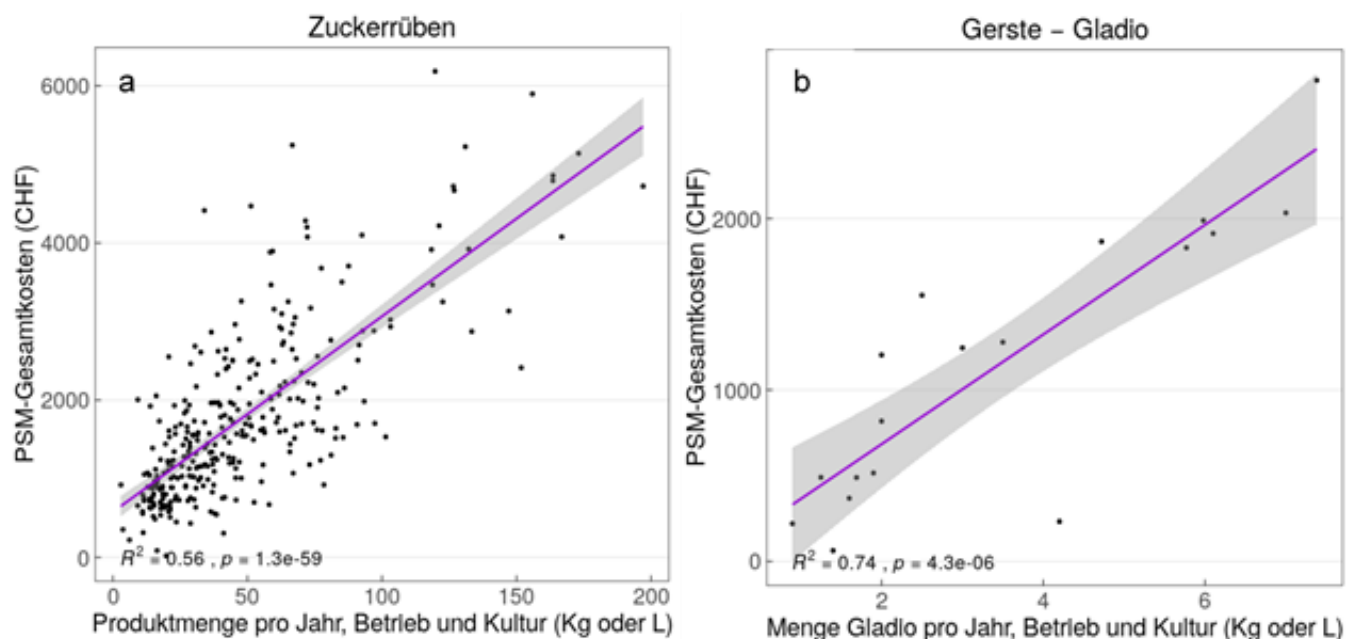


Abbildung 17: Korrelation zwischen den PSM-Kosten pro Kultur, Betrieb und Jahr und der gesamten eingesetzten Produktmenge am Beispiel von Zuckerrüben (a). Zusammenhang zwischen den PSM-Gesamtkosten pro Kultur, Betrieb und Jahr und der Produktmenge einzelner Produkte, am Beispiel der Verwendung von Gladio in Gerste (b).

Schlussfolgerung

Trotz der robusten Korrelationen zwischen der Gesamtaufwandmenge und den Gesamtkosten in einer Kultur lassen sich keine Rückschlüsse auf die Menge der einzelnen Produkte oder Wirkstoffe ziehen. Dies wäre jedoch notwendig, um die Buchhaltungsdaten für die Hochrechnungen der Anwendungsmengen verwenden zu können.

Vergleicht man jedoch die Mengen einzelner Produkte mit den Kosten, so lassen sich einige Produktmengen in bestimmten Kulturen ableiten. Diese Korrelationen basieren jedoch häufig auf relativ wenigen Datenpunkten. Auch werden nicht alle Produkte, die typischerweise in einer Kultur verwendet werden, in einem einzigen Betrieb eingesetzt, so dass es nicht möglich ist, aus den Kosten eine Standard-Spritzfolge abzuleiten. Ein weiteres Problem stellt die Aufteilung der Kosten in «Eigene Kosten» und «Kosten Dritter» dar, in welchen auch noch Maschinen- und Arbeitskosten enthalten sind. Dies macht es schwierig, die effektiven PSM-Kosten für diese Stichprobe zu ermitteln.

Aufgrund der aufgeführten Schwierigkeiten wurde dieser Ansatz nicht weiterverfolgt und die Buchhaltungsdaten wurden für die Hochrechnungen der Anwendungsmengen nicht berücksichtigt.

9.4.2 Helikopteranwendungen

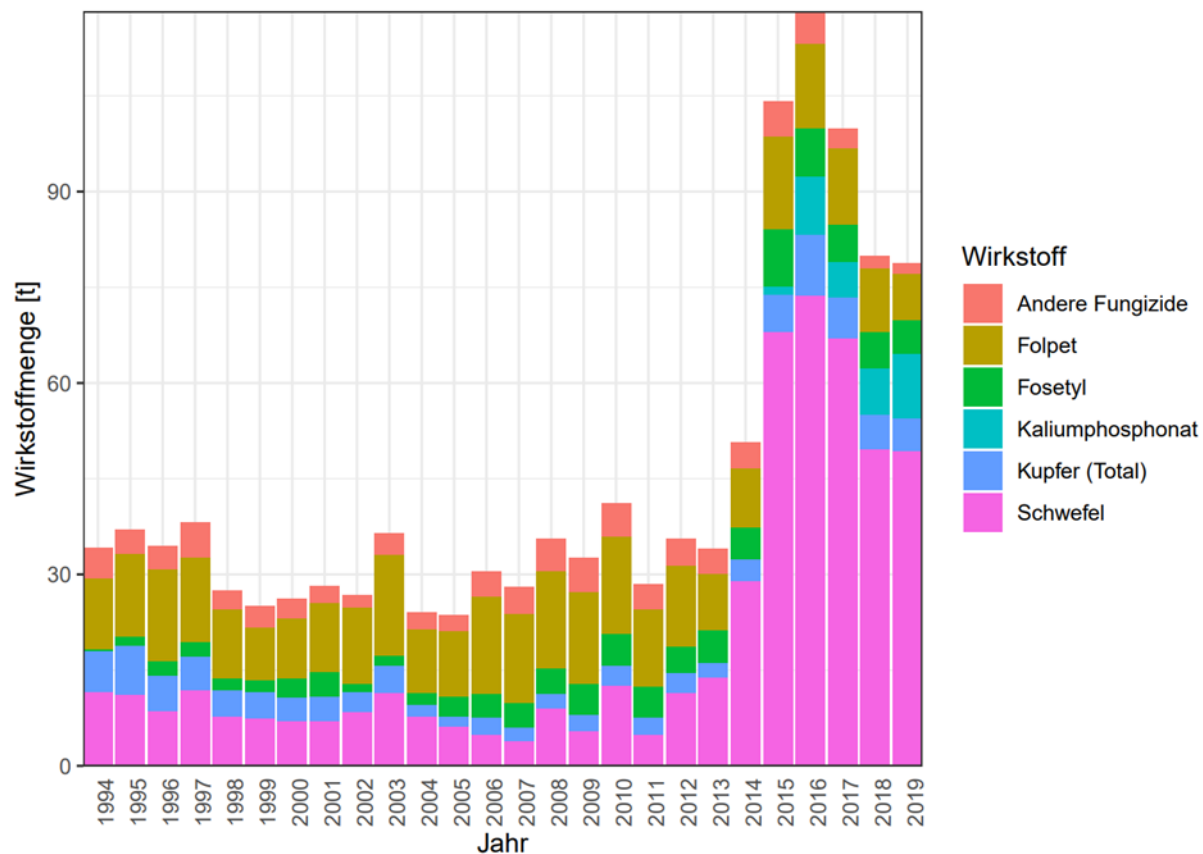


Abbildung 18: Ausgebrachte Wirkstoffmengen per Helikopter zwischen 1994 und 2019 gemäss BAZL.

9.5 Vergleich landwirtschaftlicher Daten anhand von Kennzahlen

Im Kapitel 2.2.2 werden die Kennzahlen «Anzahl Interventionen» und «Wirkstoffaufwandmengen» erwähnt, die verwendet wurden, um die unterschiedlichen Datenquellen miteinander zu vergleichen. Wie diese Kennzahlen berechnet wurden, wird im Kapitel 9.3.2 erklärt. Für die Kontrolle der Daten wurden die Kennzahlen je Datenquelle berechnet. Um die Vertraulichkeit der Daten zu gewährleisten werden in den Beispielen jedoch nur die Kennzahlen der ZA-AUI Daten mit allen anderen Datenquellen verglichen.

9.5.1 Anzahl Interventionen

Beispiele für Kulturgruppen mit grossen Ähnlichkeiten in den berechneten «Anzahl Interventionen»:

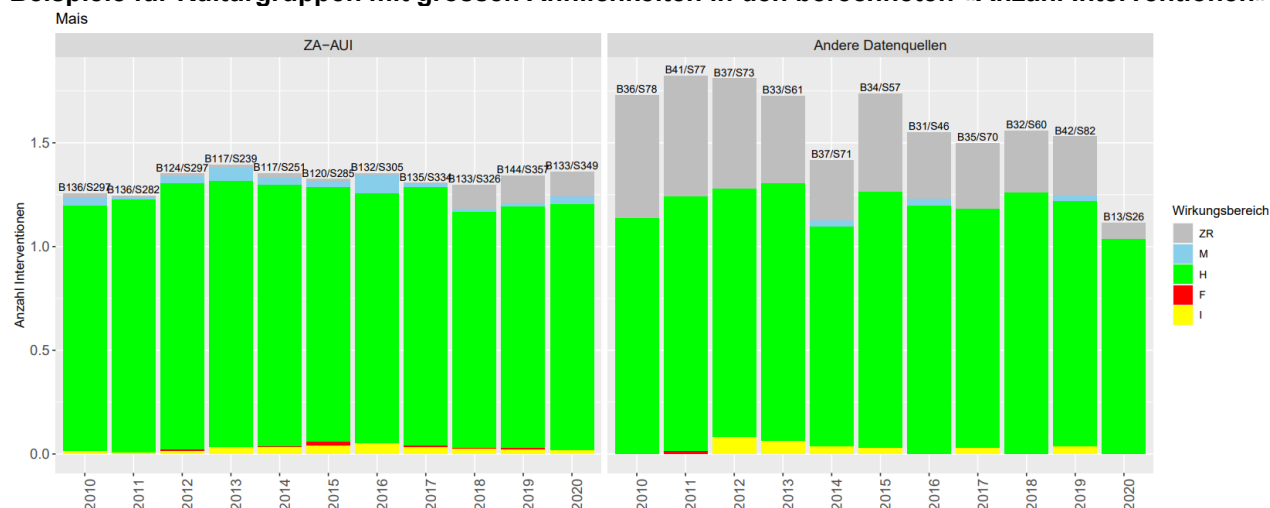


Abbildung 19: Durchschnittliche Anzahl Interventionen für die Kulturgruppe Mais pro Jahr und Wirkungsbereich. Links für die ZA-AUI-Daten, rechts für alle übrigen Datenquellen. I: Insektizide, F: Fungizide, H: Herbizide, M: Molluskizide, ZR: Andere. Beschriftung über den Säulen B: Anzahl Betriebe und S: Anzahl Schläge.

Für die Kulturgruppe Mais lagen die Herbizid-Interventionen für ZA-AUI Daten über die Jahre zwischen 1,1 und 1,3 und für die anderen Datenquellen zwischen 1,0 und 1,3 (Abb. 17). Die auffällig höheren Interventionen für den Wirkungsbereich ZR für die anderen Datenquellen sind auf Unterschiede in der Datenaufbereitung zurückzuführen (Beispiel: der Safener Isoxadifen-ethyl mit durchschnittlich 0.4 Interventionen war in den übrigen Datenquellen enthalten, aber nicht in den ZA-AUI-Daten).

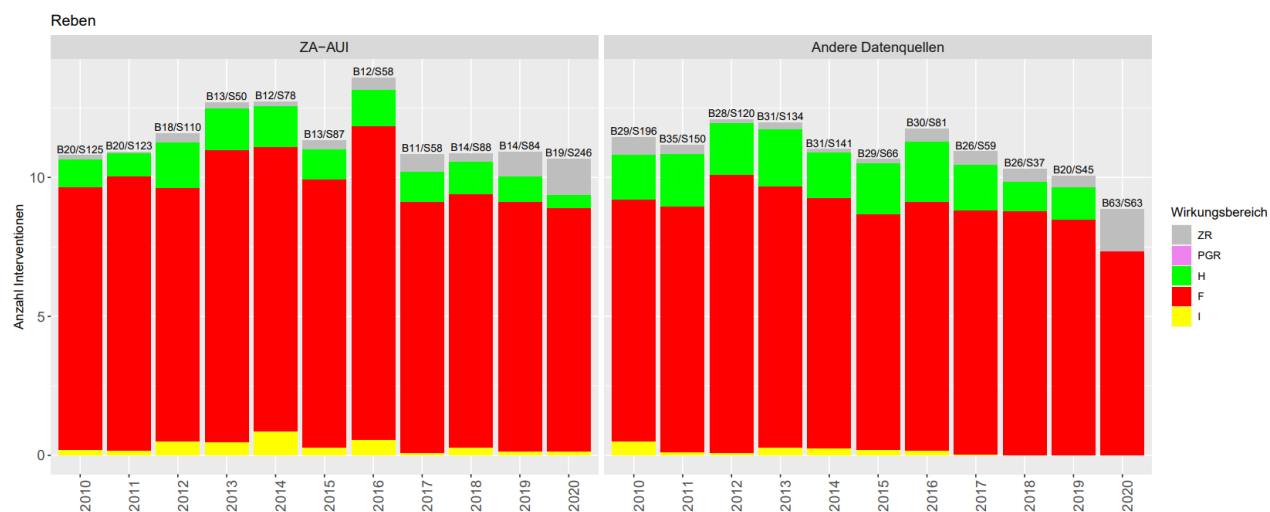


Abbildung 20: Durchschnittliche Anzahl Interventionen für die Kulturgruppe Reben pro Jahr und Wirkungsbereich. Links für die ZA-AUI-Daten, rechts für alle übrigen Datenquellen. I: Insektizide, F: Fungizide, H: Herbizide, M: Molluskizide, ZR: Andere. Beschriftung über den Säulen B: Anzahl Betriebe / S: Anzahl Schläge.

Es gab im ZA-AUI-Datensatz in der Kulturgruppe Reben über die Jahre zwischen 8,8 und 11,3 Fungizid-Interventionen (Mittelwert 9,6), für die anderen Datenquellen zwischen 7,3 und 10 (Mittelwert 8,8) (Abb. 18). Die anderen Datenquellen enthalten im Jahr 2020 nur Fungizid-Anwendungen, dementsprechend wurden diese Daten für die Hochrechnungen der Anwendungsmengen auch nur für die Fungizide verwendet.

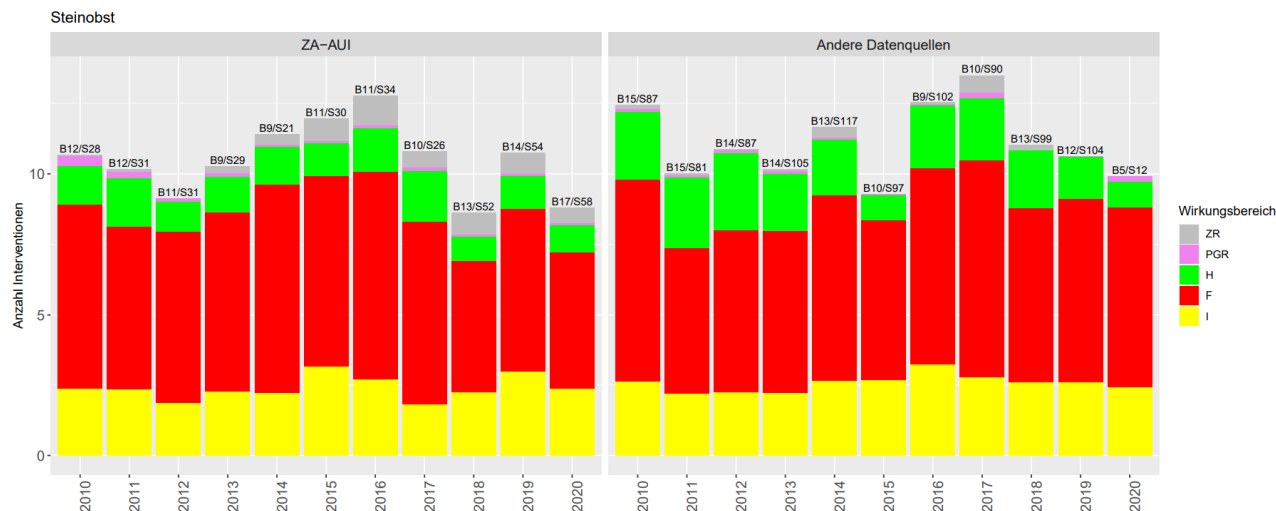


Abbildung 21: Durchschnittliche Anzahl Interventionen für die Kulturgruppe Steinobst pro Jahr und Wirkungsbereich. Links für die ZA-AUI-Daten, rechts für alle übrigen Datenquellen. I: Insektizide, F: Fungizide, H: Herbizide, M: Molluskizide, ZR: Andere. Beschriftung über den Säulen B: Anzahl Betriebe / S: Anzahl Schläge.

Es gab im ZA-AUI-Datensatz in der Kulturgruppe Reben über die Jahre zwischen 1,8 und 3,2 Insektizid-Interventionen (Mittelwert 2,4), für die anderen Datenquellen zwischen 2,2 und 3,2 (Mittelwert 2,6) (Abb. 19). Es gab im ZA-AUI-Datensatz zwischen 4,7 und 7,4 Fungizid-Interventionen (Mittelwert 6,2), für die anderen Datenquellen zwischen 5,2 und 7,7 (Mittelwert 6,4). Es gab durchschnittlich 1,3 (ZA-AUI) und 2 (andere Datenquellen) Herbizid-Interventionen.

Beispiele für Kulturgruppen mit Abweichungen in den berechneten «Anzahl Interventionen»:

Für die Kulturgruppen «Andere Nutzungen», «Freilandgemüse» und «Übriges Getreide» war ein Vergleich schwierig, da viele verschiedene Kulturen in diesen Kulturgruppen enthalten sind und die Nicht-ZA-AUI-Datenquellen wesentlich weniger Schläge und Betriebe enthalten. Beispielsweise lagen die Anzahl Insektizid-Interventionen auf Freilandgemüse in den ZA-AUI-Daten zwischen 2010 und 2020 durchschnittlich relativ konstant zwischen 1 und 1.9 (Mittelwert 1.4). Bei den anderen Datenquellen schwanken die Anzahl Insektizid-Interventionen auf Freilandgemüse über die Jahre zwischen 0.7 und 4.5 (Mittelwert 1.8). Die Unterschiede sind darauf zurückzuführen, dass die ZA-AUI-Daten für Freilandgemüse von jährlich 13 – 26 Betrieben und die Daten anderer Datenquellen von lediglich 2-5 Betrieben stammen.

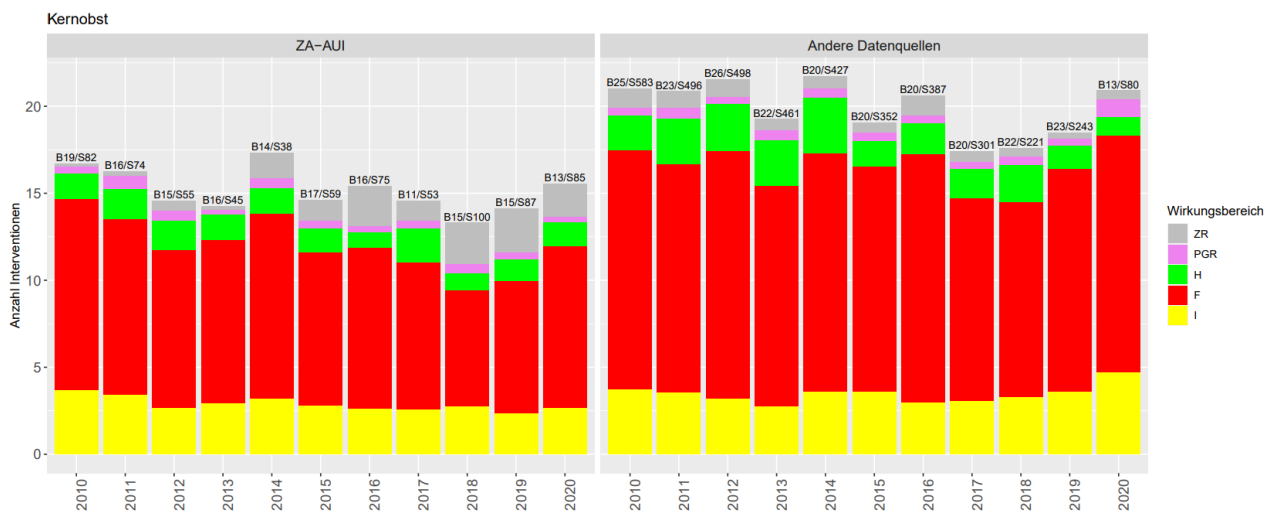


Abbildung 22: Durchschnittliche Anzahl Interventionen für die Kulturgruppe Kernobst pro Jahr und Wirkungsreich. Links für die ZA-AUI-Daten, rechts für alle übrigen Datenquellen. I: Insektizide, F: Fungizide, H: Herbizide, M: Molluskizide, ZR: Andere. Beschriftung über den Säulen B: Anzahl Betriebe / S: Anzahl Schläge.

Unterschiede in der Anzahl Interventionen konnten für die Kulturgruppe Kernobst bei den Fungizid-Interventionen festgestellt werden (Abb. 20). Diese lag für ZA-AUI-Daten etwas tiefer (2010 – 2020 durchschnittlich 9.1) als in den anderen Datensätzen (13.1). Für Insektizide (2.9 vs. 3.4) und Herbizide (1.5 vs. 2.1) lag die berechnete durchschnittlichen Anzahl Interventionen auch tiefer, aber weniger deutlich. Unterschiede in den angebauten Kernobstsorten, in den eingesetzten Wirkstoffen, im Intensivierungsgrad oder auch regionale Gegebenheiten könnten für diese Differenzen verantwortlich sein.

9.5.2 Wirkstoffaufwandmengen

Beispiele für Kulturgruppen mit grossen Ähnlichkeiten in den berechneten «Wirkstoffaufwandmengen»:

Die Wirkstoffaufwandmengen sind für die meisten Kulturgruppen (z.B. Reben oder Hülsenfrüchte) in den ZA-AUI-Daten vergleichbar mit denen der anderen Datenquellen.

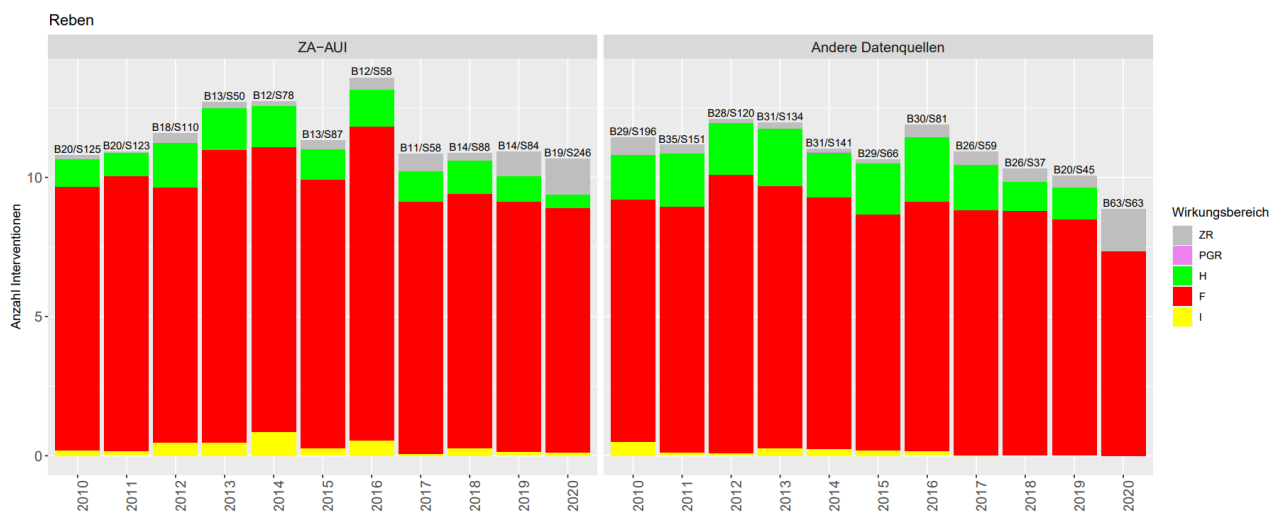


Abbildung 23: Durchschnittliche totale Wirkstoffaufwandmenge für die Kulturgruppe Reben pro Jahr und Wirkungsreich. Links für die ZA-AUI-Daten, rechts für alle übrigen Datenquellen. I: Insektizide, F: Fungizide, H: Herbizide, M: Molluskizide, ZR: Andere. Beschriftung über den Säulen B: Anzahl Betriebe / S: Anzahl Schläge.

Die durchschnittlichen Fungizid-Wirkstoffaufwandmengen liegen für ZA-AUI-Daten zwischen 2010 - 2020 für die Kulturgruppe Reben durchschnittlich zwischen 21 und 32 kg/ha (Mittelwert 25 kg/ha) und für die anderen Datenquellen zwischen 18 und 31 kg/ha (Mittelwert 22 kg/ha) (Abb. 21).

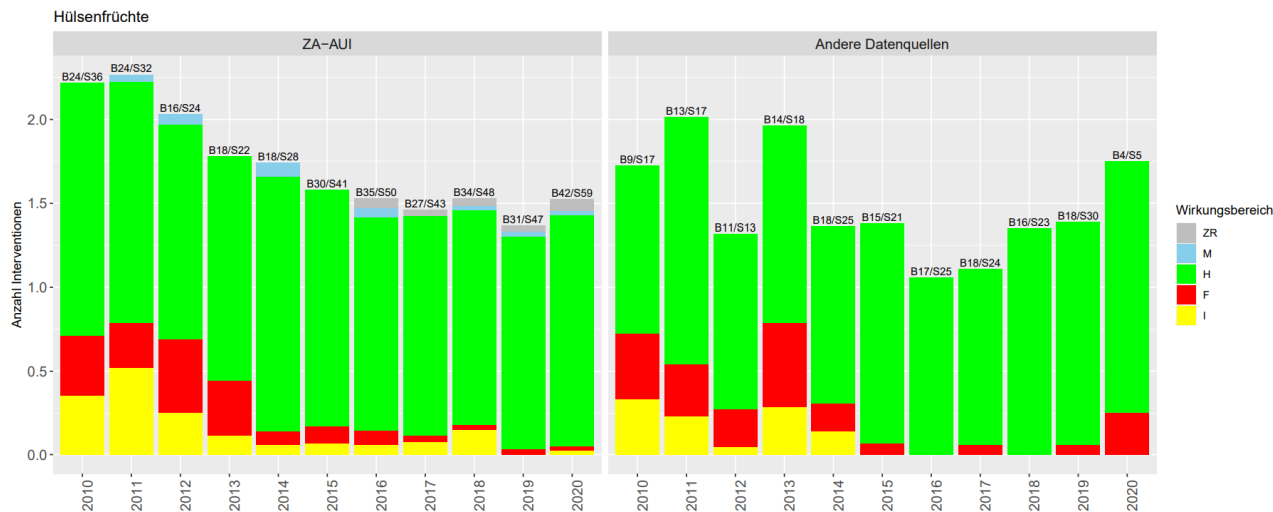


Abbildung 24: Durchschnittliche totale Wirkstoffaufwandmenge für die Kulturgruppe Hülsenfrüchte pro Jahr und Wirkungsbereich. Links für die ZA-AUI-Daten, rechts für alle übrigen Datenquellen. I: Insektizide, F: Fungizide, H: Herbizide, M: Molluskizide, ZR: Andere. Beschriftung über den Säulen B: Anzahl Betriebe / S: Anzahl Schläge.

Für die Kulturgruppe Hülsenfrüchte liegen die Herbizid-Wirkstoffaufwandmengen über die Jahre durchschnittlich bei 1.7 kg/ha (ZA-AUI-Daten) und 1.6 kg/ha (andere Datenquellen) (Abb. 22).

Beispiele für Kulturgruppen mit Abweichungen in den berechneten «Wirkstoffaufwandmengen»:

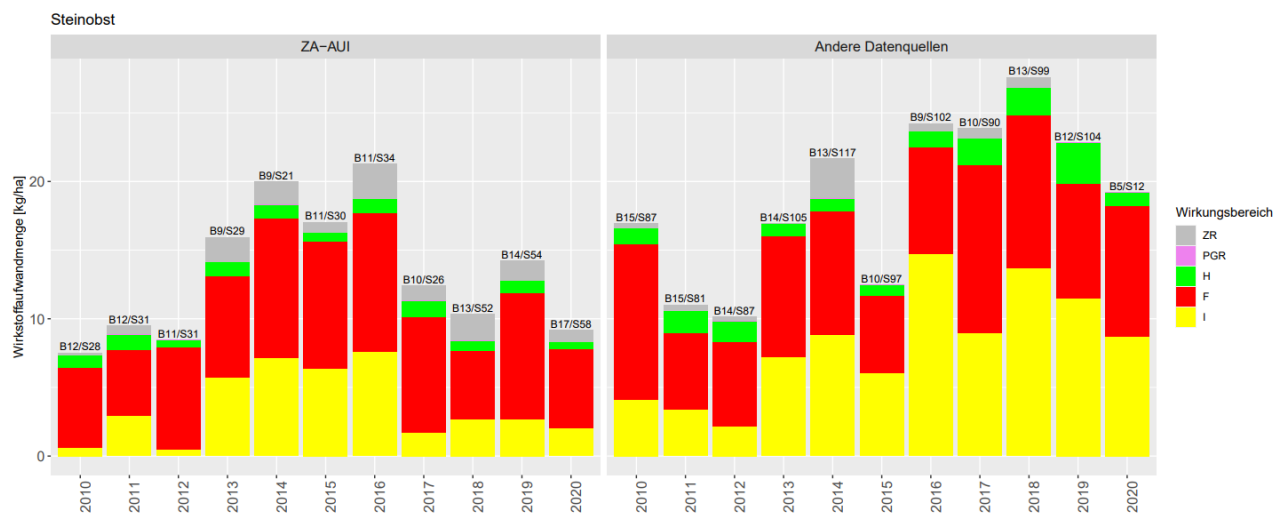


Abbildung 25: Durchschnittliche totale Wirkstoffaufwandmenge für die Kulturgruppe Steinobst pro Jahr und Wirkungsbereich. Links für die ZA-AUI-Daten, rechts für alle übrigen Datenquellen. I: Insektizide, F: Fungizide, H: Herbizide, M: Molluskizide, ZR: Andere. Beschriftung über den Säulen B: Anzahl Betriebe / S: Anzahl Schläge.

Da die berechneten Wirkstoffmengen sehr stark von den eingesetzten Wirkstoffen und deren Standardaufwandmengen abhängig sind, können trotz ähnlicher Anzahl Interventionen grössere Unterschiede in den Wirkstoffaufwandmengen resultieren. Zum Beispiel waren für die Kulturgruppe Steinobst die Anzahl Insektizid-Interventionen für ZA-AUI-Daten und allen übrigen Datenquellen vergleichbar (durchschnittlich 2.4, resp. 2.6 Interventionen zwischen 2010 - 2020). Die eingesetzten Insektizid-Wirkstoffaufwandmengen sind für ZA-AUI jedoch wesentlich tiefer (durchschnittlich 4 kg/ha) als in den übrigen Daten (8 kg/ha) (Abb. 23). Dies lässt sich zum Teil dadurch erklären, dass der Wirkstoff Paraffinöl, der sehr hohe Anwendungsmengen aufweist, laut ZA-AUI-Daten seltener verwendet wurde.

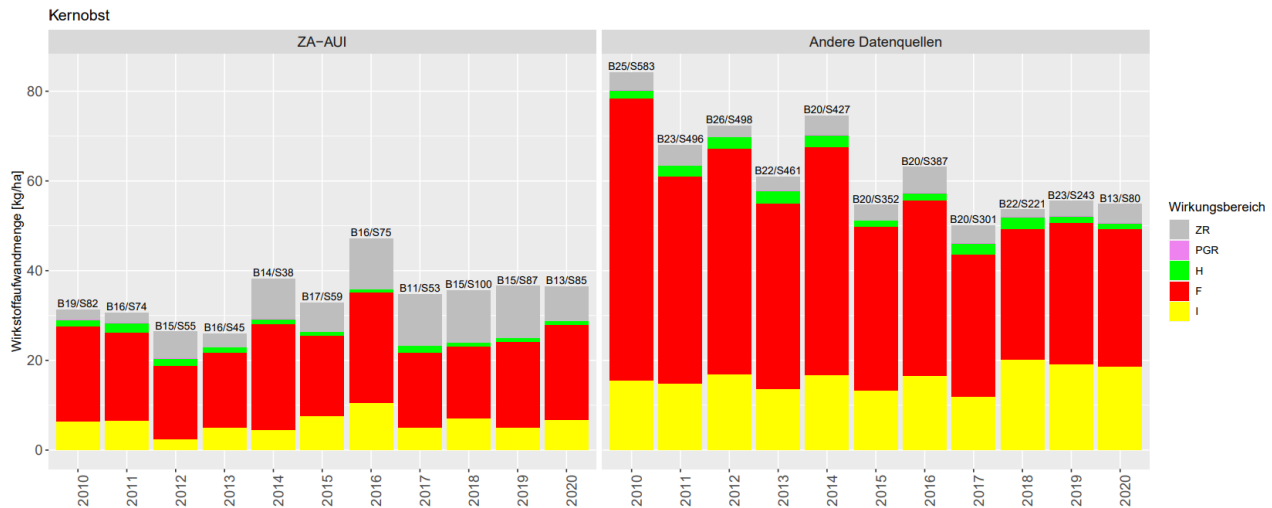
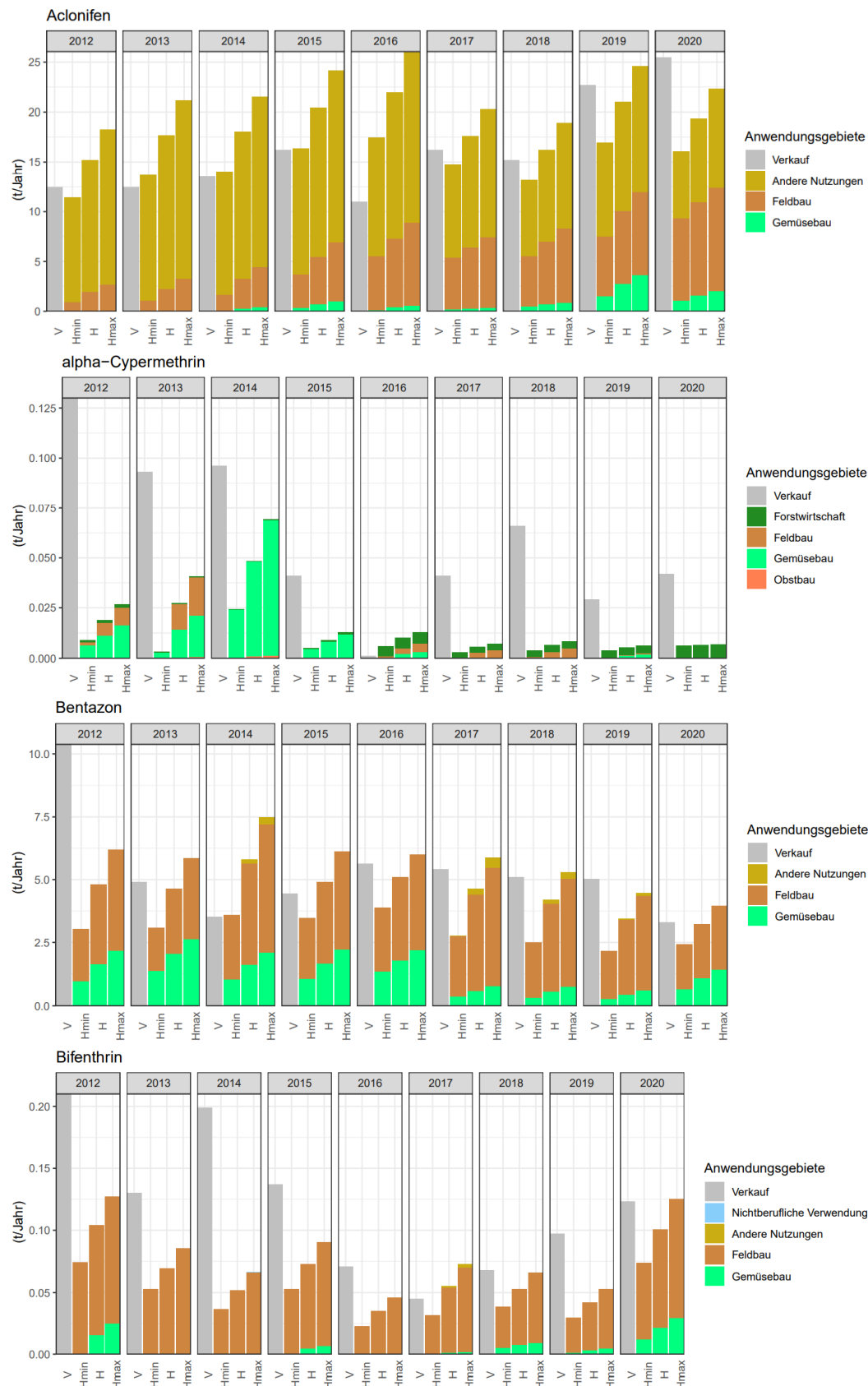


Abbildung 26: Durchschnittliche totale Wirkstoffaufwandmenge für die Kulturgruppe Kernobst pro Jahr und Wirkungsbereich. Links für die ZA-AUI-Daten, rechts für alle übrigen Datenquellen. I: Insektizide, F: Fungizide, H: Herbizide, M: Molluskizide, ZR: Andere. Beschriftung über den Säulen B: Anzahl Betriebe / S: Anzahl Schläge.

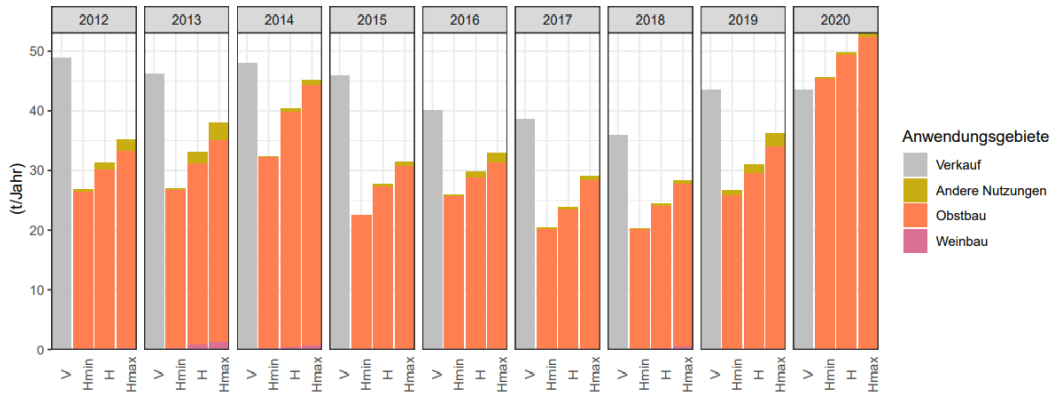
Auch für Kernobst liegen die Fungizid-Wirkstoffaufwandmengen für die ZA-AUI-Daten zwischen 2010 - 2020 mit durchschnittlich 19 kg/ha deutlich tiefer als für die anderen Datenquellen (30 kg/ha). Insektizid-Wirkstoffaufwandmengen liegen über die Jahre durchschnittlich bei 6 kg/ha (ZA-AUI) und 12 kg/ha (andere Datenquellen). Für die Unterschiede bei den Fungiziden waren vor allem die Wirkstoffe Schwefel und Schwefelsaure Tonerde verantwortlich, die laut den ZA-AUI-Daten in durchschnittlich wesentlich tieferen Aufwandmengen eingesetzt wurden als in den anderen Datenquellen. Bei den Insektiziden war insbesondere der in den ZA-AUI-Daten weniger eingesetzte Wirkstoff Paraffinöl entscheidend für die Unterschiede.

9.6 Hochrechnungen der Anwendungsmengen

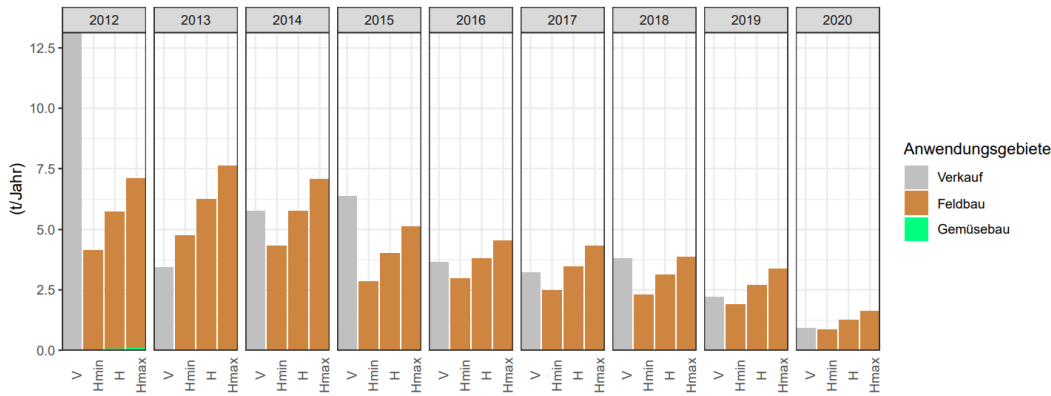
Hochrechnungen, minimale und maximale Schätzung (5. und 95. Perzentil gem. Bootstrapping-Verfahren) der Anwendungsmengen für prioritäre Wirkstoffe



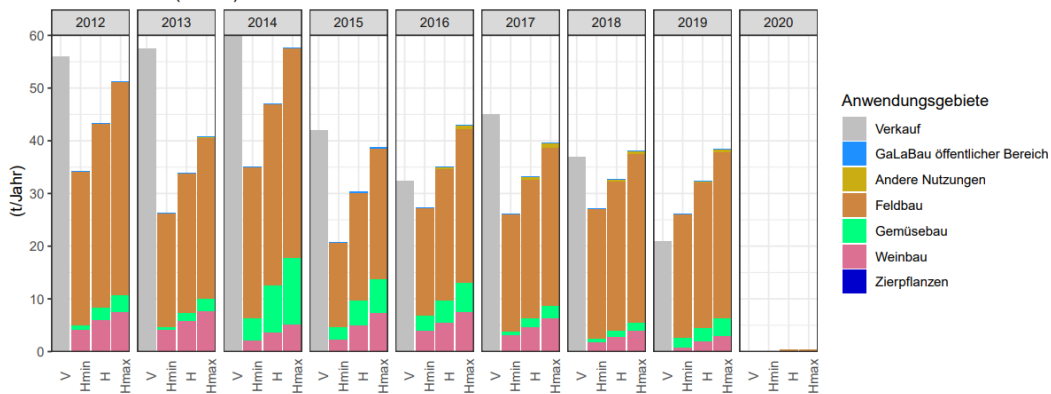
Captan



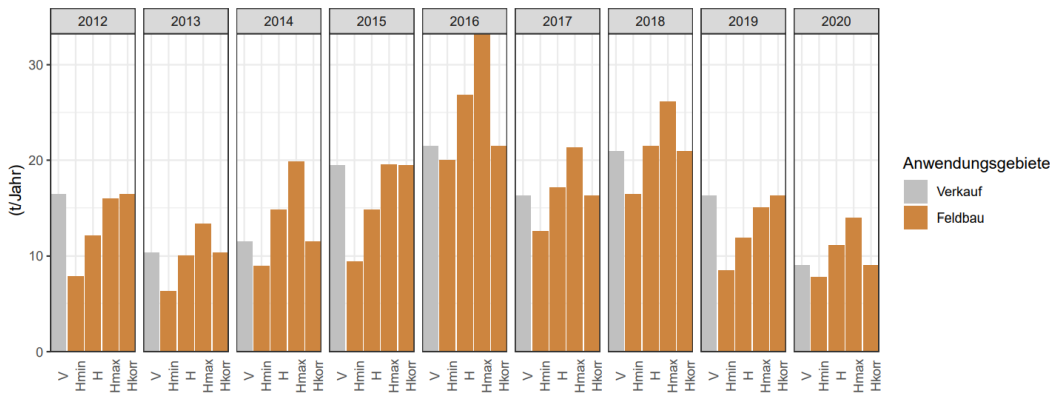
Chloridazon



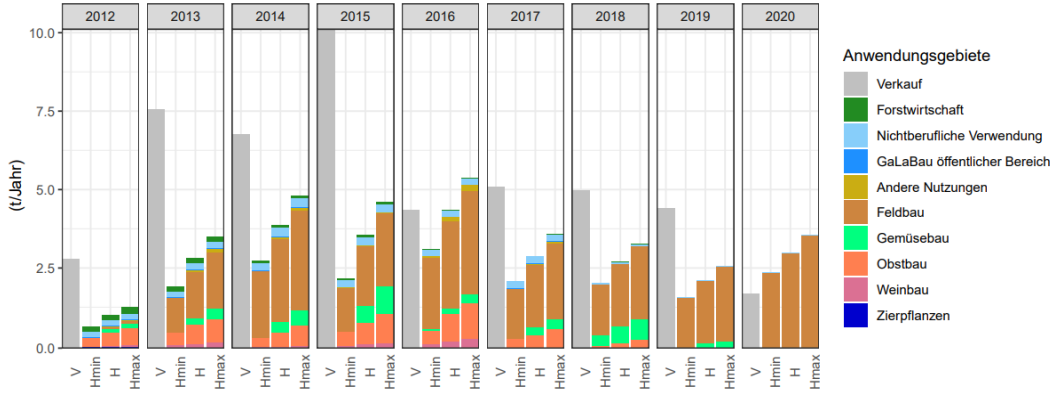
Chlorothalonil (TCPN)



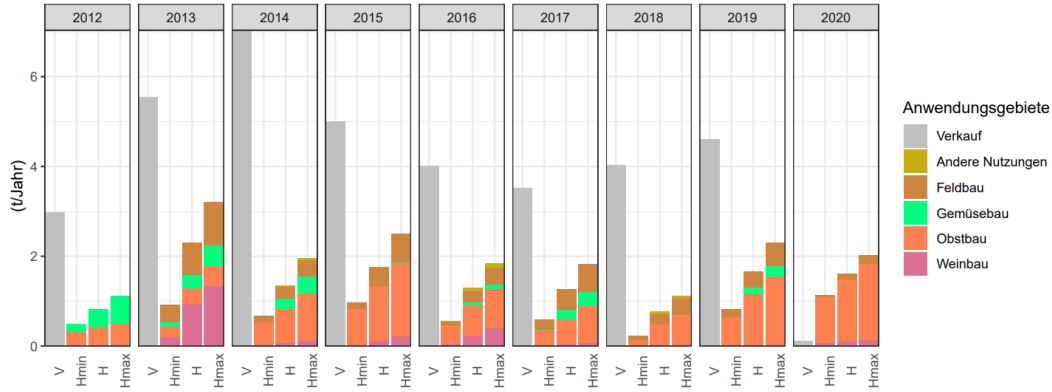
Chlorotoluron



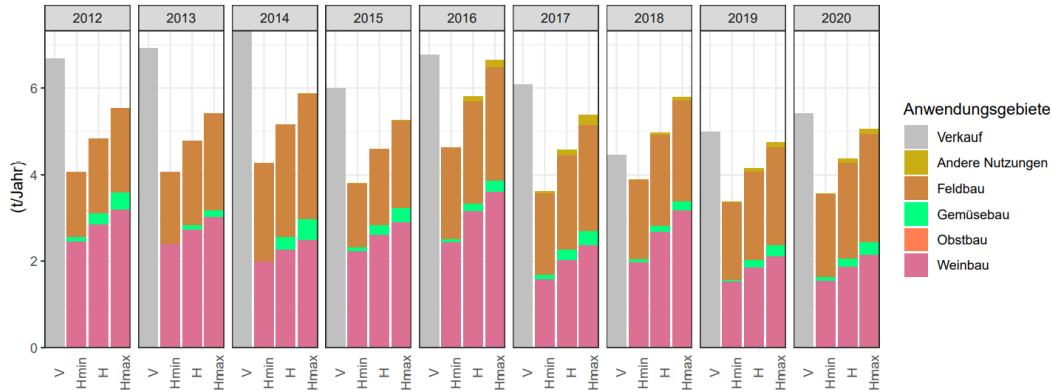
Chlorpyrifos



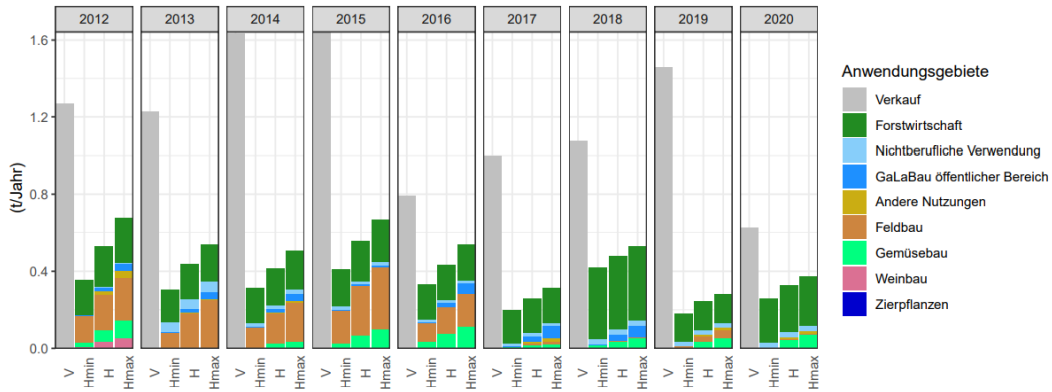
Chlorpyrifos-methyl



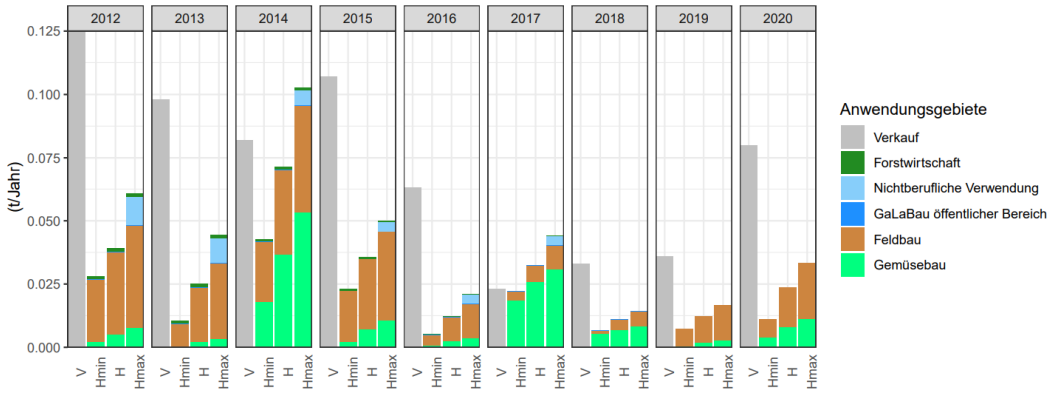
Cymoxanil



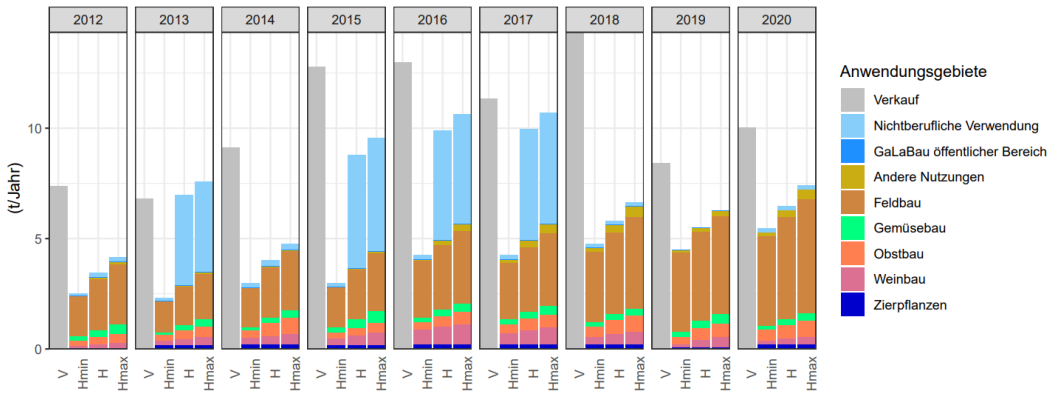
Cypermethrin



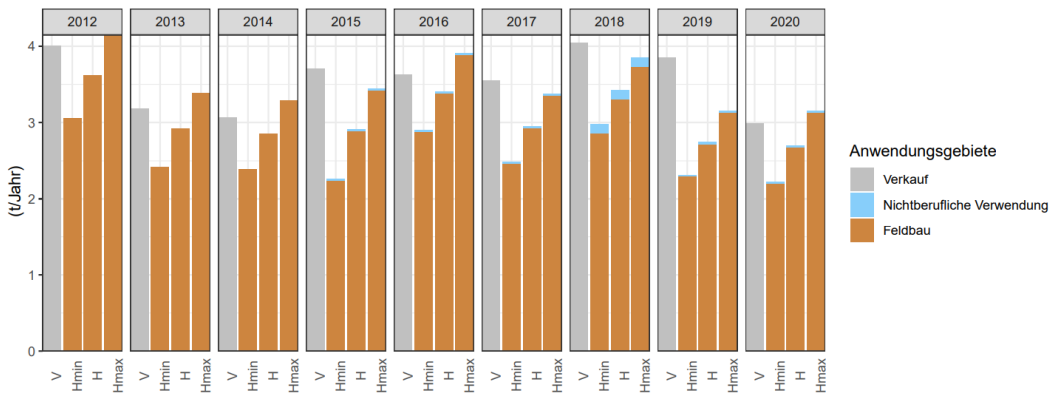
Deltamethrin



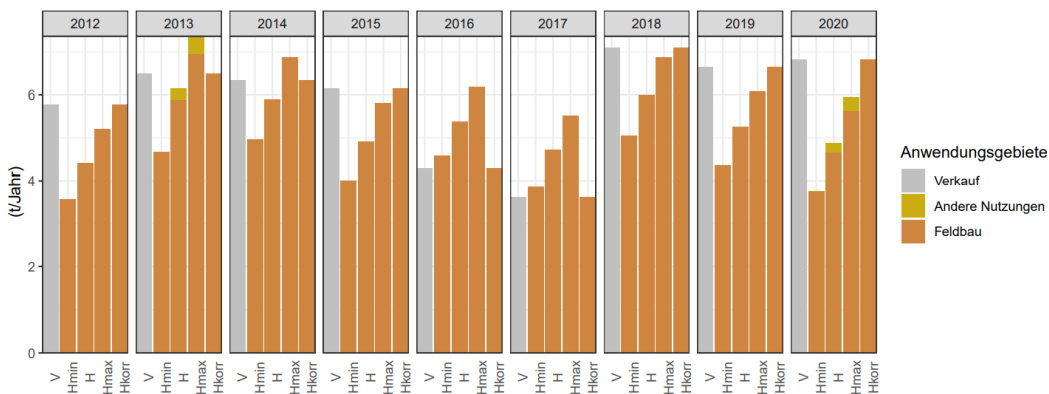
Difenoconazole



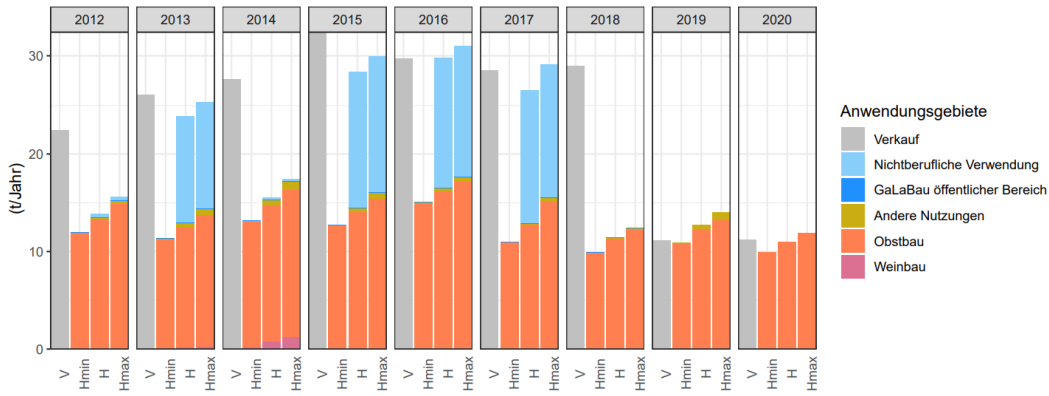
Diflufenican



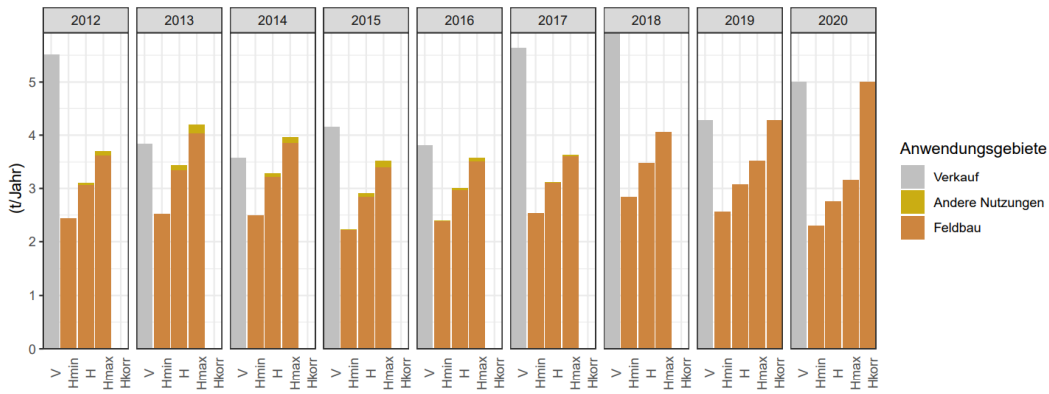
Dimethachlor



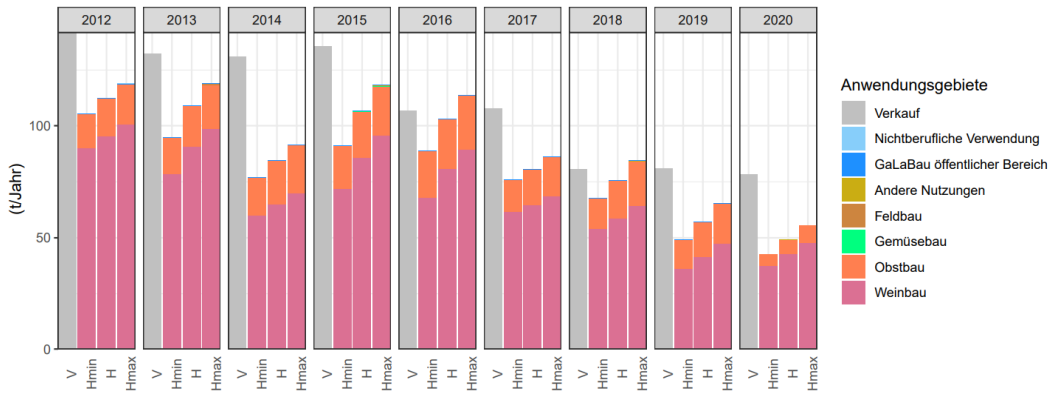
Dithianon



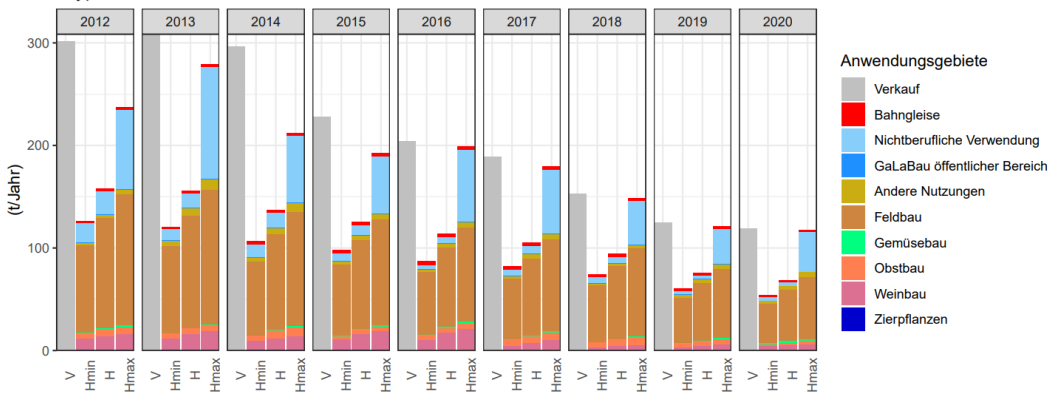
Epoxiconazole



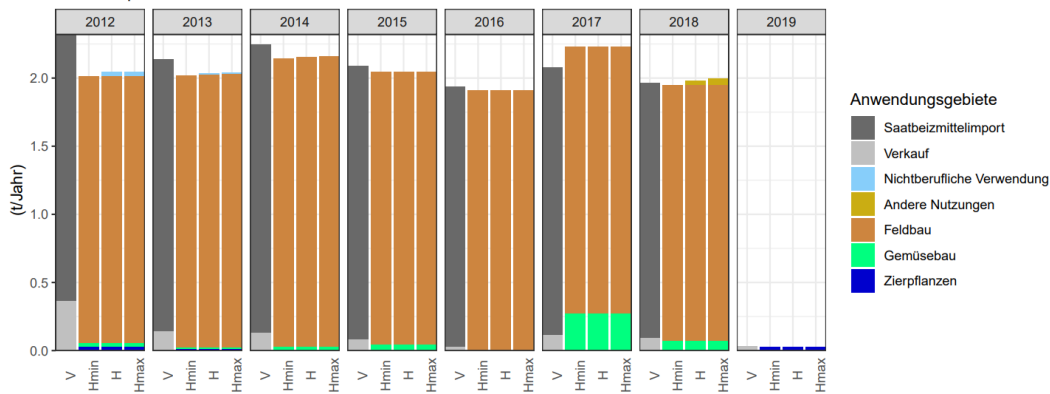
Folpet



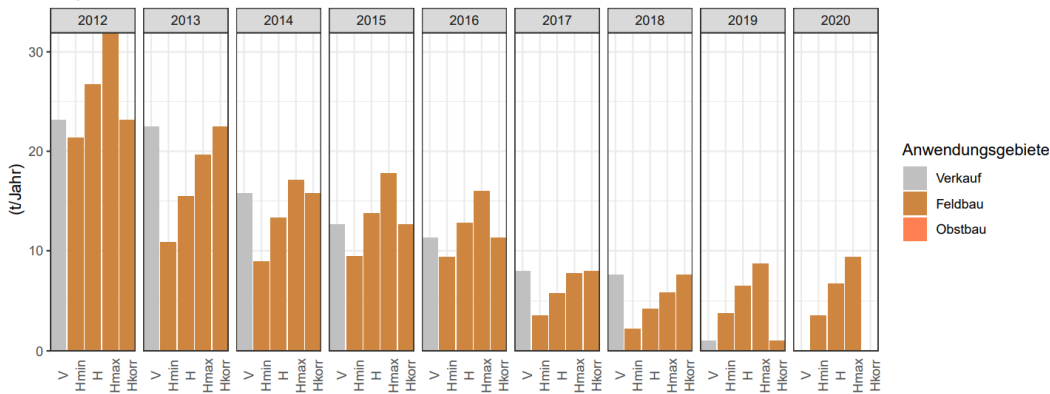
Glyphosat



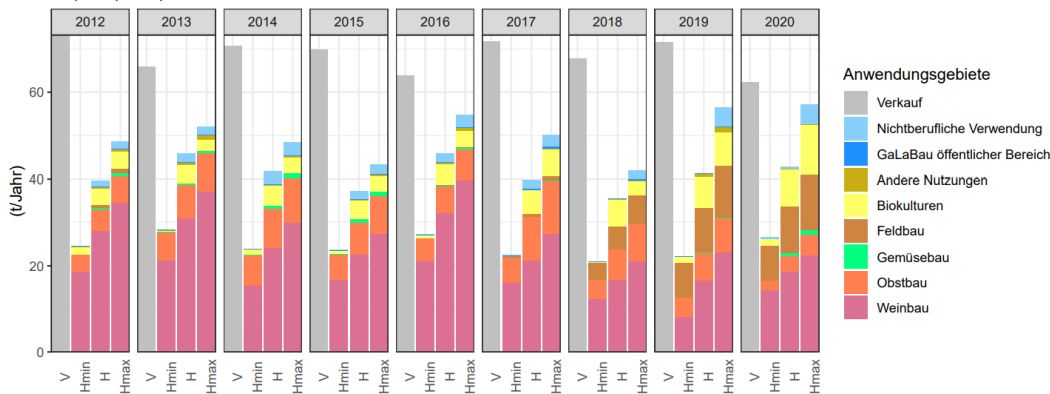
Imidacloprid



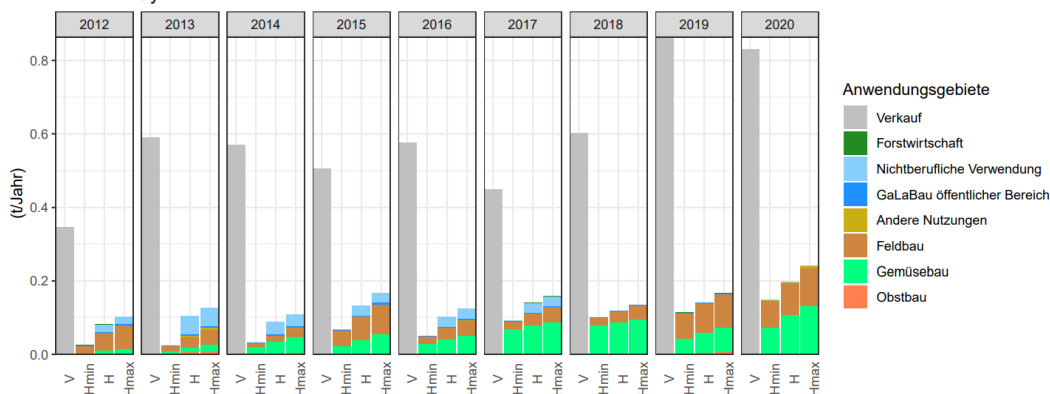
Isoproturon



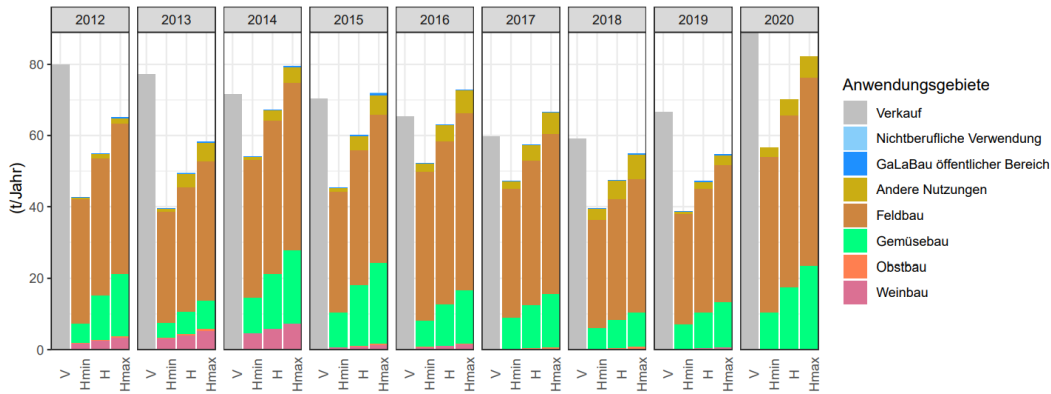
Kupfer (Total)



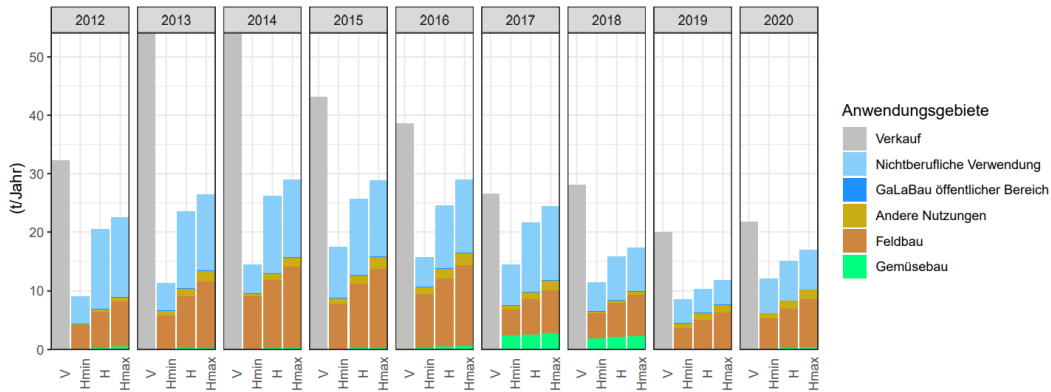
Lambda-Cyhalothrin



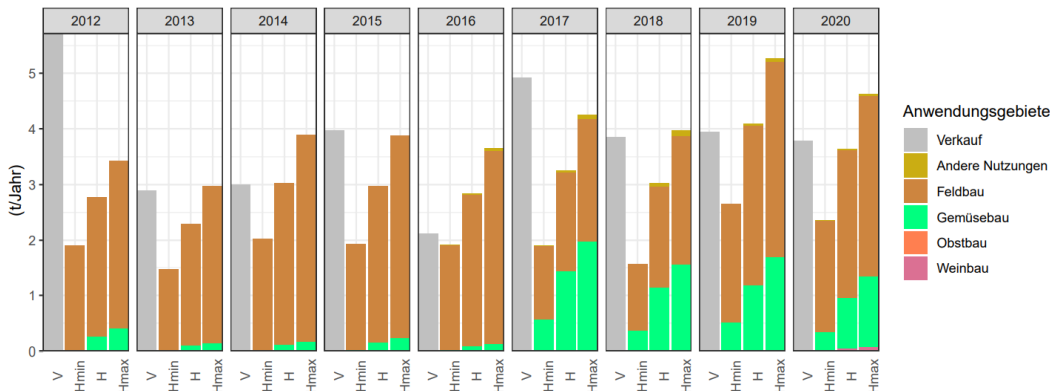
Mancozeb



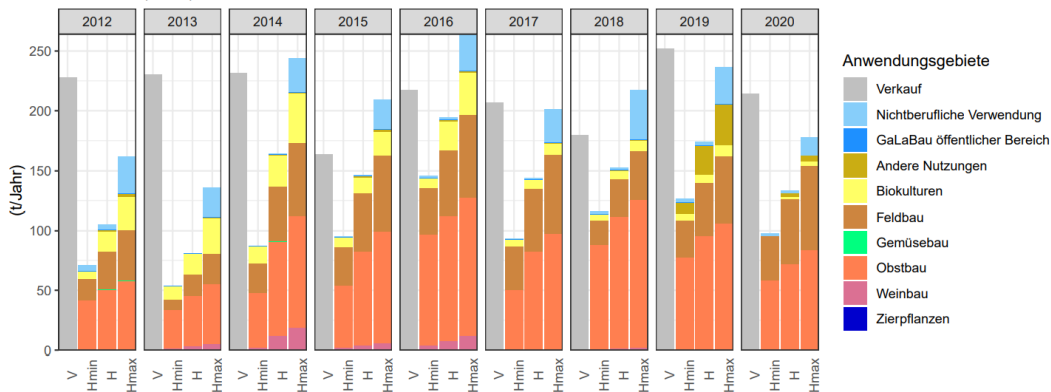
Metalddehyd



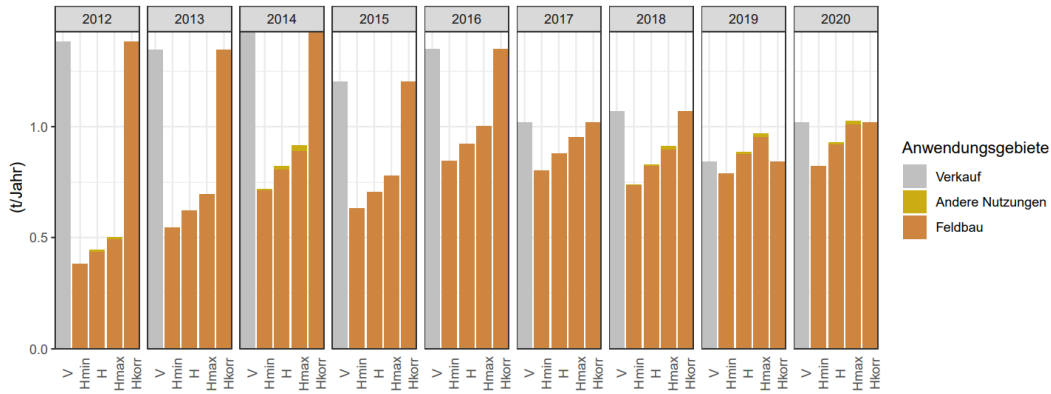
Metazachlor



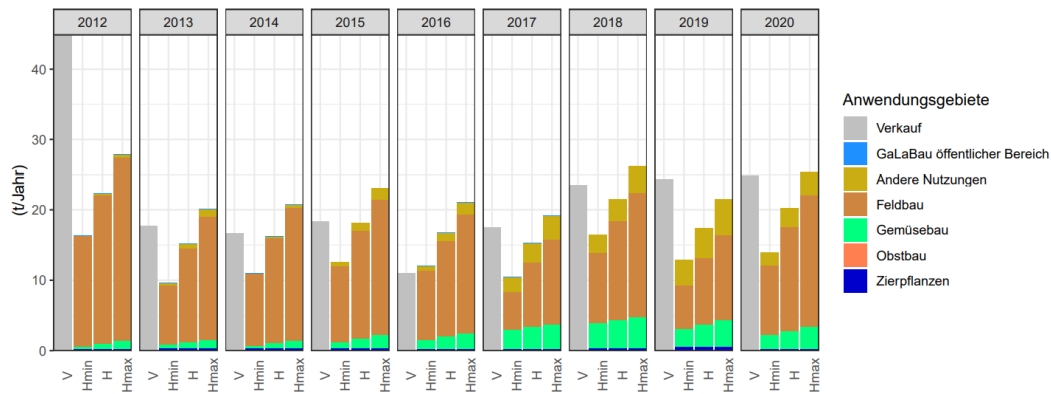
Mineralöl (Total)



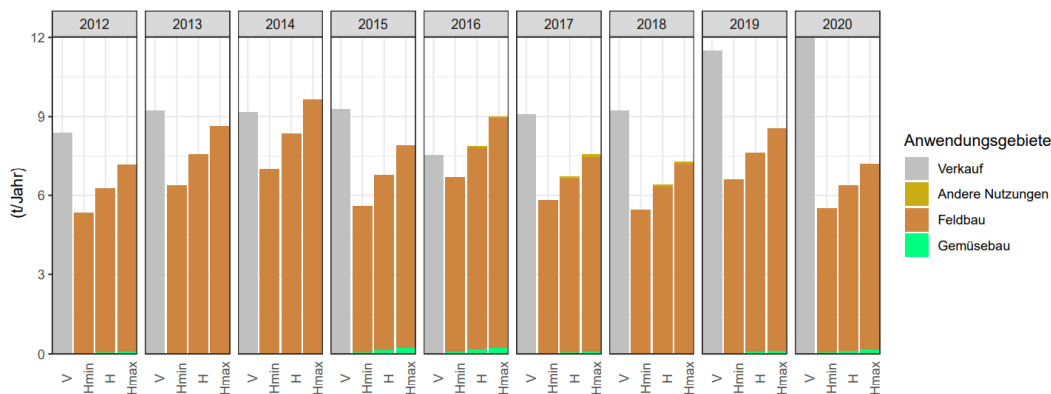
Nicosulfuron



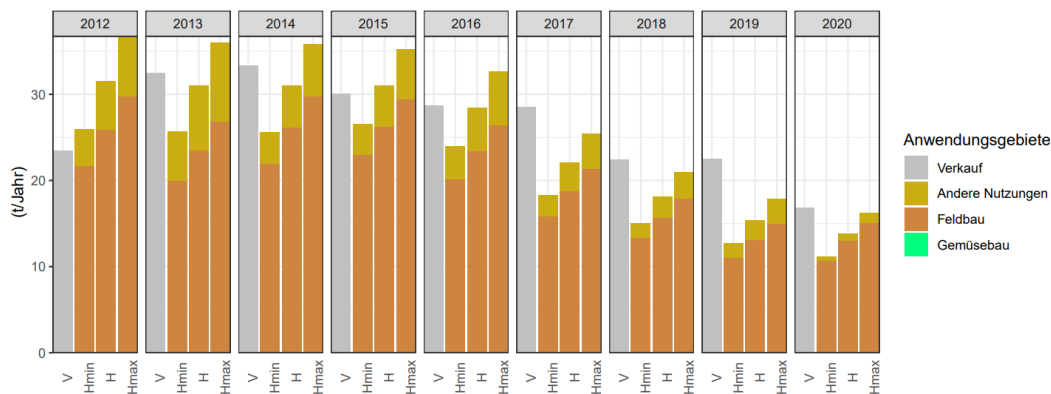
Pendimethalin



Prothioconazole



S-Metolachlor



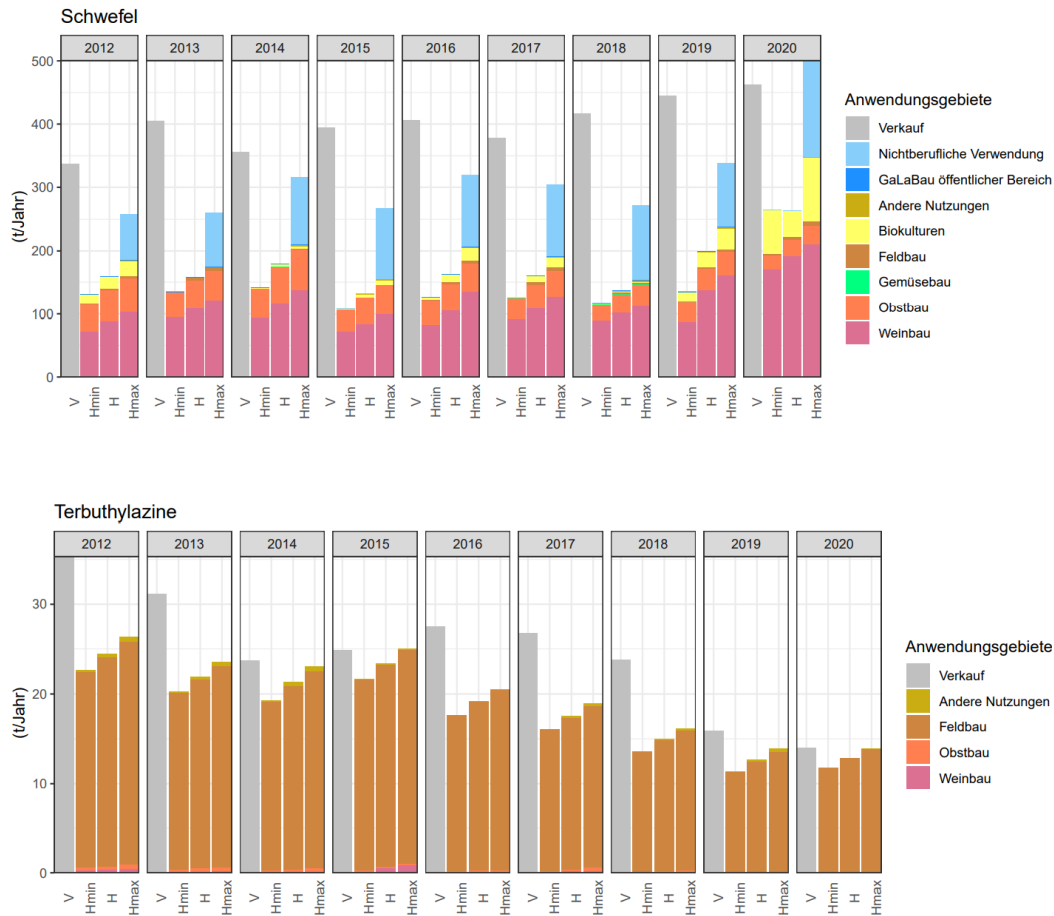


Abbildung 27: PSM-Wirkstoff Verkaufsmengen (V) und hochgerechnete Anwendungsmengen (H) je Anwendungsgebiet sowie minimale (Hmin) und maximale Schätzung (Hmax) der Hochrechnungen. Angaben in t/Jahr berechnet für die Jahre 2012-2020 für alle 34 prioritären Wirkstoffe.

Hochrechnungen der Anwendung mit Helikopteranwendungen

Zwischen 2010 und 2019 wurden durchschnittlich 67 t Fungizid Wirkstoffe pro Jahr (3 % der Verkaufsmengen) per Helikopter ausgebracht (Abbildung 28). Davon sind rund 38 t Schwefel, 12 t Folpet, 6 t Fosetyl und 4 t Kupfer (siehe Abbildung 29). Die Hochrechnungen der Bodenapplikationen im Anwendungsgebiet Weinbau machen mit durchschnittlich 331 t pro Jahr 14 % der Verkaufsmengen aus. Wie auch in Kapitel 0 beschrieben, ist aufgrund fehlender Informationen in den Anwendungsdaten nicht klar, ob oder welche per Helikopter applizierten Wirkstoffmengen zusätzlich zu den Bodenapplikationen dem Anwendungsgebiet Weinbau angerechnet werden sollten. Maximal kämen jedoch die durchschnittlich 67 t dazu, wodurch maximal 17 % der Verkaufsmengen dem Anwendungsgebiet Weinbau zugeschrieben werden könnten.

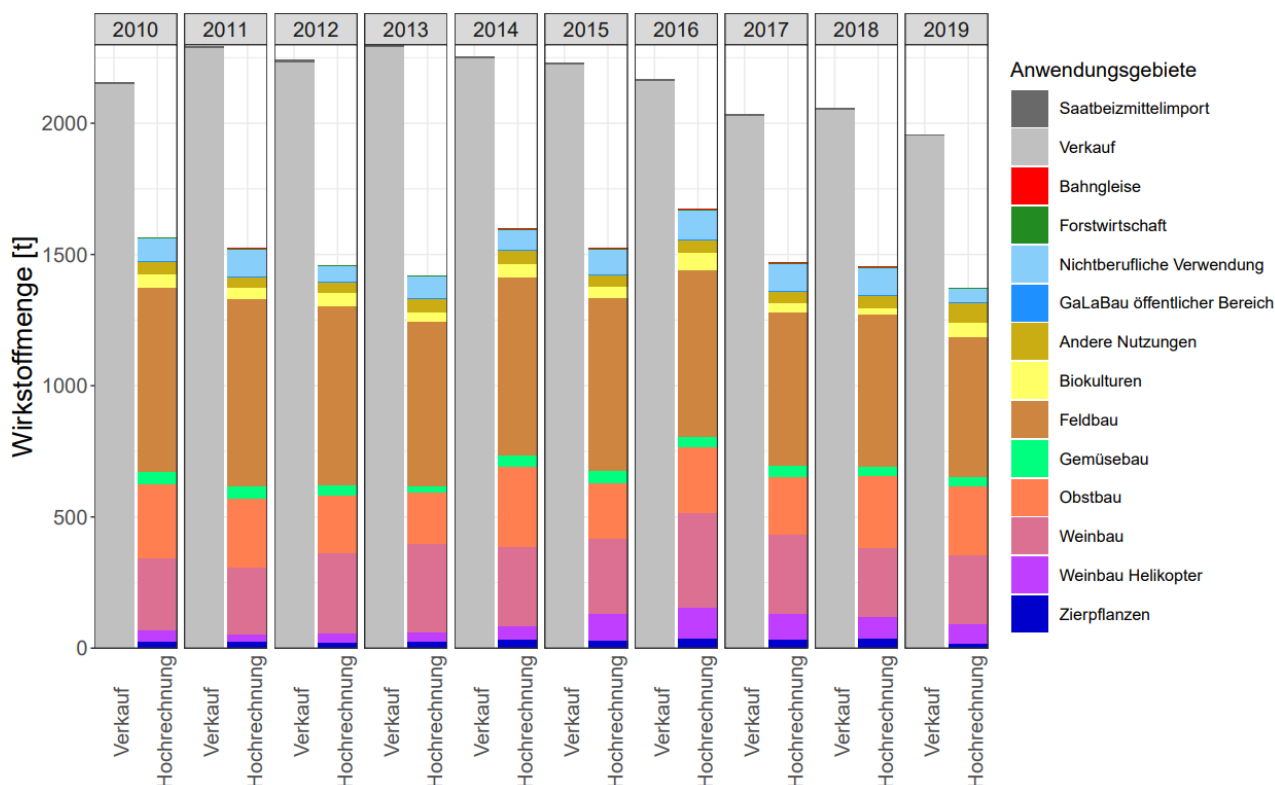


Abbildung 28: Übersicht über die totalen Wirkstoffverkaufsmengen in Tonnen (linke Säule) und die hochgerechneten Wirkstoffmengen je Anwendungsgebiet (rechte Säule) für die Jahre 2010-2019 inklusive Helikopteranwendungen (Weinbau Helikopter).

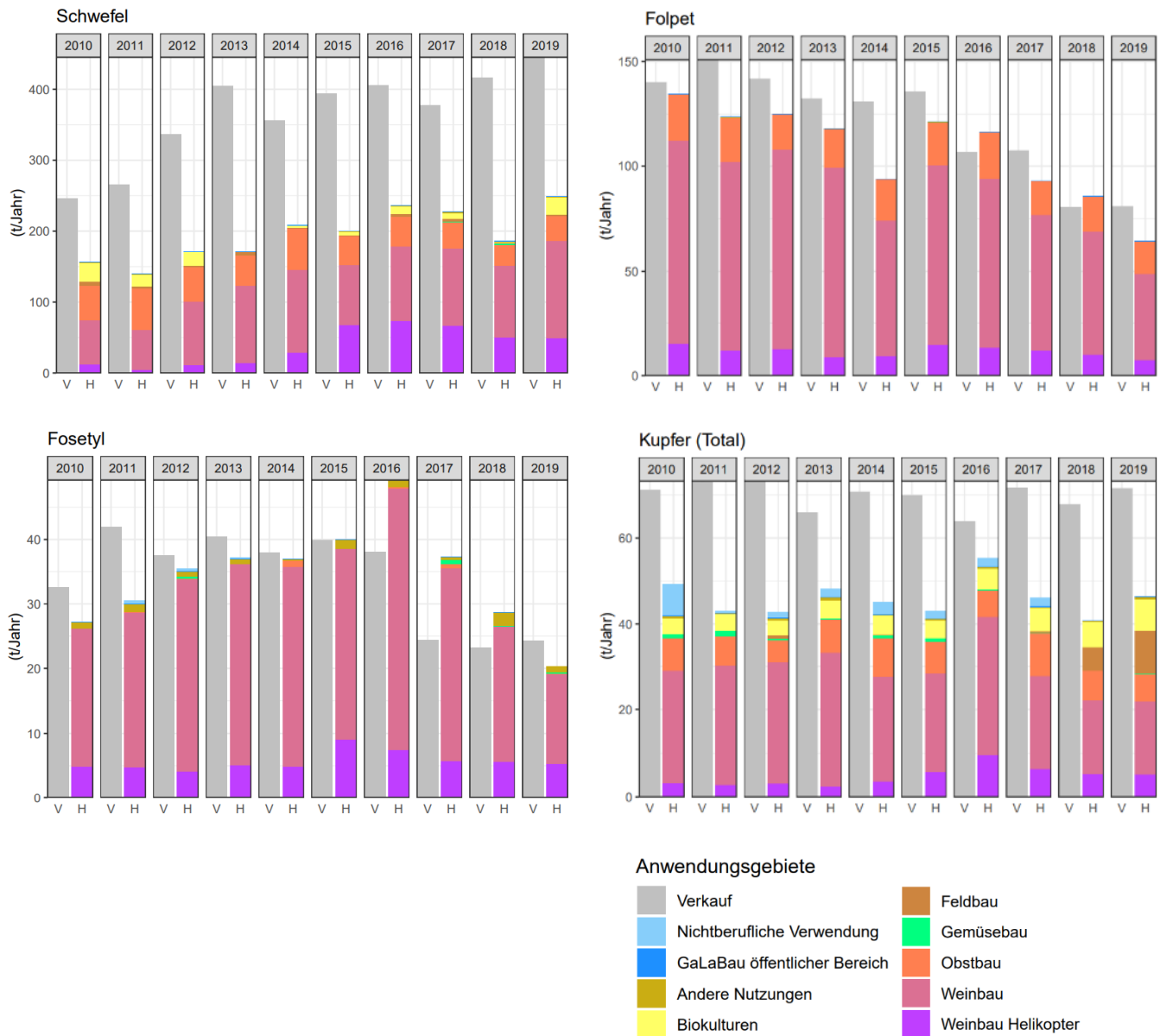


Abbildung 29: Übersicht über die totalen Wirkstoffverkaufsmengen in Tonnen (linke Säule) und die hochgerechneten Wirkstoffmengen je Anwendungsgebiet (rechte Säule) für die Jahre 2010-2019 inklusive Helikopteranwendungen (Weinbau Helikopter) für die Wirkstoffe Schwefel, Folpet, Fosetyl und Kupfer.

9.7 Weitere Abklärungen zu prioritären Wirkstoffen mit Datenlücken

9.7.1 Extrapolation von Anwendungsabschätzungen aus anderen Ländern

Tabelle 8: Extrapolation von Anwendungsabschätzungen aus **Deutschland** (Strassemeyer et al., 2017) für prioritäre Wirkstoffe mit Datenlücken für die Jahre 2012 bis 2020 (falls vorhanden) oder frühere Jahre (2010/11 oder 2010) auf den entsprechenden konventionell bewirtschafteten Schweizer Kulturflächen. Einträge Durchschnittliche Wirkstoffmengen in Kilogramm pro Jahr. Für die Kultur «tot Gemüse» wurden die Wirkstoffmengen der gelisteten Gemüsekulturen summiert und auf die totalen konventionellen Gemüseflächen extrapoliert.

	alpha-Cypermethrin	Cypermethrin	Deltamethrin	Difenoconazol	Glyphosat	Kupfer	lambda-Cyhalothrin	Schwefel	Bifenthrin (2010)	Chlorpyrifos (2011-12)	Mineralöl (2010-15)
Kartoffeln	4.2	23.2	1.2	174.3	NA	2031.2	15.6	NA	11.5	0.0	0.0
Wintergerste ohne <i>Extenso</i>	0.8	NA	2.7	14.4	2574.5	NA	32.5	4943.8	3.9	0.0	0.0
Wintergerste <i>Extenso</i>	NA	NA	NA	NA	1876.4	NA	NA	NA			
Raps ohne <i>Extenso</i>	25.8	23.4	6.9	282.9	2349.9	NA	47.6	NA	76.2	0.0	0.0
Raps <i>Extenso</i>	NA	NA	NA	NA	530.9	NA	NA	NA			
Rübe	12.6	39.2	2.9	258.2	3048.6	4886.3	29.0	7418.2	0.0	0.0	0.0
Winterweizen ohne <i>Extenso</i>	68.6	83.8	13.5	1074.9	22430.4	NA	130.2	11285.6	29.9	0.0	0.0
Winterweizen <i>Extenso</i>	NA	NA	NA	NA	27436.6	NA	NA	NA			
Mais	19.4	NA	10.8	NA	11173.3	NA	50.1	NA	0.0	0.0	0.0
Wiesen und Weiden	NA	NA	355.9	NA	1682128.5	NA	4685.5	NA	0.0	0.0	0.0
Ackerbohnen	0.1	1.1	0.0	NA	45.3	0.0	0.4	NA	0.1	0.0	0.0
Futtererbsen	0.6	14.1	0.3	NA	448.1	0.0	5.7	NA	2.2	0.0	0.0
Hafer	0.1	2.1	0.1	0.4	208.9	0.0	2.6	NA	0.3	0.0	0.0
Hopfen	NA	NA	NA	NA	NA	6.9	0.0	9.3	0.0	0.0	0.0
Triticale	0.4	12.6	0.6	34.0	850.1	0.0	11.9	2897.3	6.7	0.0	0.0
Winterroggen	0.1	2.4	0.1	0.8	164.9	0.0	2.3	482.3	0.338	0	0
Summe Feldbaukulturen	132.7	201.8	395.0	1840.0	1755266.3	6924.5	5013.4	27036.6	131.2	0.0	0.0
Summe Feldbaukulturen (ohne Wiesen und Weiden)	132.7	201.8	39.2	1840.0	73137.9	6924.5	328.0	27036.6	131.2	0.0	0.0
Apfel	NA	NA	1.8	5.6	725.8	2226.7	2.0	5455.6	0.0	0.0	4576.9
Birne	NA	NA	0.1	1.7	33.7	NA	0.1	125.8	0.0	0.0	912.2
Steinobst	NA	NA	0.4	10.2	168.9	1398.3	0.9	2155.0	0.0	0.0	10128.8
Summe Obstbaukulturen	0.0	0.0	2.2	17.6	928.4	3625.0	3.0	7736.4	0.0	0.0	15618.0
Wein	NA	NA	10.8	44.8	2477.1	7181.2	6.3	13156.9	0.0	154.7	2478.3
Zwiebeln	0.4	0.3	0.7	10.5	63.3	130.8	1.3	NA			
Weiß-/Rotkohl	2.8	2.4	6.8	83.3	NA	371.3	5.0	NA			
Möhren	2.0	NA	2.3	42.7	184.7	227.4	3.6	NA			
Blumenkohl	0.4	0.4	1.0	11.2	NA	59.4	0.9	NA			
Summe Gemüsekulturen	5.5	3.1	10.8	147.7	248.0	789.0	10.6	NA	0.0	777.3	0.0
Extrapolation gesamte konventionelle Gemüsefläche	9.9	5.6	19.2	264.2	443.7	1411.6	19.0	NA	0.0	2520.3	0.0

Tabelle 9: Extrapolation von Anwendungsdaten (Aufwandmenge und % Fläche behandelt; Durchschnitt der vorhandenen Jahre 2012, 2016 und 2020) aus der **Niederlande** (CBS, 2022) für prioritäre Wirkstoffe mit Datenlücken auf den entsprechenden Schweizer Kulturflächen. Wirkstoffmengen in Kilogramm pro Jahr. Für die Einsatzmengen im «Gemüsebau» wurden die Anwendungsdaten der Kulturen Chicorée, grüne Bohnen, Gurken, Karotten, Kopfkohl, Lauch, Peperoni, Rosenkohl, Zwiebeln, Spargeln und Tomaten verwendet und auf die gesamte Gemüsefläche hochgerechnet.

	Schwefel	Difenoconazol	Glyphosat	Cypermethrin	Deltamethrin	Lambda-Cyhalothrin	Mineralöl	Metalddehyd
Apfel	6421.7	181.4	2670.8	0.0	0.7	0.0	8589.5	0.0
Birnen	1928.6	35.1	450.1	0.0	0.9	0.0	1880.9	0.0
Steinobst	9794.4	9.4	630.1	0.0	27.5	0.0	6218.1	0.0
Summe Obstbau	18144.7	225.9	3751	0	29.1	0	16688.5	0
<i>Gemüsebau</i>	<i>997.9</i>	<i>588.4</i>	<i>3610.5</i>	<i>0.0</i>	<i>51.2</i>	<i>36.2</i>	<i>62.1</i>	<i>151.0</i>
Kartoffeln	0.0	1669.3	2078.5	0.0	1.5	12.1	342.4	0.8
Silomais	425.8	0.0	968.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Raps ohne Extenso	0.0	10.6	878.4	0.0	69.1	0.0	0.0	857.1
Raps Extenso	NA	NA	4773.9	NA	NA	NA	NA	NA
Wintergerste ohne Extenso	0.0	0.0	1788.2	0.0	8.6	12.8	0.0	0.0
Wintergerste Extenso	NA	NA	4237.4	NA	NA	NA	NA	NA
Winterweizen ohne Extenso	32.1	0.0	2114.0	0.0	12.4	60.9	1491.1	0.0
Winterweizen Extenso	NA	NA	3843.6	NA	NA	NA	NA	NA
Zuckerrüben	0.0	1179.3	8361.8	0.0	3.8	2.8	947.5	0.0
Summe Feldbau	457.9	2859.2	16189.8	0	95.4	88.6	2781.0	857.9
Erdbeeren	51.3	12.8	150.4	0.0	9.2	0.0	10.1	2.0
Baumschulen	1832.0	2.7	2444.9	0.0	5.0	0.0	0.0	0.0

Tabelle 10: Extrapolation von Anwendungsdaten (Aufwandmenge und % Fläche behandelt) der Jahre 2012 und 2013 aus **Spanien** (Agricultura, 2014) für prioritäre Wirkstoffe mit Datenlücken auf den entsprechenden Kulturflächen in der Schweiz. Aufgrund ungenügender Informationen für die Studie war nicht immer klar, ob eine Behandlung für die ganze Kulturfläche (Básica) oder für die behandelte Fläche (Cultivada) galt, weshalb in den Resultaten der Studie und auch in den Extrapolationen in dieser Tabelle jeweils zwei Werte angegeben wurden. Laut der Studie repräsentiert «Cultivada» in etwa das Minimum.

Kulturgruppe_2	Wirkstoff	Extrapolierte Wirkstoffmenge (Cultivada) [kg/Jahr]	Extrapolierte Wirkstoffmenge (Básica) [kg/Jahr]	Extrapolierte Wirkstoffmenge (mean aus Cultivada und Básica) [kg/Jahr]
Freilandgemüse	alpha-Cypermethrin	30	40	35
Freilandgemüse	Chlorpyrifos	1'139	1'785	1462
Freilandgemüse	Cypermethrin	145	211	178
Freilandgemüse	Deltamethrin	33	132	83
Freilandgemüse	Difenoconazol	42	55	48
Freilandgemüse	Glyphosat	155	158	156
Freilandgemüse	Kupfer (Total)	239	341	290
Freilandgemüse Bio	Kupfer (Total)	44	62	53
Freilandgemüse	Lambda-Cyhalothrin	75	149	112
Freilandgemüse	Metaldehyd	0.1	0.1	0
Freilandgemüse	Mineralöl (Total)	11	11	11
Freilandgemüse	Schwefel	18'397	37'656	28027
Freilandgemüse Bio	Schwefel	3'345	6'847	5'096
Reben	Chlorpyrifos	2'090	2'999	2'545
Reben	Chlorpyrifos-methyl	13	19	16
Reben	Cypermethrin	4	6	5
Reben	Deltamethrin	2	3	2
Reben	Difenoconazol	2	3	3
Reben	Glyphosat	1'687	2'200	1'943
Reben	Kupfer (Total)	3'578	6'456	5'017
Reben Bio	Kupfer (Total)	249	450	350
Reben	Lambda-Cyhalothrin	2	3	3
Reben	Mineralöl (Total)	675	720	698
Reben	Schwefel	288'745	550'596	419'670
Reben Bio	Schwefel	20'125	38'376	29'251

9.7.2 Bootstrapping-Verfahren für prioritäre Wirkstoffe mit Datenlücken

Die Ergebnisse des Bootstrapping-Verfahrens (Robustheitsanalyse) für die 13 prioritären Wirkstoffe, deren hochgerechnete Anwendungsmengen durchschnittlich weniger als 75 % der Verkaufsmengen erklären konnten, sind in Abbildung 13 dargestellt. Durchschnittlich erklärten die hochgerechneten Anwendungsmengen je Wirkstoff 38 % der Verkaufsmengen, die minimalen Hochrechnungen 25 % und die maximalen Hochrechnungen 50 % der Verkaufsmengen.

Die grössten Unterschiede zwischen den minimalen und der maximalen Hochrechnungen zeigten sich bei den Wirkstoffen Alpha-Cypermethrin (Faktor 3; 0.007 t – 0.021 t), Chlorpyrifos-methyl (Faktor 2.8; 0.7 t – 2 t) und Deltamethrin (Faktor 2.5; 0.017 t – 0.043 t) (Abb. 28). Für alpha-Cypermethrin waren die grössten Unterschiede zwischen minimaler und maximaler Hochrechnung im «Gemüsebau» sichtbar (5 – 15 % der Verkaufsmengen), für Chlorpyrifos-methyl waren die Unterschiede vor allem im Obst- (10 – 22 %) und Feldbau (3 – 9 %) und für Deltamethrin vor allem im Gemüse- (6 – 16 %), Feldbau (12 – 25 %) und bei der Nichtberuflichen Verwendung (0 – 5 %) sichtbar.

Für Glyphosat (Faktor 2.1; 90 – 187 t) und Schwefel (Faktor 2.2; 143 – 315 t) gab es ebenfalls grosse Unterschiede zwischen der minimalen und der maximalen Hochrechnung. Dies lag vor allem an der unterschiedlichen Einteilung der verkauften Produktmengen im Anwendungsgebiet «Nichtberufliche Verwendung» (3 – 22 % bzw. 0 – 24 % der Verkaufsmenge). Für Glyphosat gab es ebenfalls grosse Unterschiede zwischen minimaler und maximaler Hochrechnung im Feldbau (22 – 34 %) und für Schwefel im Weinbau (21 – 29 %).

Die Hochrechnungen von Mineralöl (Faktor 2.1; 99 – 205 t) zeigte jeweils über 10 % unterschiedliche Verkaufsanteile zwischen den minimalen und den maximalen Hochrechnungen für die Anwendungsgebiete «Obstbau» (23 – 36 %), Feldbau (11 – 22 %) und Nichtberufliche Verwendung (1 – 11 %). Die minimal und maximal hochgerechneten Anwendungsmengen für den Wirkstoff Kupfer (Faktor 2.1; 24 – 50 t) lagen für den Weinbau am weitesten auseinander (19 – 34 %).

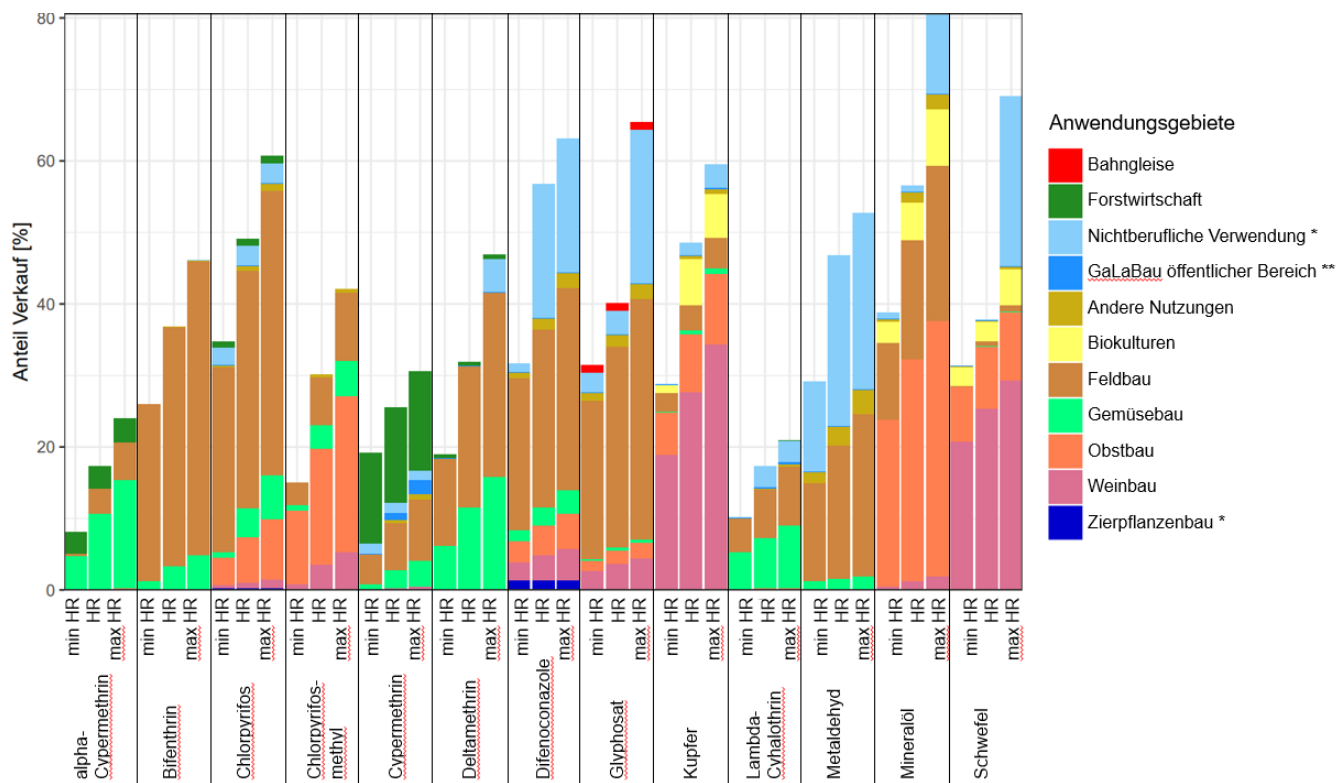


Abbildung 30: Prozentuale Anteile der hochgerechneten Anwendungsmengen an den Verkaufsmengen für die 13 prioritären Wirkstoffe mit Datenlücken (Durchschnitt für die Jahre 2012 – 2020). Dargestellt sind Hochrechnungen (HR) je Wirkstoff und deren Maximal- und Minimalwerte nach Bootstrapping-Verfahren. min HR = minimale Hochrechnung (5. Perzentil), max HR = maximale Hochrechnung (95. Perzentil). Die Wirkstoffmengen für mit * gekennzeichnete Anwendungsgebiete wurden mit Informationen zum Verkauf und zur Zulassung berechnet. Für den Zierpflanzenbau konnten nur die eindeutig in diesem Anwendungsgebiet zugewiesenen Wirkstoffmengen berücksichtigt werden. Der Nichtberufliche Verwendung wurden für die min HR, HR und max HR unterschiedliche Wirkstoffmengen zugewiesen (siehe Anhang 9.3). **Für GaLaBau-übrige Bereiche waren keine Informationen vorhanden.

9.7.3 Datenübersicht über die weiteren Abklärungen pro Wirkstoff

Insektizide

Alpha-Cypermethrin

Tabelle 11: Datenübersicht zu Alpha-Cypermethrin für die verschiedenen Anwendungsgebiete.

Dunkelblau hinterlegte Werte: in den Hochrechnungen im Kapitel 4.1 verwendete Daten. CH = Schweiz, DE = Deutschland, ESP = Spanien

	Wirkstoffmenge auf Basis Produktverkaufsmenge [kg]		Hochrechnungen der Anwendungsdaten CH [kg]				Gesamte Fläche 1 x behandelt [kg]	Andere Studien [kg]		Extrapolation Ausland [kg]	
	min ¹ (Ø 2012- 20)	max ² (Ø 2012- 20)	Ø 2012- 20	min 2012- 20	max 2012- 20	Bootstr ap 95p (Ø 2012- 20)		Krebs et al. 2008	Krebs et al. 2011	DE (2012-20)	ESP (2010-11)
Beerenbau ³	0	50.6	0 (In «Andere Nutzungen» verrechnet)				9.2				
Feldbau	0	50.6	3.2	0	12.8	4.7	1'872.9			132.7	
Forstwirtschaft	7.0	12.1	2.8	0.5	6.6	3					
Gemüsebau ³	0	50.6	9.3	0	47.2	13.4	115.1			9.9	35
Obstbau (bis 2014) ⁵	0	35.2	0.1	0	0.7	0.2	178				
Zierpflanzenbau ⁴	0	50.6					243.8	23.5	0		
Durchschnittliche Verkaufsmenge (niedrigste - höchste Verkaufsmenge 2012-20) [kg]: 59.9 (1.4 - 129.7)											

¹ durchschnittliche Wirkstoffmenge von allen verkauften Produkten, welche nur in diesem Anwendungsgebiet zugelassen sind;

² durchschnittliche Wirkstoffmenge von allen verkauften Produkten, welche in diesem Anwendungsgebiet zugelassen sind

³ nur wenige Anwendungsdaten vorhanden; ⁴ keine Anwendungsdaten vorhanden; ⁵ zugelassen bis 2014;

Bifenthrin

Tabelle 12: Datenübersicht zu Bifenthrin für die verschiedenen Anwendungsgebiete.

Dunkelblau hinterlegte Werte: in den Hochrechnungen im Kapitel 4.1 verwendete Daten. CH = Schweiz, DE = Deutschland, Nichtber. Verw. = Nichtberufliche Verwendung

	Wirkstoffmenge auf Basis Produktverkaufsmenge [kg]		Hochrechnungen der Anwendungsdaten CH [kg]				Gesamte Fläche 1 x behandelt [kg]	Andere Studien [kg]		
	min ¹ (Ø 2012- 20)	max ² (Ø 2012- 20)	Ø 2012- 20	min 2012- 20	max 2012- 20	Bootstr ap 95p (Ø 2012- 20)		Krebs et al. 2008	Krebs et al. 2011	DE (2010)
Beerenbau ³	0	126.5	0 (In «Andere Nutzungen» verrechnet)				17.5			
Feldbau	0	126.5	59.0	35.3	88.5	72.6	2854.0			131.2
Gemüsebau ³	0	126.5	5.8	0	21.2	8.4	219.3			0
Nichtber.Verw. ⁴	<0.1	<0.1								
Obstbau (bis 2014) ⁵	0	59.9	0				474.7			0
Zierpflanzenbau ⁴	0	126.5					416.6	0.9	0	
Durchschnittliche Verkaufsmenge (niedrigste - höchste Verkaufsmenge 2012-20) [kg]: 120 (45.2 – 209.9)										

¹ durchschnittliche Wirkstoffmenge von allen verkauften Produkten, welche nur in diesem Anwendungsgebiet zugelassen sind;

² durchschnittliche Wirkstoffmenge von allen verkauften Produkten, welche in diesem Anwendungsgebiet zugelassen sind. Da Produktmengen im Gegensatz zu den Wirkstoffmengen nicht bereinigt vorlagen, können die gesamten Verkaufsmengen über den Wirkstoffverkaufsmengen liegen;

³ nur wenige Anwendungsdaten vorhanden; ⁴ keine Anwendungsdaten vorhanden; ⁵ zugelassen bis 2014;

Cypermethrin

Tabelle 13: Datenübersicht zu Cypermethrin für die verschiedenen Anwendungsgebiete.

Dunkelblau hinterlegte Werte: in den Hochrechnungen im Kapitel 4.1 verwendete Daten. CH = Schweiz, DE = Deutschland, DK = Dänemark, ESP = Spanien, Nichtber. Verw. = Nichtberufliche Verwendung, n.z. = nicht zugelassen

	Wirkstoffmenge auf Basis Produktverkaufsmenge [kg]		Hochrechnungen der Anwendungsdaten CH [kg]				Gesamte Fläche 1 x behandelt [kg]	Anderere Studien [kg]		Extrapolation Ausland [kg]		
	min ¹ (Ø 2012- 20)	max ² (Ø 2012- 20)	Ø 2012- 20	min 2012- 20	max 2012- 20	Bootstr ap 95p (Ø 2012- 20)		Krebs et al. 2008	Krebs et al. 2011	DE (2012- 20)	ESP (2010 -11)	DK (2018)
Andere Nutzungen			8	0	25	13						
Beerenbau ³	0	912	In «Andere Nutzungen» verrechnet				22					
Feldbau	4	1092	107	3	260	137	4459			202		
Forstwirtschaft	120	555	213	151	380	222						
Gemüsebau ³	0	1088	39	0	75	58	274			6	178	
Nichtber. Verw. ⁴	22	22										46
Obstbau (bis 2014) ⁵	0	403	0	0	0	0	593					
Öffentl. Bereich			15	0	32	31						
Weinbau ^{n.z.}	n.z.	n.z.	3	0	28	5					5	
Zierpflanzenbau ⁴	1	654					530	4	<1			
Durchschnittliche Verkaufsmenge (niedrigste - höchste Verkaufsmenge 2012-20) [kg]: 1191 (624 - 1642)												

¹ durchschnittliche Wirkstoffmenge von allen verkauften Produkten, welche nur in diesem Anwendungsgebiet zugelassen sind;

² durchschnittliche Wirkstoffmenge von allen verkauften Produkten, welche in diesem Anwendungsgebiet zugelassen sind

³ nur wenige Anwendungsdaten vorhanden; ⁴ keine Anwendungsdaten vorhanden; ⁵ zugelassen bis 2014

Deltamethrin

Tabelle 14: Datenübersicht zu Deltamethrin für die verschiedenen Anwendungsgebiete.

Dunkelblau hinterlegte Werte: in den Hochrechnungen im Kapitel 4.1 verwendete Daten. CH = Schweiz, DE = Deutschland, ESP = Spanien, NL = Niederlande, Nichtber. Verw. = Nichtberufliche Verwendung, Öffentl. Bereich = GaLaBau-öffentlicher Bereich

	Wirkstoffmenge auf Basis Produktverkaufsmenge [kg]		Hochrechnungen der Anwendungsdaten CH [kg]				Gesamte Fläche 1 x behandelt [kg]	Anderere Studien [kg]		Extrapolation Ausland [kg]		
	min ¹ (Ø 2012- 20)	max ² (Ø 2012- 20)	Ø 2012- 20	min 2012- 20	max 2012- 20	Bootstr ap 95p (Ø 2012- 20)		Krebs et al. 2008	Krebs et al. 2011	DE (2012- 20)	ESP (2010 -11)	NL (2012, 2016, 2020)
Beerenbau ³	0	73.5	0 (In «Andere Nutzungen» verrechnet)				8.8					9.2
Feldbau	3.5	77	18.2	4.1	33.7	23.7	1337.8			39.2		95.4
Forstwirtschaft ⁵	0.2	7.2	0.6	0	1.4	0.6						
Gemüsebau ³	0	73.5	10.5	1.7	36.5	14.5	137.1			19.2	83	51.2
Nichtber. Verw. ⁴	0	4.2										
Öffentl. Bereich			<0.1	0	<0.1	<0.1						
Zierpflanzenbau ⁴	0	73.5					297.9	2.0	2.9			7.7
Durchschnittliche Verkaufsmenge (niedrigste - höchste Verkaufsmenge 2012-20) [kg]: 71.9 (23 – 125)												

¹ durchschnittliche Wirkstoffmenge von allen verkauften Produkten, welche nur in diesem Anwendungsgebiet zugelassen sind;

² durchschnittliche Wirkstoffmenge von allen verkauften Produkten, welche in diesem Anwendungsgebiet zugelassen sind. Da Produktmengen im Gegensatz zu den Wirkstoffmengen nicht bereinigt vorlagen, können die gesamten Verkaufsmengen über den Wirkstoffverkaufsmengen liegen;

³ nur wenige Anwendungsdaten vorhanden; ⁴ keine Anwendungsdaten vorhanden; ⁵ zugelassen bis 2017

Lambda-Cyhalothrin

Tabelle 15: Datenübersicht zu Lambda-Cyhalothrin für die verschiedenen Anwendungsgebiete.

Dunkelblau hinterlegte Werte: in den Hochrechnungen im Kapitel 4.1 verwendete Daten. CH = Schweiz, DE = Deutschland, ESP = Spanien, NL = Niederlande, Nichtber. Verw. = Nichtberufliche Verwendung, Öffentl. Bereich = GaLaBau-öffentlicher Bereich

	Wirkstoffmenge auf Basis Produktverkaufsmenge [kg]		Hochrechnungen der Anwendungsdaten CH [kg]				Gesamte Fläche 1 x behandelt [kg]	Anderere Studien [kg]		Extrapolation Ausland [kg]		
	min ¹ (Ø 2012- 20)	max ² (Ø 2012- 20)	Ø 2012- 20	min 2012- 20	max 2012- 20	Bootstr ap 95p (Ø 2012- 20)		Krebs et al. 2008	Krebs et al. 2011	DE (2012- 20)	ESP (2010 -11)	NL (2012, 2016, 2020)
Andere Nutzungen			2	0	6	3						
Beerenbau ³	0	664	In «Andere Nutzungen» verrechnet				18					
Feldbau	0	663	47	16	89	58	1249			328		89
Forstwirtschaft	0	0	<1	0	2	<1						
Gemüsebau ³	0	663	50	9	104	61	110			19	112	36
Nichtber. Verw. ⁴	21	21										
Obstbau	0	638	1	0	828	504	178			0		
Öffentl. Bereich			1	0	<1	<1						
Weinbau	0	585	0	0	184	75	188			6	3	
Zierpflanzenbau ⁴	0	663					212	27	12			4
Durchschnittliche Verkaufsmenge (niedrigste - höchste Verkaufsmenge 2012-20) [kg]: 592 (345 – 864)												

¹ durchschnittliche Wirkstoffmenge von allen verkauften Produkten, welche nur in diesem Anwendungsgebiet zugelassen sind;

² durchschnittliche Wirkstoffmenge von allen verkauften Produkten, welche in diesem Anwendungsgebiet zugelassen sind. Da Produktmengen im Gegensatz zu den Wirkstoffmengen nicht bereinigt vorlagen, können die gesamten Verkaufsmengen über den Wirkstoffverkaufsmengen liegen;

³ nur wenige Anwendungsdaten vorhanden; ⁴ keine Anwendungsdaten vorhanden

Chlorpyrifos

Tabelle 16: Datenübersicht zu Chlorpyrifos für die verschiedenen Anwendungsgebiete.

Dunkelblau hinterlegte Werte: in den Hochrechnungen im Kapitel 4.1 verwendete Daten. CH = Schweiz, DE = Deutschland, ESP = Spanien, BE = Belgien, Nichtber. Verw. = Nichtberufliche Verwendung, Öffentl. Bereich = GaLaBau-öffentlicher Bereich

	Wirkstoffmenge auf Basis Produktverkaufsmenge [kg]		Hochrechnungen der Anwendungsdaten CH [kg]				Gesamte Fläche 1 x behandelt [kg]	Anderere Studien [kg]		Extrapolation Ausland [kg]		
	min ¹ (Ø 2012- 20)	max ² (Ø 2012- 20)	Ø 2012- 20	min 2012- 20	max 2012- 20	Bootstr ap 95p (Ø 2012- 20)		Krebs et al. 2008	Krebs et al. 2011	DE (2010- 11)	ESP (2010 -11)	BE (2018)
Andere Nutzungen			46	0	131	68						
Beerenbau ^{3,6}	0	4167	In «Andere Nutzungen» verrechnet				658					
Feldbau	612	5174	1977	57	2970	2367	10702 6			0		
Forstwirtschaft ⁶	98	1619	61	0	180	68						
Gemüsebau ³	0	4826	242	6	551	359	6579			2520	146 2	
Nichtber. Verw. ⁴	159	159										48
Obstbau ⁵	0	2723	374	0	828	504	4450			0		
Öffentl. Bereich			<1	0	<1	<1						
Weinbau ⁶	0	4167	50	0	184	75	7463			155	254 5	
Zierpflanzenbau ⁴	12	671					12720	<1	0			
Durchschnittliche Verkaufsmenge (niedrigste - höchste Verkaufsmenge 2012-20) [kg]: 5308 (1697 – 10110)												

¹ durchschnittliche Wirkstoffmenge von allen verkauften Produkten, welche nur in diesem Anwendungsgebiet zugelassen sind;

² durchschnittliche Wirkstoffmenge von allen verkauften Produkten, welche in diesem Anwendungsgebiet zugelassen sind

³ nur wenige Anwendungsdaten vorhanden; ⁴ keine Anwendungsdaten vorhanden; ⁵ zugelassen bis 2016; ⁶ zugelassen bis 2020

Chlorpyrifos-methyl

Tabelle 17: Datenübersicht zu Chlorpyrifos-methyl für die verschiedenen Anwendungsgebiete.

Dunkelblau hinterlegte Werte: in den Hochrechnungen im Kapitel 4.1 verwendete Daten. CH = Schweiz, ESP = Spanien

	Wirkstoffmenge auf Basis Produktverkaufsmenge [kg]		Hochrechnungen der Anwendungsdaten CH [kg]				Gesamte Fläche 1 x behandelt [kg]	Anderere Studien [kg]		Extrapolation Ausland [kg]
	min ¹ (Ø 2012- 20)	max ² (Ø 2012- 20)	Ø 2012- 20	min 2012- 20	max 2012- 20	Bootstr ap 95p (Ø 2012- 20)		Krebs et al. 2008	Krebs et al. 2011	
Andere Nutzungen			17	0	79	27				
Feldbau ⁵	0	978	319	0	716	449	60202			
Gemüsebau ³	0	2537	155	0	411	236	8635			
Obstbau	0	4345	767	338	1385	1029	5637			
Weinbau	0	4345	167	0	941	250	6717			16
Zierpflanzenbau ⁴	0	2537					15879	54	22	
Durchschnittliche Verkaufsmenge (niedrigste - höchste Verkaufsmenge 2012-20) [kg]: 4094 (115 – 7034)										

¹ durchschnittliche Wirkstoffmenge von allen verkauften Produkten, welche nur in diesem Anwendungsgebiet zugelassen sind;

² durchschnittliche Wirkstoffmenge von allen verkauften Produkten, welche in diesem Anwendungsgebiet zugelassen sind; Da Produktmengen im Gegensatz zu den Wirkstoffmengen nicht bereinigt vorlagen, können die gesamten Verkaufsmengen über den Wirkstoffverkaufsmengen liegen;

³ nur wenige Anwendungsdaten vorhanden; ⁴ keine Anwendungsdaten vorhanden; ⁵ zugelassen seit 2013

Mineralöl

Tabelle 18: Datenübersicht zu Mineralöl für die verschiedenen Anwendungsgebiete.

Dunkelblau hinterlegte Werte: in den Hochrechnungen im Kapitel 4.1 verwendete Daten. CH = Schweiz, DE = Deutschland, ESP = Spanien, NL = Niederlande, SWE = Schweden, Nichtber. Verw. = Nichtberufliche Verwendung, Öffentl. Bereich = GaLaBau-öffentlicher Bereich

	Wirkstoffmenge auf Basis Produktverkaufsmenge [t]		Hochrechnungen der Anwendungsdaten CH [t]				Gesamte Fläche 1 x behandelt [t]	Andere Studien [t]		Extrapolation Ausland [t]			
	min ¹ (Ø 2012- 20)	max ² (Ø 2012- 20)	Ø 2012- 20	min 2012- 20	max 2012- 20	Bootstr ap 95p (Ø 2012- 20)		Krebs et al. 2008	Krebs et al. 2011	ESP (2010 -11)	NL (2012, 2016, 2020)	SWE (2018)	DE (2012 -15)
Andere Nutzungen			3.8	0.6	23.8	5.6							
Beerenbau ³	0	211.5	In «Andere Nutzungen» verrechnet				658			25.5			
Biokulturen			13.5	1.8	26.4	20.3	105						
Feldbau	0	212.2	42.4	18.3	54.8	55	1036.4				2.8		
Gemüsebau ³	0	26.6	<0.1	0	0.5	0.1	27.3			<0.1	<0.1		
Nichtber. Verw. ⁴	2	28.5									10.7		
Obstbau	0	212.7	79.1	41.8	110.1	91.1	344.8				16.7	15.6	
Öffentl. Bereich			<0.1	0	0.2	0.2							
Weinbau	0	211.9	2.9	0	11.5	4.6	165.2			0.7		2.4	
Zierpflanzenbau ⁴	<0.1	66.6					735.3	0.4	0.1		<0.1		
Durchschnittliche Verkaufsmenge (niedrigste - höchste Verkaufsmenge 2012-20) [t]: 213.6 (163.5 – 251.7)													

¹ durchschnittliche Wirkstoffmenge von allen verkauften Produkten, welche nur in diesem Anwendungsgebiet zugelassen sind;

² durchschnittliche Wirkstoffmenge von allen verkauften Produkten, welche in diesem Anwendungsgebiet zugelassen sind.

³ nur wenige Anwendungsdaten vorhanden; ⁴ keine Anwendungsdaten vorhanden

Fungizide

Difenoconazol

Tabelle 19: Datenübersicht zu Difenoconazol für die verschiedenen Anwendungsgebiete.

Dunkelblau hinterlegte Werte: in den Hochrechnungen im Kapitel 4.1 verwendete Daten. CH = Schweiz, DE = Deutschland, ESP = Spanien, NL = Niederlande, Nichtber. Verw. = Nichtberufliche Verwendung, Öffentl. Bereich = GaLaBau-öffentlicher Bereich

	Wirkstoffmenge auf Basis Produktverkaufsmenge [t]		Hochrechnungen der Anwendungsdaten CH [t]				Gesamte Fläche 1 x behandelt [t]	Helikopteranwendungen CH (Ø 2012-2019)	Anderere Studien [t]		Extrapolation Ausland [t]		
	min ¹ (Ø 2012-20)	max ² (Ø 2012-20)	Ø 2012-20	min 2012-20	max 2012-20	Bootstrap 95p (Ø 2012-20)			Krebs et al. 2008	Krebs et al. 2011	DE (2012-20)	ESP (2010-11)	NL (2012, 2016, 2020)
Andere Nutzungen			0.2	<0.1	0.4	0.3							
Beerenbau ³	0	3.5	In «Andere Nutzungen» verrechnet				0.1						<0.1
Feldbau	2.4	8.1	3	1.8	4.6	3.4	22.3				1.8		2.9
Gemüsebau ³	0	5.7	0.3	0.2	0.4	0.4	1.4				0.3	<0.1	0.6
Nichtber. Verw. ⁴	2.2	2.2											
Obstbau	2.3	6.3	0.5	0.3	0.6	0.6	0.6				<0.1		0.2
Öffentl. Bereich			<0.1	0	<0.1	<0.1							
Weinbau	0.2	4	0.4	0.2	0.8	0.5	0.6	<0.1			<0.1	<0.1	
Zierpflanzenbau ⁴	0.1	2					2.5		<0.1	<0.1			<0.1
Durchschnittliche Verkaufsmenge (niedrigste - höchste Verkaufsmenge 2012-20) [t]: 10.3 (6.8 – 14.3)													

¹ durchschnittliche Wirkstoffmenge von allen verkauften Produkten, welche nur in diesem Anwendungsgebiet zugelassen sind;

² durchschnittliche Wirkstoffmenge von allen verkauften Produkten, welche in diesem Anwendungsgebiet zugelassen sind

³ nur wenige Anwendungsdaten vorhanden; ⁴ keine Anwendungsdaten vorhanden

Kupfer

Tabelle 20: Datenübersicht zu Kupfer für die verschiedenen Anwendungsgebiete.

Dunkelblau hinterlegte Werte: in den Hochrechnungen im Kapitel 4.1 verwendete Daten. CH = Schweiz, DE = Deutschland, ESP = Spanien, Nichtber. Verw. = Nichtberufliche Verwendung, Öffentl. Bereich = GaLaBau-öffentlicher Bereich

	Wirkstoffmenge auf Basis Produktverkaufsmenge [t]		Hochrechnungen der Anwendungsdaten CH [t]				Gesamte Fläche 1 x behandelt [t]	Helikopteranwendungen CH (Ø 2012-2019)	Anderere Studien [t]		BioSuisse / ÖLN –Grenzwerte ausgeschöpft [t]	Extrapolation Ausland [t]	
	min ¹ (Ø 2012-20) (Ø 2012-20)	max ² (Ø 2012-20)	Ø 2012-20	min 2012-20	max 2012-20	Bootstrap 95p (Ø 2012-20)			Krebs et al. 2008	Krebs et al. 2011		DE (2012-20)	ESP (2010-11)
Andere Nutzungen			0.4	0.2	0.8	0.6							
Beerenbau ³	0	57	In «Andere Nutzungen» verrechnet				0.1			1.5			
Biokulturen			5.4	3.8	8.5	5.4	36.7				17.4		
Feldbau	0	55.8	3.1	0	10.6	3.7	624.3					6.9	
Gemüsebau ³	0	62.9	0.4	<0.1	0.8	0.6	23.6					1.4	0.3
Nichtber. Verw. ⁴	1.4	2.8											
Obstbau	0	57.8	6.9	3.7	9.9	8.3	14.1				12.5	3.6	
Öffentl. Bereich			<0.1	0	0.2	0.1							
Weinbau	5.1	68.2	23.3	16.6	32	29	10	5.2			49.8	7.2	5.0
Zierpflanzenbau ⁴	0	43					21.2		1.5	0.8			
Durchschnittliche Verkaufsmenge (niedrigste - höchste Verkaufsmenge 2012-20) [t]: 68.5 (62.3 – 73.2)													

¹ durchschnittliche Wirkstoffmenge von allen verkauften Produkten, welche nur in diesem Anwendungsgebiet zugelassen sind;

² durchschnittliche Wirkstoffmenge von allen verkauften Produkten, welche in diesem Anwendungsgebiet zugelassen sind

³ nur wenige Anwendungsdaten vorhanden; ⁴ keine Anwendungsdaten vorhanden

Schwefel

Tabelle 21: Datenübersicht zu Schwefel für die verschiedenen Anwendungsgebiete.

Dunkelblau hinterlegte Werte: in den Hochrechnungen im Kapitel 4.1 verwendete Daten. CH = Schweiz, DE = Deutschland, ESP = Spanien, NL = Niederlande, DK = Dänemark, BE = Belgien, Nichtber. Verw. = Nichtberufliche Verwendung, Öffentl. Bereich = GaLaBau-öffentlicher Bereich

	Wirkstoffmenge auf Basis Produktverkaufsmenge [t]		Hochrechnungen der Anwendungsdaten CH [t]				Gesamte Fläche 1 x behandelt [t]	Helikopteranwendungen CH (Ø 2012-2019)	Andere Studien [t]		Extrapolation Ausland [t]				
	min ¹ (Ø 2012-2020)	max ² (Ø 2012-2020)	Ø 2012-2020	min 2012-2020	max 2012-2020	Bootstrap 95p (Ø 2012-2020)			Krebs et al. 2008	Krebs et al. 2011	DE (2012-2020)	ESP (2010-2011)	NL (2012, 2016, 2020)	DK (2018)	BE (2018)
Andere Nutzungen			1.3	0.4	1.8	1.9									
Beerenbau ³	0	350.5	In «Andere Nutzungen» verrechnet				0.1					< 0.1			
Biokulturen			12.5	0	41.2	23	71.6								
Feldbau	0	230.1	2.6	0.6	4.8	3.8	1070.3			27		0.5			
Forstwirtschaft	0	38.2													
Gemüsebau ³	0	369.7	0.4	0	1.6	0.5	13.2				28	1			
Nichtber. Verw. ⁴	0.2	108.6											26	1.6	
Obstbau	0	370.3	39.8	26.1	57.9	43.7	59.3			7.7		18.1			
Öffentl. Bereich			0.2	0	0.3	0.2									
Weinbau	32.1	402.5	115.6	83.8	191.2	133.7	159.2	45.1		13.2	41.9.7				
Zierpflanzenbau ⁴	0	282.3					25.4		2.1	0.3		2.2			
Durchschnittliche Verkaufsmenge (niedrigste - höchste Verkaufsmenge 2012-20) [t]: 400.0 (336.7 – 462.4)															

¹ durchschnittliche Wirkstoffmenge von allen verkauften Produkten, welche nur in diesem Anwendungsgebiet zugelassen sind;

² durchschnittliche Wirkstoffmenge von allen verkauften Produkten, welche in diesem Anwendungsgebiet zugelassen sind. Da Produktmengen im Gegensatz zu den Wirkstoffmengen nicht bereinigt vorlagen, können die gesamten Verkaufsmengen über den Wirkstoffverkaufsmengen liegen;

³ nur wenige Anwendungsdaten vorhanden; ⁴ keine Anwendungsdaten vorhanden

Herbizide

Glyphosat

Tabelle 22: Datenübersicht zu Glyphosat für die verschiedenen Anwendungsgebiete.

Dunkelblau hinterlegte Werte: in den Hochrechnungen im Kapitel 4.1 verwendete Daten. CH = Schweiz, DE = Deutschland, ESP = Spanien, NL = Niederlande, DK = Dänemark, BE = Belgien, Nichtber. Verw. = Nichtberufliche Verwendung, Öffentl. Bereich = GaLaBau-öffentlicher Bereich

	Wirkstoffmenge auf Basis Produktverkaufsmenge [t]		Hochrechnungen der Anwendungsdaten CH [t]				Gesamte Fläche 1 x behandelt [t]	Anderere Studien [t]		Extrapolation Ausland [t]					
	min ¹ (Ø 2012-20)	max ² (Ø 2012-20)	Ø 2012-20	min 2012-20	max 2012-20	Bootstrap 95p (Ø 2012-20)		Krebs et al. 2008	Krebs et al. 2011	DE (2012-20)	ESP (2010-11)	NL (2012, 2016, 2020)	UK (2012)	BE (2018)	DK (2018)
Andere Nutzungen			5	3	8	6									
Bahngleise	0		3	2	4	3						8	5		
Beerenbau ³	0	205	In «Andere Nutzungen» verrechnet				<1				<1				
Feldbau	0	212	81	50	110	97	596			1755	16				
Forstwirtschaft	0	213													
Gemüsebau ³	0	212	1	<1	2	2	10			<1	<1	4			
Nichtber. Verw. ⁴	10	62											6	3	
Nichtkulturland	<1	149										48			
Obstbau	0	217	5	3	8	6	7			1	4				
Öffentl. Bereich			<1	0	<1	<1									
Weinbau	0	215	10	4	17	12	11			3	2				
Zierpflanzenbau ⁴	<1	213					19	14	8			3			
Durchschnittliche Verkaufsmenge (niedrigste - höchste Verkaufsmenge 2012-20) [t]: 214 (119 – 308)															

¹ durchschnittliche Wirkstoffmenge von allen verkauften Produkten, welche nur in diesem Anwendungsgebiet zugelassen sind;

² durchschnittliche Wirkstoffmenge von allen verkauften Produkten, welche in diesem Anwendungsgebiet zugelassen sind. Da Produktmengen im Gegensatz zu den Wirkstoffmengen nicht bereinigt vorlagen, können die gesamten Verkaufsmengen über den Wirkstoffverkaufsmengen liegen;

³ nur wenige Anwendungsdaten vorhanden; ⁴ keine Anwendungsdaten vorhanden

Molluskizide

Metaldehyd

Tabelle 23: Datenübersicht zu Metaldehyd für die verschiedenen Anwendungsgebiete.

Dunkelblau hinterlegte Werte: in den Hochrechnungen im Kapitel 4.1 verwendete Daten. CH = Schweiz, NL = Niederlande, BE = Belgien, Nichtber. Verw. = Nichtberufliche Verwendung, Öffentl. Bereich = GaLaBau-öffentlicher Bereich

	Wirkstoffmenge auf Basis Produktverkaufsmenge [t]		Hochrechnungen der Anwendungsdaten CH [t]				Gesamte Fläche 1 x behandelt [t]	Anderere Studien [t]		Extrapolation Ausland [t]	
	min ¹ (Ø 2012-20)	max ² (Ø 2012-20)	Ø 2012-20	min 2012-20	max 2012-20	Bootstrap 95p (Ø 2012-20)		Krebs et al. 2008	Krebs et al. 2011	NL (2012, 2016, 2020)	BE (2018)
Andere Nutzungen			1.2	0.5	1.7	1.5					
Beerenbau ³	0	13.6	In «Andere Nutzungen» verrechnet				0.3			< 0.1	
Feldbau	0.6	36.5	8.1	5	11.6	9.9	58.9			0.9	
Gemüsebau ³	0	35.9	0.7	<0.1	2.5	0.8	3.6			0.2	
Nichtber. Verw. ⁴	10.4	10.7									4.8
Obstbau ⁵	0	33.1	0				2.4				
Öffentl. Bereich			< 0.1	0	<0.1	<0.1					
Weinbau ⁶	0	34.9	0				4.1				
Zierpflanzenbau ⁴	0	35.9					7.0	0.2	0	< 0.1	
Durchschnittliche Verkaufsmenge (niedrigste - höchste Verkaufsmenge 2012-20) [t]: 35.4 (20 – 54.1)											

¹ durchschnittliche Wirkstoffmenge von allen verkauften Produkten, welche nur in diesem Anwendungsgebiet zugelassen sind;

² durchschnittliche Wirkstoffmenge von allen verkauften Produkten, welche in diesem Anwendungsgebiet zugelassen sind. Da Produktmengen im Gegensatz zu den Wirkstoffmengen nicht bereinigt vorlagen, können die gesamten Verkaufsmengen über den Wirkstoffverkaufsmengen liegen;

³ nur wenige Anwendungsdaten vorhanden; ⁴ keine Anwendungsdaten vorhanden