



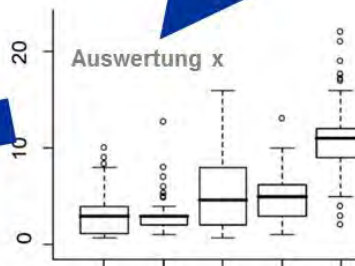
Spycher S., Daniel O. 15.03.2013

Agrarumweltindikator Einsatz von Pflanzenschutzmitteln

Auswertungen von Daten der Zentralen Auswertung Agrarumweltindikatoren (ZA-AUI) der Jahre 2009 - 2010



Feldkalender: 7 Par		Schlag xv		Produkt			
Datum	Kultur, Sorte, Zusatz	Fläche bewirtschaftet	Maßnahmen	Bezeichnung	Einheit	Menge	Total Menge/ha
18.02.2009	Speisekartoffel	1.00	Düngung	Misten ohne Einarbeit	Mt/Platz	40.00	40.00
31.03.2009	Speisekartoffel	1.00	Düngung	Mineralische Düngung	Kalkstickstoff ge	3.06	3.06
31.03.2009	Speisekartoffel	1.00	Düngung	Mineralische Düngung	Calcifer 6.10.3	5.56	5.56
04.04.2009	Speisekartoffel	1.00	Saat/Pflanzung	Knollen legen	Saalkartoffeln	25.00	25.00
21.04.2009	Speisekartoffel	1.00	Düngung	Mineralische Düngung	Asmonosulfat gr	5.56	5.56
24.04.2009	Speisekartoffel	1.00	Pflanzenschutz / Pflieg	Spritzen	Condoral 70 WE	0.50	0.50
24.04.2009	Speisekartoffel	1.00	Pflanzenschutz / Pflieg	Spritzen	Bower	4.00	4.00
15.05.2009	Speisekartoffel	1.00	Pflanzenschutz / Pflieg	Spritzen	Rover Star	4.00	4.00
30.05.2009	Speisekartoffel	1.00	Pflanzenschutz / Pflieg	Spritzen	Forum	1.00	1.00
30.05.2009	Speisekartoffel	1.00	Pflanzenschutz / Pflieg	Spritzen	Rover Star	3.00	3.00
14.06.2009	Speisekartoffel	1.00	Pflanzenschutz / Pflieg	Spritzen	Macro	0.50	0.50
14.06.2009	Speisekartoffel	1.00	Pflanzenschutz / Pflieg	Spritzen	Nondol agro	0.25	0.25
16.07.2009	Speisekartoffel	1.00	Pflanzenschutz / Pflieg	Spritzen	Forum	1.00	1.00
16.07.2009	Speisekartoffel	1.00	Pflanzenschutz / Pflieg	Spritzen	Rover Star	3.00	3.00
30.07.2009	Speisekartoffel	1.00	Pflanzenschutz / Pflieg	Spritzen	Ranman	0.20	0.20
02.08.2009	Speisekartoffel	1.00	Pflanzenschutz / Pflieg	Spritzen	Flagone	4.00	4.00
03.09.2009	Speisekartoffel	1.00	Ernte / Abgabe	Roden	Speisekartoffeln	333.33	333.33





Inhalt

Zusammenfassung	4
1. Einleitung	7
1.1 Ziele	7
1.2 Allgemeines Vorgehen.....	8
1.3 Definitionen	8
1.4 Bisherige Erhebungen zum Einsatz von PSM in der Schweiz	11
2. Datenquellen	12
2.1 Betriebsdaten.....	12
2.2. Landnutzungsdaten	12
2.3. Produktdaten	13
2.4 Wirkstoffdaten	13
3. Datenverarbeitung und Qualitätskontrolle	14
3.1 Vorgehen	14
3.2 Rahmenbedingungen	14
3.3 Wahl der Kennzahlen	15
4. Berechnung der Kennzahlen	17
4.1 Charakterisierung der an der Erhebung beteiligten Betriebe	17
4.2 Kulturspezifische Kennzahlen	23
4.2.1 Behandlungshäufigkeit.....	23
4.2.2 Wirkstoffmengen	28
4.2.3 Wirkstofffranking.....	29
4.2.4 Hochrechnungen auf die PSM-Gesamtmenge	30
4.2.5 Hochrechnungen für einzelne Wirkstoffe	31
4.2.6 Anforderungen für EU-Mitgliedsstaaten.....	34
4.3 Betriebstypenspezifische Kennzahlen.....	35
4.4 Vergleich mit Europa	38
4.4.1 Vergleich der Erhebung zum Einsatz von PSM.....	38
4.4.2 Vergleich der verkauften Mengen	39
5. Diskussion	42
5.1 Datenquellen.....	42



5.2. Datenverarbeitung und Qualitätskontrolle	43
5.3 Berechnung der Kennzahlen	43
5.3.1 Wie viele Betriebe sind nötig bzw. Nationale Erhebung vs. Fallstudie	43
5.3.2 Aussagekraft der Kennzahlen.....	46
5.3.3 Ausblick	47
6. Fazit	49
7. Literatur	50
Dank.....	52
Anhang	53
A1 Aufteilung in die 19 für die Auswertung verwendeten Kulturgruppen	53
A2 Details zur Datenverarbeitung (Abschnitt 3.1)	55
A3 Details zur Auswertung 2010 (Abschnitte 4.1 und 4.2).....	57
A4 Hochrechnungen auf Verkaufszahlen (Abschnitt 4.2.5).....	60
A5 Exkurs: Zusammenhang Behandlungsindex - Behandlungshäufigkeit.....	64
A6 Zur Diskussion stehendes "Transmission Format" an die Eurostat (Abschnitt 4.2.6).....	65
A7 Details zum Ländervergleich Verkaufszahlen (Abschnitt 4.4.2).....	66
A8 Comparison of pesticide usage and sales for UK (Section 4.2.4).....	78



Zusammenfassung

Im Rahmen des Agrarumweltmonitorings und im Auftrag des Bundesamtes für Landwirtschaft erheben seit 2009 rund 300 Betriebsleiter von Landwirtschaftsbetrieben Daten zur landwirtschaftlichen Praxis und liefern diese via ihren Treuhänder an Agroscope ART zur Zentralen Auswertung von Agrarumweltindikatoren (ZA-AUI). Zwei Indikatoren betreffen das Thema Pflanzenschutzmittel: Erstens der Indikator "Einsatz von Pflanzenschutzmitteln" und darauf aufbauend der Indikator "Risiko aquatischer Ökotoxizität". Agroscope ACW hat dafür die fachliche Verantwortung übernommen und die Methoden dazu entwickelt. Der vorliegende Bericht zeigt für den Indikator "Einsatz von Pflanzenschutzmitteln" die Auswertung der ersten beiden Jahre und stellt die dabei gemachten Erfahrungen dar.

Für die ÖLN-Jahre 2009 und 2010 wurden die pflanzenschutzrelevanten Daten von 231 bzw. 228 Betrieben ausgewertet, die in beiden Jahren auf knapp 3000 ha Pflanzenbau betrieben haben. Damit beschreibt der Bericht die bisher umfassendste schweizweite Erhebung zum Einsatz von PSM.

Es wurden Methoden zur Datenverarbeitung und Qualitätskontrolle entwickelt, die es erlauben die Auswertungen in Zukunft im Routinebetrieb durchzuführen. Um den Verlust an Daten gering zu halten, wurden bei der Überprüfung der Daten auch manuelle Korrekturen der Angaben vorgenommen, jedoch nur in den Bereichen, in denen es vom Arbeitsaufwand her möglich war.

Was die regionale Repräsentativität der Erhebung betrifft, sind die grossen Ackerbaugebiete des Mittellandes gut abgedeckt, während bei Spezialkulturen die fehlende Erfassung des Wallis und des Tessins noch eine Lücke darstellt. Für Biobetriebe sind noch keine Aussagen zum Pflanzenbau möglich, weil sie derzeit nur 3% der erfassten Pflanzenbaufläche ausmachen. Es wurden Kriterien definiert, welche Kulturen ausreichend abgedeckt sind und welche nicht. Für vier Kulturgruppen sind für die Jahre 2009 und 2010 keine Aussagen möglich (Freilandgemüse, Futterrüben, Hochstammbst, Raps Extenso), während von den anderen Kulturgruppen eine ausreichende Fläche erfasst wurde, wobei bei Reben und vor allem bei Obst zusätzliche Abklärungen angebracht wären.

Im Laufe des Projekts wurden verschiedene Kennzahlen für den Indikator Einsatz von PSM evaluiert und zwar jeweils kulturspezifisch und nach FAT99 Betriebstypen. Die beiden Kennzahlen Behandlungshäufigkeit und aggregierte Wirkstoffmenge erscheinen am geeignetsten und sollen in Zukunft im Agrarbericht publiziert werden. Vergleicht man die für die Jahre 2009 und 2010 geschätzten Behandlungshäufigkeiten mit früheren in der Schweiz durchgeführten Erhebungen zeigt sich, dass die Behandlungshäufigkeiten im zeitlichen Verlauf für die meisten Kulturen nur geringfügig voneinander abweichen. Daraus lassen sich zwei Schlüsse ziehen: erstens erscheint die in den Jahren 2009 und 2010 erfasste Fläche für Ackerbaukulturen ausreichend gross, weil sonst die Zahlen viel stärker streuen würden. Zweitens ändert sich die Praxis auch über längere Zeit nur geringfügig, ausser wenn wie im Fall von Raps der Schädlingsdruck steigt oder wie im Fall von Getreide und Raps politische Massnahmen wie z.B. Extenso-Prämien eingeführt werden. Die Auswertung nach Betriebstypen ist schwierig zu interpretieren, da der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln sehr kulturspezifisch ist.

Für weitergehende Auswertungen und für Risikoindikatoren sind nicht Behandlungshäufigkeiten entscheidend, sondern es ist nötig, die Häufigkeit und die Dosis, mit der die einzelnen Wirkstoffe in der Schweiz eingesetzt werden, ausreichend zuverlässig schätzen zu können. Zur Plausibilisierung der Schätzungen wurde für jeden Wirkstoff die auf die gesamte Schweiz hochgerechnete Menge bestimmt und mit Verkaufszahlen verglichen. Für Wirkstoffe, die nur im Acker-, Obst- oder Weinbau eingesetzt werden und von denen mehr als eine Tonne verkauft wird, zeigte sich, dass die Hochrechnung relativ gut mit den Verkaufszahlen übereinstimmt, sofern in jeder Kulturgruppe eine ausreichende Anzahl Wirkstoff-Applikationen erfasst wurde. Vor diesem Hintergrund ist eine Ausdehnung der Anzahl teilnehmender Betriebe auf jeden Fall wünschenswert, denn damit steigt auch die Anzahl Wirkstoffe für die gut abgestützte Aussagen möglich sind.



Insgesamt hat sich gezeigt, dass das im Agrarumweltmonitoring gewählte Erhebungskonzept funktioniert und das Potential hat, im Vergleich zu früheren Studien schlanke und effiziente Erhebungen durchzuführen.



Abkürzungen

ART	Agroscope Reckenholz-Tänikon
AUI	Agrar-Umweltindikatoren
AUM	Agrar-Umweltmonitoring
ATe	Agro-Tech
BFS	Bundesamt für Statistik
BLW	Bundesamt für Landwirtschaft
GVE	Grossvieheinheiten
EU	Europäische Union
LN	Landwirtschaftliche Nutzfläche
ÖLN	Ökologischer Leistungsnachweis
PSM	Pflanzenschutzmittel
SATV	Schweizerischer AGRO-Treuhänderverband
SBV	Schweizerischer Bauernverband
WS	PSM-Wirkstoff
ZA-AUI	Zentrale Auswertung von Agrar-Umweltindikatoren
ZA-BH	Zentrale Auswertung von Buchhaltungsdaten



1. Einleitung

Das Bundesamt für Landwirtschaft führt ein Agrarumweltmonitoring, um den Einfluss der Landwirtschaft auf die Umweltqualität sowie die Entwicklung der Umwelt in Abhängigkeit von den landwirtschaftlichen Praktiken zu eruieren. Das Monitoring deckt Bereiche auf, in welchen Probleme auftreten oder diese bereits bestanden. Die Ergebnisse des Agrarumweltmonitorings dienen nicht nur als Entscheidungshilfe für die Anpassung bestehender und die Entwicklung neuer Massnahmen, sondern auch dazu, die Öffentlichkeit zu informieren und Vergleichsmöglichkeiten mit anderen Ländern zu schaffen. Rechtsgrundlage des Agrarumweltmonitorings ist die im Dezember 1998 verabschiedete Verordnung über die Beurteilung der Nachhaltigkeit in der Landwirtschaft (SR 919.118).

Die Zentrale Auswertung von Agrar-Umweltindikatoren (ZA-AUI) ermöglicht die Erhebung von Daten über die landwirtschaftlichen Praktiken in einem Netz von Betrieben und deren Auswertung. Als Kompetenzzentrum ist Agroscope ART für die ZA-AUI verantwortlich. Für die Methodenentwicklung der beiden Indikatoren im Bereich Pflanzenschutzmittel ist Agroscope ACW zuständig.

Seit 2009 werden in einem Netz von Betrieben ökologisch relevante Daten gesammelt und ausgewertet. Erfasst werden die Daten von den Landwirten mithilfe der Software AGRO-TECH. In den ersten Erhebungsjahren beteiligten sich jährlich etwa 300 Betriebe. Ab 2014 wird dieses Netz weiter ausgebaut, um seine Repräsentativität zu verbessern.

1.1 Ziele

Dieser Bericht hat drei Ziele. Erstens soll er eine Einschätzung liefern, wie repräsentativ die Daten der in den Jahren 2009 und 2010 an der Zentralen Auswertung Agrarumweltindikatoren (ZA-AUI) beteiligten Betriebe im Hinblick auf den Pflanzenschutz in der Schweiz sind. Zweitens sollen Kennzahlen empfohlen werden, welche die landwirtschaftliche Praxis des Pflanzenschutzes in der Schweiz widerspiegeln, und drittens sollen Wege aufgezeigt werden wie die derzeitigen Lücken in der Erhebung noch geschlossen werden können.

Die zur Berechnung der Kennzahlen nötigen Daten und Datenverarbeitungsschritte sind grob in den Kapiteln 2 bzw. 3 beschrieben. Die technischen Details wurden dabei in ein separates Dokument ausgelagert, das in Zukunft als technische Dokumentation dienen soll und bei Änderungen kontinuierlich aktualisiert werden soll.

Die Ergebnisse zur Charakterisierung der Repräsentativität (Ziel 1) sind relevant für die Interpretation der Kennzahlen und für die Identifikation von Lücken in der Erhebung. Die Unterschiede der Erhebungsjahre 2009 und 2010 sollen ebenfalls herbeigezogen werden, um Aussagen über die Repräsentativität der Kennzahlen zu machen.

Die Kennzahlen (Ziel 2) sind für die unterschiedlichen Kulturen auszuwerten, da Pflanzenschutz sehr kulturspezifisch ist. Kulturen mit ähnlicher Pflanzenschutzpraxis werden soweit möglich zu Kulturgruppen zusammengefasst. Die Daten sind auch für die unterschiedlichen Betriebstypen auszuwerten, um zu untersuchen, ob sich die für die Auswertung von Buchhaltungsdaten implementierten Einteilungen auf den Indikator "Einsatz von PSM" übertragen lassen.

Für die bei der Charakterisierung der Repräsentativität festgestellten Lücken, sind Wege aufzuzeigen, wie diese geschlossen werden können (Ziel 3). Es soll eine Empfehlung gegeben werden, ob die Lücken besser durch zusätzliche Betriebe (geplant ab 2013) oder durch gezielte separate Erhebungen geschlossen werden.



1.2 Allgemeines Vorgehen

Die Kapitel des vorliegenden Berichts sind anhand der für die Berechnung der Kennzahlen nötigen Arbeitsabläufe gegliedert (Abbildung 1). Die grau schattierten Elemente des Schemas stellen die bei der derzeitigen Arbeitsteilung an der ART durchgeführten Arbeiten dar, während die nicht schattierten Elemente im Moment an der ACW durchgeführt werden. Mittelfristig soll auch die Datenverarbeitung und die Berechnung der Kennzahlen über die Zentrale Auswertung an der ART laufen. Die Qualitätskontrolle muss im Fall der PSM aber auch in Zukunft durch die Methodenverantwortlichen durchgeführt werden.

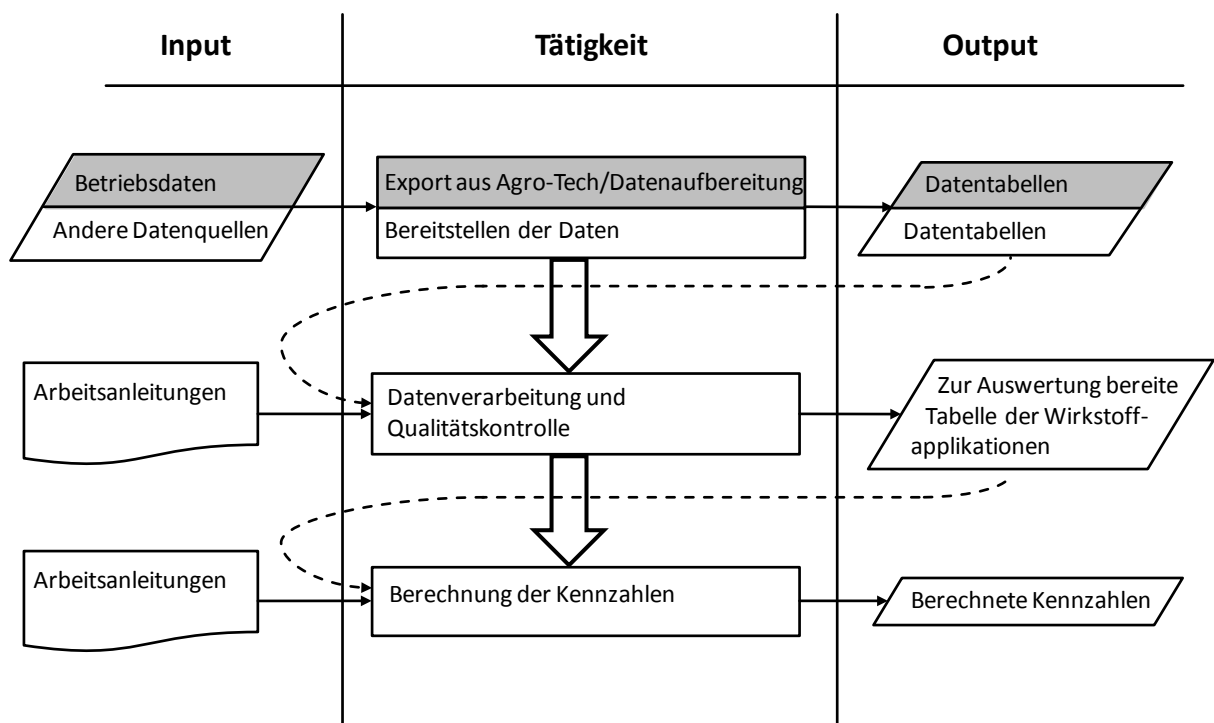


Abbildung 1: Übersicht der Prozesse für die Berechnung des Indikators Einsatz von PSM

Der Schwerpunkt dieses Berichts liegt in der vertieften Auswertung der Erhebungen 2009 und 2010. Die Beschreibungen der Arbeitsabläufe und die Details zu den Berechnungen sind in der technischen Dokumentation beschrieben.

1.3 Definitionen

Für die Auswertung wurden die im Folgenden beschriebenen Definitionen verwendet. Die Definitionen 4-10 wurden dem aktuellen Eurostat Methodenpaper zur PSM-Erhebung entnommen (Eurostat 2008, S. 34-36).

1. Schlag: Eine Fläche auf der eine bestimmte Kultur oder bestimmte Sorte angebaut wird (Maske 200 in Agro-Tech). Die Produkt-Applikationen im Feldkalender (Maske 237) beziehen sich auf diese Flä-



chen. Bemerkung: In den deutschen NEPTUN-Erhebungen wird im Fall von Obst der Begriff Bewirtschaftungseinheit (BWE) und in den übrigen Kulturen der Begriff Schlag verwendet.

2. Parzelle: Eine Parzelle ist eine im Grundbuchamt eingetragene Landfläche. Sie kann in mehrere Schläge mit unterschiedlichen Kulturen unterteilt sein. In der Auswertung der AUI-Daten kamen Parzellen mit über einem Dutzend Schlägen vor.

3. Kulturgruppe: Die Kulturen wurden zusammengefasst zu Kulturgruppen, z.B. wurden die Kulturen Äpfel und Birnen zur Kulturgruppe Kernobst zusammengefasst (in der EU-Richtlinie wird dafür der Begriff "Hauptfruchtart", in Deutschland der Begriff "Kulturart" und im Fall von Landnutzungsstatistiken der Begriff "Nutzungsart" verwendet).

4. Behandelte Fläche (ha): Fläche des Schlags auf der ein Produkt (oder ein Wirkstoff je nach Auswertung) appliziert wurde. Meistens stimmt die behandelte Fläche mit der Fläche des Schlags überein, aber bei ca. 10% der Fälle sind auch kleinere Flächen angegeben, was bei Teilapplikationen (z.B. Streifenapplikationen in Obst und Weinbau) auch Sinn macht.

Bei der behandelten Fläche wird unterschieden zwischen der "Basic area treated" und der "Active substance area treated". Erstere umfasst die Fläche auf der ein PSM-Produkt (oder ein Wirkstoff X je nach Auswertung) ein oder mehrmals ausgebracht wurde und wird hier mit "**Behandelte Grundfläche**" übersetzt (wenn im Laufe eines Jahres auf einem Schlag von 1 ha drei Applikationen ausgebracht wurden ist die behandelte Grundfläche auch 1 ha). Die "Active substance area treated" kann mit "**Behandelte Anwendungsfläche**" übersetzt werden und beschreibt die insgesamt mit PSM (bzw. dem WS X je nach Auswertung) behandelte Fläche (wenn auf einem Schlag von 1 ha drei Applikationen mit ausgebracht wurden, ist die behandelte Anwendungsfläche 3 ha).

5. Produkt-Applikation: Eine Produkt-Applikation entspricht dem Ausbringen eines PSM-Produktes auf einem Schlag einer bestimmten Kultur und bestimmter Kulturfläche. Eine vollständige Produkt-Applikation erfordert folgende Angaben: Datum + Produktname + Aufwandmenge + behandelte Fläche. Eine Produkt-Applikation entspricht einer Zeile im Feldkalender.

6. Wirkstoff-Applikation: Eine Wirkstoff-Applikation entspricht dem Ausbringen eines Wirkstoffs auf einem Schlag einer bestimmten Kulturfläche. Die benötigten Angaben sind die im Feldkalender gemachten Angaben zur Produkt-Applikation und der Wirkstoffgehalt des eingesetzten Produktes.

7. Intervention: Intervention wird als Synonym für Durchfahrt verwendet. Wird auf einem Schlag eine Tankmischung mit zwei Produkten ausgebracht, handelt es sich um eine Intervention aber zwei Produkt-Applikationen.

Aus den in Agro-Tech vorliegenden Angaben geht nicht hervor, ob ein Produkt als Tankmischung appliziert wurde (in Grossbritannien werden Tankmischungen bei den Befragungen erfasst). Deshalb wird für Auswertung der ZA-AUI-Daten angenommen, dass Produkte, die am gleichen Tag appliziert wurden, als Tankmischung ausgebracht wurden. Bei den NEPTUN-Erhebungen in Deutschland wurde das gleiche Vorgehen gewählt.

8. Durchschnittliche Aufwandmenge (kg/ha) auf Kulturfläche behandelter Schläge: Die durchschnittliche Aufwandmenge eines Wirkstoffs X bezieht sich auf die Fläche der Schläge in denen der Wirkstoff X angewendet wird. Auch Teilapplikationen wurden umgerechnet auf die Kulturfläche, damit danach Hochrechnungen möglich sind.



9. Durchschnittliche Aufwandmenge (kg/ha) auf gesamter Kulturfläche der an der ZA-AUI beteiligten Betriebe: Die durchschnittliche Aufwandmenge eines Wirkstoffs X bezieht sich auf die für eine bestimmte Kultur (oder Kulturgruppe) gesamthaft über die ZA-AUI erfasste Kulturfläche. Wenn von Wirkstoff X auf einem Weizenschlag von 2 ha 4 kg und auf einem anderen Schlag von 1 ha 3 kg ausgebracht wurde ergibt das insgesamt 7 kg auf 3 ha. Angenommen es wurden noch drei weitere Schläge von insgesamt 7 ha Weizenschlägen erfasst, auf denen der Wirkstoff nicht erfasst wurde, ist die durchschnittliche Aufwandmenge auf der gesamte Kulturfläche 0.7 kg WS X/ha. Die Summe über alle Wirkstoffe ergibt die mittlere Wirkstoffmenge, ein gebräuchlicher Indikator zum Einsatz von PSM (Eurostat, 2008, S. 39-42).

10. Behandlungshäufigkeit: Für jeden Schlag wird gezählt wie häufig er mit PSM behandelt wurde. Für jeden Schlag werden alle Produkt-Applikationen, Wirkstoff-Applikation und alle Interventionen zusammengezählt (siehe Definitionen 5-7). Die Behandlungshäufigkeit kann dann als durchschnittliche Anzahl Produkt-Applikationen, Wirkstoff-Applikationen oder Interventionen einer Kultur oder eines Betriebstyps angegeben werden. Alle im Bericht angegebenen Werte beziehen sich auf die Dauer eines Anbaujahres.

Bemerkung I: Wurde eine Applikation nur auf einem Teil des Schlags durchgeführt, wird dies berücksichtigt (z.B. wenn nur einmal 50% der Fläche behandelt wurde, dann beträgt die Behandlungshäufigkeit 0.5).

Bemerkung II: In Grossbritannien und im Eurostat-Methodenhandbuch wird die Behandlungshäufigkeit leicht anders berechnet als im vorliegenden Bericht. Konkret wird die Behandlungshäufigkeit aus der behandelten Anwendungsfläche dividiert durch die behandelte Grundfläche. Beispiel: Ein Schlag mit 1 ha Weizen wurde 3x mit PSM (oder mit einem Wirkstoff X je nach Auswertung) behandelt und auf einem zweiten Schlag mit 2 ha Weizen wurde 2x behandelt. Die durchschnittliche Anzahl Behandlungen beträgt dann $7/3 = 2.3$. Es wird also eine zusätzliche Flächengewichtung vorgenommen, damit sehr kleine Schläge das Resultat nicht verzerren. Freier *et al.* (2011) konnten aber bei ihrer Auswertung der detaillierten Daten aus dem "Netz Vergleichsbetriebe" keine Zusammenhänge finden, die so eine Flächengewichtung rechtfertigen würden. Deshalb wurde für die ZA-AUI die in Deutschland übliche Berechnungsmethode übernommen. Für das obige Beispiel wäre die Behandlungshäufigkeit $(3+2)/2 = 2.5$.

11. Nutzfläche der ZA-AUI beteiligten Betriebe und der CH-Landwirtschaft: Unter der Nutzfläche einer bestimmten Kultur (oder Kulturgruppe) wird die Fläche auf der diese Kultur angebaut wurde verstanden. Die Summe über alle ZA-AUI beteiligten Betriebe wird als Nutzfläche der ZA-AUI-Betriebe (für eine bestimmte Kultur oder Kulturgruppe) bezeichnet. Aus den landwirtschaftlichen Betriebsstrukturhebungen ist auch für jede Kultur (oder Kulturgruppe) die Nutzfläche der gesamten Schweizer Landwirtschaft bekannt. Der Vergleich der Nutzflächen der an der ZA-AUI beteiligten Betriebe mit der Nutzfläche der gesamten Schweizer Landwirtschaft ist eines der möglichen Kriterien, um zu beurteilen, wie repräsentativ die erhobenen Daten sind.

12. Zusätzliche Definition aus Erhebungen in D und F: Behandlungsindex bzw. Indicateur fréquence de traitement (IFT)

Zur Berechnung des Behandlungsindex wird für jede Applikation der Quotient aus ausgebrachter Aufwandmenge (in l/ha oder kg/ha) und der im Pflanzenschutzmittelverzeichnis für die jeweilige Kultur maximal zugelassenen Aufwandmenge berechnet. Für einen Schlag wird der Behandlungsindex als Summe aller Quotienten berechnet. Wird zum Beispiel auf einem Schlag drei Mal ein Produkt mit der Hälfte der bewilligten Aufwandmenge ausgebracht hat dieser Schlag den Behandlungsindex 1.5. Für eine Kultur wird dann das arithmetische Mittel aller Schläge mit dieser Kultur berechnet (Rossberg *et*



al., 2010). Details zur Korrelation von Behandlungsindex und Behandlungshäufigkeit sind in Anhang A5 angegeben.

13. Frequency of Application (FA) bzw. Nombre de Doses Unités (NODU)

Die Berechnung der FA bzw. der NODU beruht nicht auf Erhebungen zum PSM-Einsatz sondern auf der Analyse von Verkaufszahlen. Die jährlich verkaufte Menge jeden Wirkstoffs wird auf die verschiedenen Kulturen verteilt (nach einem mehr oder weniger fein entwickelten Verteilschlüssel) und dann mit der Standarddosis und der Nutzfläche dieser Kultur dividiert (Thomas, 2007 bzw. Details in Anhang A7 Abschnitt 2.5).

14. Wirkstofffranking

Diese Kennzahl wird jeweils für eine bestimmte Kultur- und einen bestimmten Wirkungsbereich berechnet. Zur Berechnung werden alle Wirkstoff-Applikationen sortiert und der prozentuale Anteil der einzelnen Wirkstoffe an der gesamten Anzahl Wirkstoff-Applikationen wird berechnet. Die Kennzahl wird in den deutschen NEPTUN-Berichten publiziert (Rossberg *et al.*, 2010).

15. Kennzahl

Eine auf ausgewerteten Rohdaten basierende Zahl, welche einen Aspekt des PSM-Einsatzes beschreibt, wie z.B. die durchschnittliche Anzahl Interventionen einer Kultur.

16. Indikator

Ein Set von Kennzahlen die Zusammen den Einsatz von PSM beschreiben.

1.4 Bisherige Erhebungen zum Einsatz von PSM in der Schweiz

Der grösste bereits existierende Datensatz zum Einsatz von PSM wurde von 1997-2003 in den Einzugsgebieten von Greifen-, Murten- und Baldeggersee auf ungefähr 1600 Parzellen erhoben (Keller und Amaudruz 2005; Poiger *et al.* 2005). Für den Ackerbau betreute die Agridea im Tessin und in der Romandie von 1992-2004 ein Netz von ungefähr 30 Betrieben und 500-700 ha je nach Jahr (Dugon *et al.* 2010). Beide Erhebungen sind zwar regional begrenzt, sind aber von grossem Wert, weil sie Aussagen zum Zeitverlauf des PSM-Einsatzes ermöglichen. Die längste Zeitreihe wurde in der nationalen Bodenbeobachtung (NABO) auf etwa 50 Parzellen erfasst. Von 1986-1991 und seit 1996 wurden neben der Messungen der Schadstoffgehalte in den Böden auch die Einträge verschiedener Quellen bilanziert, was den Einsatz von PSM mit einschliesst (Keller *et al.* 2008). Was bisher aber fehlte, war eine umfassendere Schweizer Erhebung, in der einerseits die Schweiz regional gut abgedeckt ist und andererseits ein ausreichend hoher Anteil der Landnutzung erfasst wird.



2. Datenquellen

2.1 Betriebsdaten

Die an der ZA-AUI teilnehmenden Betriebe verwenden die Software Agro-Tech. In Agro-Tech können die ÖLN-relevanten, produktionstechnischen Daten (ÖLN, SwissGAP, u.a.) erfasst und ausgewertet werden. Die Betriebsdaten werden von der ART für die zentrale Auswertung gesammelt. In Agro-Tech ist für jede Parzelle bzw. jeden Schlag auch ein Feldkalender angelegt, der den gleichen Aufbau hat, wie der traditionelle Feldkalender in Papierform (Abbildung 2).

Feldkalender: Parzelle xy									
Datum	Kultur, Sorte, Zusatz	Fläche bewirtschaftet	Massnahmen			Produkt			
			Massnahme...	Massnahme	Arbeiten	Bezeichnu...	Einheit	Menge Total	Menge/ha
02.04.2008	Silomais, Marcello	1.77	Düngung	Misten - Einz	<input type="checkbox"/>	Mistplatz	t	22.19	12.54
03.04.2008	Silomais, Marcello	1.77	Bodenbearb	Pflügen	<input type="checkbox"/>			0.00	0.00
28.04.2008	Silomais, Marcello	1.77	Saat/Pflanzt	Aussaat Ha	<input type="checkbox"/>	Silomais, Sa	Dose	3.54	2.00
28.04.2008	Silomais, Marcello	1.77	Bodenbearb	Eggen (m.Z)	<input type="checkbox"/>			0.00	0.00
21.05.2008	Silomais, Marcello	1.77	Pflanzensch	Spritzen	<input type="checkbox"/>	Mikado	l	1.77	1.00
21.05.2008	Silomais, Marcello	1.77	Pflanzensch	Spritzen	<input type="checkbox"/>	Gesaprim Qu	kg	1.42	0.80
21.05.2008	Silomais, Marcello	1.77	Pflanzensch	Spritzen	<input type="checkbox"/>	Genol Plant	l	1.06	0.60
26.05.2008	Silomais, Marcello	1.77	Düngung	Mineralische	<input type="checkbox"/>	Mg-Ammons	dt	3.54	2.00
24.09.2008	Silomais, Marcello	1.77	Ernte Futtert	Sillieren	<input type="checkbox"/>	Maissilage	dt	814.20	460.00

Abbildung 2: Agro-Tech-Eingabemaske für Feldkalender

Konkret wird jede Produkt-Applikation, aber auch andere Massnahmen wie Pflügen, Säen usw. mit Datum eingetragen. Die für Produkt-Applikationen unerlässlichen Angaben sind (auf einer bestimmten Parzelle mit einer bestimmten Kultur und einer bestimmten Fläche):

- Datum der Anwendung
- behandelte Fläche
- Name des Pflanzenschutzmittels
- Aufwandmenge des Pflanzenschutzmittel
- Maßeinheit für Aufwandmenge

Ist die Parzelle in mehrere Schläge unterteilt, wird das beim Export und in der Auswertung berücksichtigt, denn jeder Schlag ist mit einer eindeutigen ID versehen und die PSM-Behandlungen sind den einzelnen Schlägen zugeordnet. Vor- und Zwischenkulturen haben eine andere ID, denn diese wird für jede Kultur neu vergeben. Bei Parzellen mit nur einem Schlag ist das kein Problem, aber bei Parzellen mit mehreren Schlägen muss die Zwischen- und/oder Vorkultur von Hand zugeordnet werden. Für die bisherigen Auswertungen war das aber ein vernachlässigbares Problem.

Für die statistische Auswertung der Feldkalender ist es nötig, die Agro-Tech-Daten in ein Datenbankformat zu exportieren, welches die Weiterverarbeitung ermöglicht. Dafür wurde ein bestehendes Export-Tool (vom Nationalen Bodenbeobachtungsprogramm) für die ZA-AUI angepasst (Details zu den Anpassungen in der technischen Dokumentation).

2.2. Landnutzungsdaten

Die landwirtschaftliche Nutzfläche nach Kulturgruppen wurde dem Agrarbericht 2011 entnommen (Anhang A2, Tabelle 3). In der ZA-AUI werden aber einzelne Kulturen und nicht Kulturgruppen erfasst. Im Jahr 2009 waren es insgesamt 174 Kulturen, und auf 114 davon wurden PSM-Behandlungen er-



fasst. Für die Auswertung der Daten ist es nötig, die Kulturen zu Gruppen zu aggregieren. Die Einteilung folgt nicht streng dem Agrarbericht, sondern orientiert sich am Pflanzenschutz, der bei gewissen Kulturen sinnvollerweise getrennt ausgewertet wird. Die Gruppierung in insgesamt 19 Kulturgruppen wurde in Zusammenarbeit mit Pflanzenschutzexperten vorgenommen und anlässlich eines Workshops im November 2011 diskutiert. Die Einteilung der Kulturgruppen und die in der CH angebaute Flächen sind in Anhang 1 aufgeführt.

2.3. Produktdaten

In Agro-Tech stehen den Nutzern beim Ausfüllen des Feldkalenders Auswahllisten zur Verfügung, die dem aktuellen Pflanzenschutzmittelverzeichnis entsprechen. Diese Auswahllisten sind sehr wichtig, damit die Produktnamen von Anfang an richtig mit den Daten der Produkteigenschaften verknüpft werden. Diese für den Nutzer nicht sichtbaren Daten betreffen bei PSM die Angaben zu Wirkstoffgehalten, W-Nummern und Wirkungsbereiche (die Einteilung der Produkte in Insektizide, Fungizide, etc.). Die Daten der Produkte werden von Agridea halbjährlich aktualisiert. Details zur Zuordnung der Feldkalenderdaten zu den Wirkstoffen werden in der technischen Dokumentation beschrieben. Die Wirkstoffgehalte konnten nur stichprobenweise überprüft werden. Die dabei gefundenen Unstimmigkeiten wurden mit der Agridea abgeklärt.

2.4 Wirkstoffdaten

Die Einteilung in Wirkungsbereiche (Insektizide, Fungizide, etc.) kann auf der Produkt- oder der Wirkungsebene vorgenommen werden. Im Pflanzenschutzmittelverzeichnis des BLW wird die Einteilung auf der Produktebene vorgenommen, was agronomisch sinnvoll ist, denn der gleiche Wirkstoff kann je nach Wirkstoffformulierung und Indikation unterschiedlichen Wirkungsbereichen angehören. Um die Auswertung der Verkaufszahlen zu vereinfachen, wird aber in der Schweiz und in der EU jedem Wirkstoff ein fixer Wirkungsbereich zugeteilt. Für die Auswertung der ZA-AUI-Daten wurde die neue Einteilung der EU übernommen. Diese ist in Annex III der EU-Verordnung über Statistiken zu Pestiziden (1185/2009) zu finden, die in einigen im nächsten Abschnitt beschriebenen Punkten von der Einteilung der Schweiz abweicht. Die aktuelle auf CIRCA verfügbare Version des Annex III wurde für die Auswertungen verwendet. Dank der Zusammenarbeit der Eurostat mit dem Collaborative International Pesticides Analytical Council (CIPAC), wurde bis auf zwei Ausnahmen allen in der EU eingesetzten Wirkstoffen auch CIPAC-Nummern zugewiesen, welche im Gegensatz zur CAS-Nummer eindeutig ist. Werden diese konsequent den Wirkstoffen zugeordnet, lassen sich unterschiedliche Datensätze und Datenbanken leicht verknüpfen. In der Vergangenheit stellte das Fehlen einer gemeinsamen ID der Wirkstoffe immer wieder ein erhebliches Hindernis dar und führte zu hohem Aufwand beim Abgleichen von Datenbanken.

Beim Abgleich der Agro-Tech-Daten mit den 286 in der ZA-AUI erfassten Wirkstoffe waren folgende Anpassungen bei der Zuordnung nötig:

- Andere Definitionen in EU, z.B. als Salz oder Ester (15 WS)
- Ergänzung zur EU-Liste, weil keine Angaben mehr auf Annex III (36 WS)
- Ausschluss, weil in EU nicht mehr als PSM eingestuft, z.B. Netz- und Haftmittel und Safener wie Isoxadifen-Diethyl und Cloquintocet-mexyl (16 WS)
- Name anders geschrieben (74 WS)



3. Datenverarbeitung und Qualitätskontrolle

3.1 Vorgehen

Die Datenverarbeitung und Qualitätskontrolle erfolgte gemäss dem in der technischen Dokumentation beschriebenen Vorgehen und wurde soweit als möglich automatisiert. Im Lauf des Projekts wurden in mehreren Iterationen Verbesserungen an der Datenverarbeitung vorgenommen: Identifikation von Duplikaten bei Produkt-Applikationen, Identifikation von Duplikaten bei Schlägen, Identifikation unvollständiger Produkt-Applikationen, Identifikation von Inkonsistenzen und groben Ausreissern, Berücksichtigung nichtbehandelter Flächen bei der Berechnung der Kennzahlen. Dank dieser Verbesserungen konnte die durch die Qualitätskontrolle verursachte Verlustrate auf 8.5% der Produkt-Applikationen reduziert werden (von ursprünglich 15%). Im Anhang 2 sind Details zu den einzelnen Schritten aufgelistet, und es wird angegeben wie viele Produkt-Applikationen durch welchen Schritt verloren gehen.

3.2 Rahmenbedingungen

Nicht alle in Bezug auf den Einsatz von PSM relevanten Aspekte liessen sich in der Qualitätskontrolle implementieren. Entweder weil die benötigten Daten im Rahmen der ZA-AUI nicht erfasst werden (Indikation, Applikationstechnik) oder weil der Aufwand derzeit zu gross wäre (empfohlene Aufwandsmengen, Einsatz alternativer Methoden).

Indikation: Im Moment enthalten die mit Agro-Tech gesammelten Daten keine Angaben zur Indikation der Produkt-Applikation. Für Pflanzenschutzexperten ist es aber in gewissen Kulturen aufgrund des Produktes möglich Rückschlüsse auf den Schaderreger zu ziehen.

Einsatz von Saatbeizmitteln: In der Praxis wird gemäss Experten der ART kaum selbst von den Landwirten gebeizt (zumindest nicht für die grossen Feldkulturen) und man kann davon ausgehen, dass der mengenmässig grösste Anteil der in der Schweiz ausgebrachten Saatbeizmittel von den Landwirten bereits mit dem Saatgut gekauft wird. Das führt dazu, dass die Nutzer von Agro-Tech die Beizung bisher nicht gesondert als Pflanzenschutzmassnahme erfassen müssen, da sie ja nicht auf dem Betrieb durchgeführt wurde. Diese Einschränkung wird ab Herbst 2013 nicht mehr gelten (Details unter 5.1).

Empfohlene Aufwandsmengen: Für jede im Feldkalender eingetragene Applikation liesse sich anhand des PSM-Verzeichnisses überprüfen, inwieweit die empfohlene Aufwandsmengen ausgeschöpft wurden. In Deutschland und Frankreich wird diese Information jeder Behandlung zugordnet, denn sonst lässt sich die Kennzahl Behandlungsindex bzw. der indicateur fréquence de traitement nicht berechnen. Für die ZA-AUI wurde bisher darauf verzichtet, weil die nötigen Ressourcen nicht vorhanden waren. Dank technischer Verbesserungen von Agro-Tech dürfte der Aufwand zur Überprüfung der Aufwandsmengen in Zukunft kleiner werden und dadurch machbar werden.



Einsatz von Organismen und anderen alternativen Methoden: Es wurden nur Produkt-Applikationen des "chemischen Pflanzenschutzes" ausgewertet (organisch und anorganisch), während der Einsatz von Organismen, aber auch von Präparaten auf Proteinbasis oder von Pheromonen nicht berücksichtigt wurde. Dieses Vorgehen ist aus ökotoxikologischer Sicht gerechtfertigt, weil die Beurteilung der Auswirkungen von Organismen ganz andere Methoden erfordert als die Beurteilung chemischer Pflanzenschutzmittel. Die Angaben der Landwirte zu alternativen Methoden sind aber von grossem Wert und wurden z.T. auch schon für spezielle Analysen genutzt (z.B. zur Abschätzung des Einsatzes von Bt-Präparaten gegen den Kartoffelkäfer).



3.3 Wahl der Kennzahlen

Um die Bedürfnisse verschiedener Akteure im Bereich der Pflanzenschutzpraxis zu berücksichtigen wurde am 4.11.2011 ein Workshop mit Vertretern von Forschungsanstalten, Bund und Kantonen veranstaltet, an dem die in Tabelle 1 aufgelisteten Indikatoren diskutiert und bewertet wurden. Bei der Diskussion wurde unterschieden in die Eignung für jährliche an ein breites Publikum gerichtete Veröffentlichungen wie der Agrarbericht und für speziellere Auswertungen die eher für Pflanzenschutzdienste von Interesse sind.

Tabelle 1: Bewertung der in verschiedenen Ländern verwendeten Kennzahlen (in Klammern die im Abschnitt 1.3 beschriebene Definition)

 Eignung für jährliche Veröffentlichung  Eignung für Beratung / Forschung

	A. Kulturspezifisch		
Häufigkeit	Anzahl Interventionen (10.)		
	Anzahl Produkt-Applikationen (10.)		
	Anzahl Wirkstoff-Applikationen (10.)		
	Anzahl unterschiedliche Wirkstoffe (10.)		
Normierte Häufigkeit	Behandlungsindex (12.)		
Anteil	Wirkstofffranking (14.)		
Menge [kg/ha]	Aggregierte Aufwandmengen (9.)		
	Aufwandmengen einzelner WS (9.)		

Potentiell lassen sich alle aufgelisteten Kennzahlen berechnen. Je nach Land und Studie werden unterschiedliche Kennzahlen zum Einsatz von PSM bevorzugt. In Deutschland werden zum Beispiel von den in Tabelle 1 aufgelisteten Kennzahlen nur der Behandlungsindex, die Anzahl Interventionen und das Wirkstofffranking publiziert, während in UK alle Kennzahlen ausser dem Behandlungsindex und dem Wirkstofffranking publiziert werden. Die Kennzahlen für den Indikator "Einsatz von PSM" erlauben agronomisch relevante Aussagen. Veränderungen der in Tabelle 1 aufgelisteten Kennzahlen erlauben keine direkten Rückschlüsse auf ökologische Effekte. Diese sollen in einem zusätzlich zu entwickelnden Risikoindikator abgebildet werden.

Aufgrund der Diskussionen wurde beschlossen in Zukunft die beiden Kennzahlen "Anzahl Interventionen" und "Aggregierte Aufwandmenge" zu publizieren. Für den Behandlungsindex wurde entschlossen zuerst an Agro-Tech die nötigen Änderungen vorzunehmen und dann den nötigen Aufwand



zu evaluieren. Für Forschung und Beratung sollen bei Bedarf die Kennzahl "Wirkstoffranking" oder auch Angaben zu einzelnen Wirkstoffen zur Verfügung stehen.



4. Berechnung der Kennzahlen

4.1 Charakterisierung der an der Erhebung beteiligten Betriebe

Die allgemeinen Angaben zu den Betrieben erlauben es, die an der ZA-AUI beteiligten Betriebe zu charakterisieren. Die Charakterisierung umfasst folgende Aspekte:

- regionale Verteilung der Betriebe
- Betriebstypen
- angebaute Kulturgruppen (Flächen, Schläge)
- Anteil behandelter Flächen
- Anteil Betriebe und Flächen an der Erhebung 2010, die schon 2009 Daten abgeliefert haben

Anhand dieser Grössen wird eingeschätzt wie repräsentativ die an der ZA-AUI beteiligten Betriebe im Hinblick auf den Pflanzenschutz in der Schweizer Landwirtschaft sind.

Verteilung der Betriebe auf die Regionen: Für das Jahr 2009 wurden insgesamt 247 Betriebe mit PSM-Anwendung erfasst und 242 für das Jahr 2010. Von 17 (für das Jahr 2009) bzw. 14 (für das Jahr 2010) Betrieben wurden während dem Datenverarbeitungs- und Qualitätskontrollprozess alle Produkt-Applikationen ausgeschlossen (meist hatten diese nur einen behandelten Schlag mit ein paar Einzelstockbehandlungen auf Wiesen/Weiden). Die Verteilung der übrigen 230 Betriebe auf die Kantone zeigt, dass das Mittelland gut abgedeckt ist (Abbildung 3).

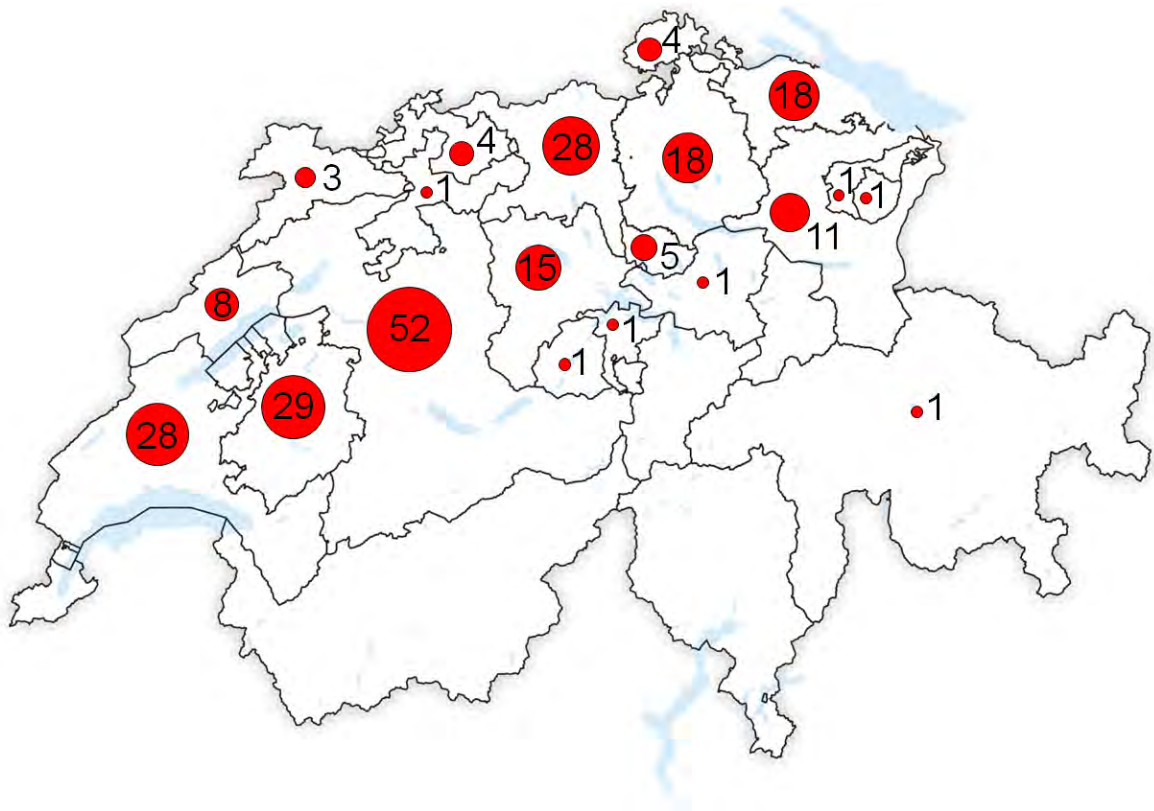


Abbildung 3: Regionale Verteilung der Betriebe mit PSM-Einsatz für das Erhebungsjahr 2009. Anzahl Betriebe pro Kanton (Kreisfläche proportional zur Anzahl Betriebe)



Die Bergkantone sind kaum vertreten, was die geringe Bedeutung des Pflanzenbaus in den Bergkantonen widerspiegelt. Dass aus den Kantonen Wallis und Tessin keine Betriebe mit Pflanzenschutzmassnahmen erfasst wurden, stellt hingegen eine relevante Lücke dar. Die regionale Verteilung der Erhebung 2010 weicht nur geringfügig von der Erhebung 2009 ab.

Die 230 Betriebe des Jahres 2009 umfassen insgesamt 1881 Parzellen bzw. 2246 Schläge mit PSM-Einsatz. Werden auch die Schläge ohne PSM-Einsatz berücksichtigt, beträgt die Anzahl Schläge insgesamt 7273 (Tabelle 2). In ca. 70% der Fälle entspricht die im Feldkalender angegebene Fläche des Schlages der Parzellenfläche, während bei 30% die Fläche der Schläge kleiner als die Parzellenfläche ist. Entweder sind in solchen Fällen die Parzellen in mehrere Schläge mit unterschiedlichen Kulturen unterteilt (ca. 2/3 der Fälle) oder die Fläche des Schlages ist aus anderen Gründen tiefer als die Parzellenfläche (z.B. weil auf der Parzelle Ausgleichsflächen angelegt wurden). Die vorliegende Auswertung basiert deshalb auf Schlägen und nicht auf Parzellen.

Tabelle 2: Anzahl Betriebe, Parzellen und Schläge mit PSM-Einsatz bzw. Anzahl Betriebe, Schläge, offene Ackerfläche in Fruchtfolge und landwirtschaftliche Nutzfläche aller Betriebe (also mit und ohne PSM-Einsatz). Zahlen für das ÖLN-Jahr 2009. In Klammern ist jeweils der Durchschnitt pro Betrieb angegeben

	Total	Tal	Hügel	Berg
# Betriebe mit PSM-Einsatz	230	142	69	19
# Parzellen mit PSM-Einsatz	1881 (8.2)	1309 (9.2)	485 (7.0)	87 (4.6)
# Schläge mit PSM-Einsatz	2246 (9.8)	1615 (11.4)	535 (7.8)	96 (5.0)
# Betriebe gesamt	307	154	95	58
# Schläge gesamt	7273 (23.7)	3864 (25.1)	2251 (23.7)	1158 (20.0)
Offene Ackerfläche in FF [ha]	2842 (9.3)	2269 (15.6)	553 (7.7)	20 (2.0)
Landwirtschaftliche Nutzfläche [ha]	8249 (26.9)	4353 (28.3)	2376 (25.0)	1520 (26.2)

Die Betriebe mit PSM-Einsatz liegen mehrheitlich in der Talregion; aber auch die Betriebe der Hügel und Bergregion setzen PSM ein. Die durchschnittliche Anzahl Schläge mit PSM-Einsatz ist im Talgebiet am höchsten und im Berggebiet am tiefsten. Das Gleiche gilt auch für die offene Ackerfläche. Die durchschnittliche landwirtschaftliche Nutzfläche pro Betrieb ist dagegen in allen Regionen vergleichbar. Die durchschnittliche Nutzfläche ist mit beinahe 26.9 ha pro Betrieb deutlich über dem Schweizer Durchschnitt (CH-Durchschnitt aller Betriebe: 17.6 ha bzw. 21.5 ha für Haupterwerbsbetriebe, BFS, 2012) bzw. auch über dem Durchschnitt der 3372 Buchhaltungs-Referenzbetriebe (20.69 ha, BLW, 2010 Anhang – Tabellen 17-20). Tendenziell nehmen also sowohl in der Tal- als auch in der Hügel- und Bergregion eher grössere Betriebe am Agrarumweltmonitoring teil.

Im Bezug auf die Anzahl Schläge mit PSM-Applikationen weisen die Betriebe eine grosse Streuung auf. Im Durchschnitt sind es knapp 10 Schläge pro Betrieb, die mit PSM behandelt werden. Die Perzentile der Anzahl Schläge pro Betrieb zeigen, dass fast 20% der Betriebe weniger als vier Schläge behandeln, während die oberen 20% mehr als 15 (bis maximal 38) Schläge mit PSM behandeln. Die 20% mit den wenigsten Schlägen behandeln nur 5% aller erfassten Schläge, während die 20% mit den meisten Schlägen 42% aller Schläge behandeln.

Verteilung der Betriebe auf die Betriebstypen: Die Einteilung in die Betriebstypen wurde von der ZA-BH übernommen und entspricht den insgesamt 11 FAT99-Betriebstypen (Roesch, 2008). Die Spezialkulturbetriebe wurden nicht weiter in Gemüse-, Obst- und Weinbaubetriebe aufgeteilt. Am meisten Betriebe gehören zum Typ Verkehrsmilch, nämlich 28% aller Betriebe. Die Betriebe des Typs "Ackerbau" sind mit 13 Prozent vertreten und die Spezialkulturen mit 7%.



Tabelle 3: Anzahl Betriebe der Erhebung 2009 nach Betriebstypendefinition FAT99 (Roesch, 2008)

Typ-Nr	Betriebstyp gemäss FAT99	Anzahl Betriebe mit PSM-Einsatz	Anzahl Betriebe gesamt (davon Bio)
11	Ackerbau	31	31
12	Spezialkulturen	16	16 (1)
21	Verkehrsmilch	39	85 (14)
22	Mutterkühe	11	20 (6)
23	Anderes Rindvieh	2	8
31	Pferde/Schafe/Ziegen	1	1
41	Veredlung oder Schweine	2	9 (1)
51	Kombiniert Verkehrsmilch/Ackerbau	35	36
52	Kombiniert Mutterkühe	11	11
53	Kombiniert Veredlung	41	45 (4)
54	Kombiniert Andere	36	38 (3)
	Ohne Angabe	5	7 (1)
	Total	230	307

Die Einteilung in den vom Pflanzenschutz her sehr relevanten Betriebstyp Spezialkulturen, erfolgt wenn die Summe der Gemüse-, Obst- und Weinflächen mehr als 10% der landwirtschaftlichen Nutzfläche (LN) beträgt und die GVE/ha nicht grösser als 1 sind. Diese Kriterien sagen aber nicht so viel über die Bedeutung dieses Kulturtyps für den Betrieb aus. So reichte es z.B. in einem Fall aus, dass der Betrieb auf drei Schlägen Spargeln angebaut hatte, um dem Typ Spezialkulturen zugordnet zu werden.

Biobetriebe: Für das Jahr 2009 wurden auch Feldkalender von 30 Biobetrieben ausgewertet. Es handelte sich mehrheitlich um Milchwirtschaftsbetriebe (siehe Tabelle 3) mit nur 99.9 ha für den Pflanzenbau genutzter Fläche, davon 54 ha Getreide. Dies entspricht etwa 3 % der über das ZA-AUI erfassten Fläche (Wiesen und Weiden nicht mitgezählt). Nur vier Betriebe hatten auch einen oder mehrere Schläge auf denen (für den Bioanbau zugelassene) PSM eingesetzt wurden, was nicht ausreicht um Aussagen über den Pflanzenschutz auf Biobetrieben zu machen.

Verteilung der Nutzfläche auf die Kulturgruppen: Werden die Nutzflächen der an der ZA-AUI beteiligten Betriebe mit den Nutzflächen der Schweizer Landwirtschaft verglichen, erhält man aus der Aufschlüsselung nach Kulturgruppen Hinweise, wie repräsentativ die Erhebung ist (Abbildung 4 bzw. Zahlen im Anhang 1). Um die Übersichtlichkeit zu erhöhen wurden einige der 19 für die Auswertungen unterschiedenen Kulturgruppen zusammengefasst. Konkret wurden alle Getreidearten, die beiden Rübenarten und alle Obstkulturen zu je einer Kulturgruppe zusammengefasst. Ausserdem wurden Wiesen und Weiden aus Darstellungsgründen nicht in der Grafik berücksichtigt. Werden Wiesen und Weiden berücksichtigt (Summe von Kunstwiesen, Naturwiesen, Weiden und Brachen) machen sie 64% der Nutzfläche der 307 ausgewerteten Betriebe aus (gesamte CH: 71%).

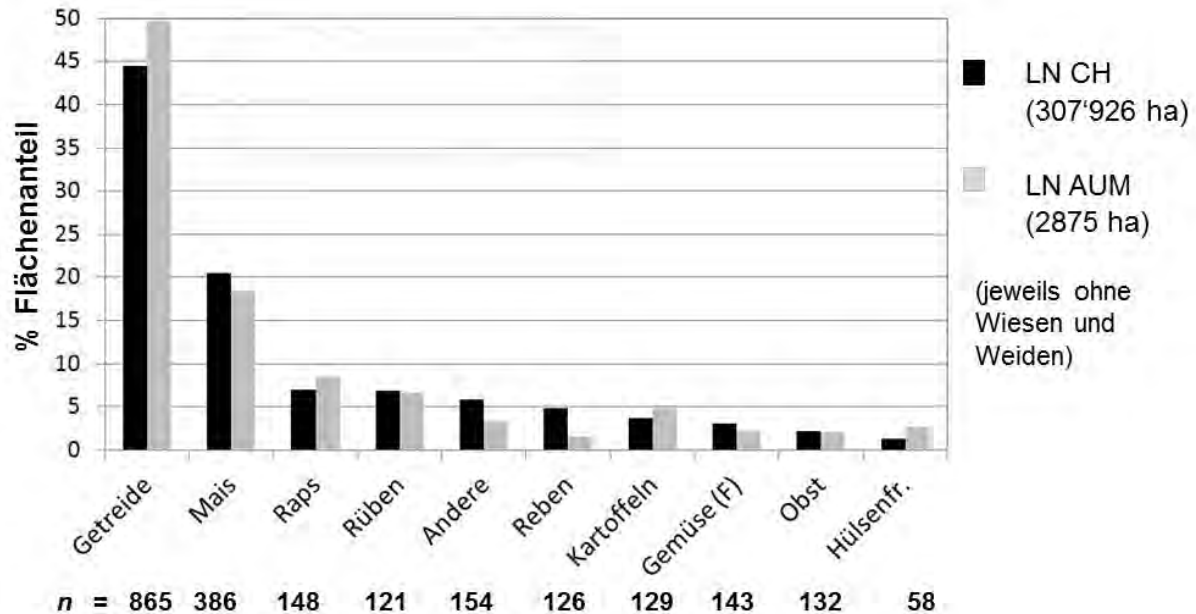


Abbildung 4: Prozentualer Flächenanteil der Landnutzung der Schweizer Landwirtschaft und der ZA-AUI teilnehmenden Betriebe nach Kulturgruppen (Zahlen im Anhang A1). Für jede Kulturgruppe ist auch die Anzahl erfasster Schläge angegeben. In die Gruppe "Andere" fallen insgesamt 46 Kulturen, die keiner anderen Kulturgruppe zugordnet werden konnten (Details im Text). LN: Landwirtschaftliche Nutzfläche, F: Freiland

Insgesamt decken die zehn in Abbildung 4 dargestellten Kulturgruppen 2875 ha ab, wobei die Fläche von Wiesen und Weiden nicht mitgezählt wurde (siehe Anhang A1). Die in der Schweiz angebaute Fläche der zehn Kulturgruppen betrug 307'926 ha im Jahr 2009 (BLW, 2010 bzw. Anhang A1). Damit deckten die an der ZA-AUI beteiligten Betriebe 0.94% der Schweizer Landwirtschaft ab. Für die meisten Kulturgruppen sind die über die ZA-AUI erfassten Flächen ungefähr proportional zu den in der Schweiz gesamthaft angebauten Flächen. Unterproportional erfasst werden vor allem Reben (ZA-AUI 1.6% bzw. CH 4.8%), aber auch Freilandgemüse (ZA-AUI 2.2% bzw. CH 3.1%) und "Andere". In die Kulturgruppe "Andere" fallen 154 Schläge auf denen 45 verschiedene Kulturen angebaut wurden, die von Brombeeren über Gewächshauskulturen (22 Schläge mit 12 Kulturen) bis zu Ziersträuchern reichen, aber im Schnitt nur vier Schläge pro Kultur beinhalten, was zu wenig ist für eine weitere Analyse. Einzig für Sonnenblumen (23 Schläge) und Streue- und Torfland (29 Schläge aber alle ohne PSM-Einsatz) wurden mehr als 10 Schläge erfasst. Ein ähnliches Bild ergab sich auch bei den 143 Schlägen mit Freilandgemüse auf denen 36 verschiedene Kulturen angebaut wurden (nur zwei Kulturen auf mehr als 10 Schlägen).

Auch bei der für die Auswertungen und Hochrechnungen verwendete verfeinerte Einteilung mit 19 Kulturgruppen ist der Anteil der einzelnen Kulturgruppen weitgehend proportional zur Schweizer Landwirtschaft (Anhang A1). Aus dem Rahmen fällt einzig die Kulturgruppe Hochstammbobst, die deutlich unterproportional erfasst wurde. So wurde bei der ZA-AUI im Jahr 2009 nur 4.2 ha Hochstammbobst erfasst, was 0.14% der gesamten erfassten Fläche ausmacht, während es für die Schweizer Landwirtschaft gemäss Anhang A1 mit 0.7% fünfmal mehr sind.



Die Zuordnung von Raps, Wintergerste und Winterweizen zu Extenso ist noch mit gewissen Unsicherheiten verbunden (Anhang A1), es gibt aber keinen Hinweis, dass die an der ZA-AUI beteiligten Betriebe überproportional viel oder wenig Extenso-Flächen haben.

Bemerkung I: Die angepasste Version des Export-Tools liefert auch Angaben, ob eine Kultur als Zwischenkultur angebaut wurde. Die 583 erfassten Zwischenkultur-Flächen setzten sich mehrheitlich aus "Gründüngung" oder "Zwischenfutter" zusammen, aber es waren auch 17 Freilandgemüse-Schläge und 2 Grünmais-Schläge darunter. Als provisorische Lösung wurden die 22 mit PSM-behandelten Flächen als Hauptkultur in die Auswertung einbezogen und die übrigen 561 Flächen ausgeschlossen. Diese Lösung ist geeignet, wenn es darum geht Kennzahlen für eine bestimmte Kultur zu berechnen (z.B. wie häufig Salat im Durchschnitt behandelt wird). Für Fragestellungen mit direktem Flächenbezug (z.B. wie viel kg WS/ha/Jahr auf einem typischen Gemüsebetrieb ausgebracht wird) müssten sie aber noch verfeinert werden, indem auf einem bestimmten Schlag die Wirkstofffrachten aller Kulturen eines landwirtschaftlichen Jahres zusammengezählt werden. Solche Fragestellungen würden aber u.U. sogar eine Anpassung von Agro-Tech erfordern. Da es sich in den Auswertungen 2009 und 2010 um eine bescheidene Anzahl Flächen (insgesamt 31 bzw. 38) mit wenigen Produkt-Applikationen handelt, beeinflussen diese Effekte die Auswertung kaum.

Bemerkung II: Die behandelte Grundfläche aller an der ZA-AUI beteiligten Betriebe (Abschnitt 1.3, Definition 4) beträgt 2625 ha (ohne Wiesen und Weiden). Im 3-Seenprojekt (Keller und Amaudruz, 2005), in dem von 1997-2003 Daten gesammelt wurden, war die behandelte Grundfläche im Jahr 2003 (das Jahr mit der grössten erfassten Fläche) 2203 ha (ohne Wiesen und Weiden) also ungefähr 20% tiefer (M. Wagner, persönliche Mitteilung). Im 3-Seenprojekt wurde allerdings in Fällen in denen ein Betrieb mehr als einen Schlag einer bestimmten Kultur hatte jeweils nur der grösste Schlag der entsprechenden Kultur in die Auswertung aufgenommen.

Anteil behandelter Flächen: Aus früheren Erhebungen ist bekannt, dass bestimmte Kulturen je nach Befallsdruck durch Schaderreger in gewissen Jahren keine Behandlungen benötigen (Keller und Amaudruz, 2005). Zur Bestimmung des Anteils behandelter Flächen der an der ZA-AUI beteiligten Betriebe wurde für jede Kulturgruppe bestimmt, wie viel Prozent der Schläge ein- oder mehrmals behandelt wurden und wie viel Prozent nie behandelt wurden. Bei allen wichtigen Ackerkulturen wird zwischen 88 und 100% der Anbaufläche behandelt, während die flächenmässig weniger bedeutenden Kulturgruppen Hülsenfrüchte und Freilandgemüse zu 83% bzw. 81% behandelt wurden (Abbildung 5). Bei den Wiesen und Weiden wurden knapp 10% der erfassten Flächen behandelt, wobei die Einzelstockbehandlungen nicht berücksichtigt wurden.

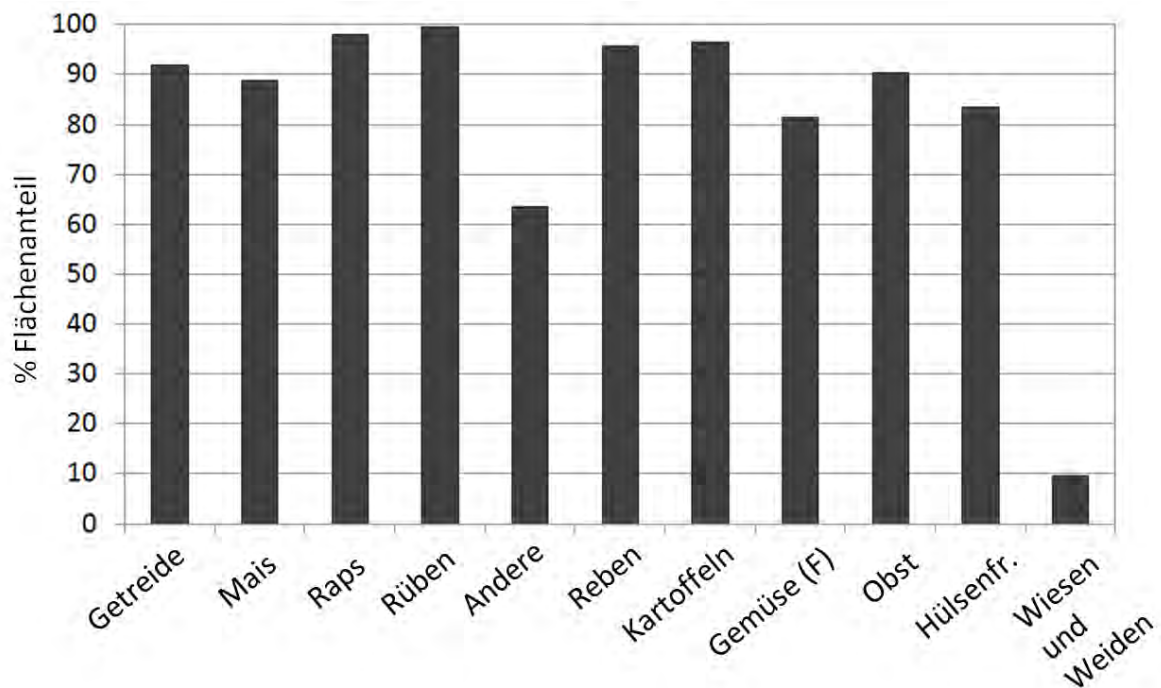


Abbildung 5: Anteil behandelte Flächen an der gesamten in der ZA-AUI erfassten Fläche nach Kulturgruppen

Der gemäss ZA-AUI nicht behandelte Anteil der Flächen lässt sich mit Daten aus Grossbritannien vergleichen (Garthwaite *et al.*, 2010a). Diese dürften sehr genau sein, weil sie über Betriebsbesuche erhoben werden. Die Zahlen stimmen zum Teil gut (z.B. für Winterweizen mit CH: 2.5%, UK: 2.3% unbehandelten Flächen) und zum Teil schlecht überein (z.B. für Wintergerste mit CH: 5.3%, UK: 0.1% unbehandelten Flächen) (Zahlen in beiden Ländern ohne Saatgutbehandlungen). Es muss davon ausgegangen werden, dass ein gewisser Anteil der ZA-AUI-Flächen aufgrund fehlender Einträge im Feldkalender als "nicht behandelt" eingestuft werden, obwohl sie eigentlich behandelt wurden. Dies wurde an einem Beispiel detailliert untersucht und zwar wurden für die konventionellen Betriebe alle Winterweizenschläge ohne PSM-Einsatz herausgesucht. Die Feldkalendereinträge der 18 Schläge wurden nach folgenden Kriterien evaluiert: Vollständigkeit Feldkalender für übrige Angaben (Saat, Düngung, Ernte), PSM-Einsatz auf anderen Schlägen, Ertrag.

Tabelle 4: Evaluation konventionell angebaute Winterweizenschläge ohne PSM-Einsatz

Ergebnis der Plausibilitätsüberprüfung	Anzahl Schläge	Fläche
Angaben plausibel → unbehandelt	6	5.8
Unklar	7	6.5
Angaben NICHT plausibel → behandelt	5	9.3

Die Analyse ergab, dass einem Drittel der Schläge plausible Angaben vorlagen, ein knappes Drittel konnte mit hoher Sicherheit als behandelt eingestuft werden und bei einem guten Drittel war auch nach der Analyse unklar, wie gewirtschaftet wurde. Die in Abbildung 5 dargestellten Zahlen sind daher eher als Untergrenze zu betrachten, d.h. in der Praxis werden nur wenige Prozent der Ackerflächen



überhaupt nicht behandelt. Das gilt auch für die Dauerkulturen. So haben z.B. 4% der Rebfläche der ZA-AUI-Betriebe keine Pflanzenschutzmassnahmen in den Feldkalendern eingetragen, während es in der Praxis vermutlich weniger als 1% sind (der Anteil angebaute mehltioresistenter Sorten liegt laut ACW-Experten unter 1% der Rebfläche). Beim Freilandgemüse ist der Anteil von 19% unbehandelter Flächen besonders hoch und dürfte ebenfalls zu einem gewissen Anteil auf das Fehlen von Feldkalendereinträgen zurückzuführen sein. Die Vergleichszahlen aus UK reichen je nach Gemüsegruppe von 9-16% (Garthwaite *et al.*, 2009).

Fazit: Der Anteil unbehandelter Flächen ist abgesehen von Wiesen und Weiden generell tief. Tendenziell dürfte er sogar noch tiefer sein, als aus den ZA-AUI-Daten geschätzt. Die in Tabelle 4 aufgelistete Auswertung wurde nicht für die weitere Auswertung übernommen, weil es sehr zeitaufwändig ist, die einzelnen Schläge zu überprüfen.

Vergleich der Erhebungsjahre 2009 und 2010: Alle Auswertungen des Jahres 2009 wurden analog auch für das Jahr 2010 durchgeführt. Die Anzahl Betriebe mit auswertbaren Daten sank von 2009 auf 2010 leicht von 307 auf 304 und die landwirtschaftliche Nutzfläche aller Betriebe um 4%. Die zur Tabelle 2 analoge Auswertung ist im Anhang 3 zu finden (Tabelle A3.1). Was die durchschnittlichen allgemeinen Betriebsangaben betrifft, gibt es kaum Unterschiede zwischen den Jahren. Die grössten Unterschiede betreffen die Anzahl Schläge mit PSM-Einsatz im Hügel und Berggebiet (Abnahme um ca. 20%), wobei die Stichprobengrösse für diese Regionen generell klein ist, was die Streuung erhöht.

Die erfasste Fläche nach Kulturen zeigten Unterschiede zwischen 0 im Fall von Raps und 28% im Fall von Reben (Anhang 3 Tabelle A3.2). Tendenziell wurde etwas mehr Fläche von den Kulturen mit hohem Bedarf an zusätzlichen Daten erfasst (Freilandgemüse, Reben, Obst). Am grundsätzlichen Bild der prozentualen Verteilung der Kulturen im Vergleich zur CH-Landnutzung (Abbildung 4) hat sich in diesem ersten Jahr noch relativ wenig geändert.

Ein für die Diskussion wichtiger Aspekt ist die Anzahl neuer Betriebe. Sowohl die ZA-AUI als auch die ZA-BH sollten laut BFS in Zukunft immer einen gewissen Anteil neuer Betriebe in die Erfassung nehmen (und einen gewissen Anteil alter Betriebe nicht mehr erfassen). Im Jahr 2010 betrug die Überlappung zum Jahr 2009 insgesamt 86%, d.h. 14% der Betriebe waren neu dazugekommen. Damit war die Überlappung fast gleich wie bei der ZA-BH für die Jahre 2008 und 2009 (Roesch, 2011). Vergleicht man statt der Anzahl Betriebe die Fläche der überlappenden Betriebe kommt man auf sehr ähnliche Zahlen und zwar auf 83% Überlappung.

4.2 Kulturspezifische Kennzahlen

Es wurden jeweils die arithmetischen Mittel über die Schläge aller Kulturen, die zu einer Kulturgruppe gehören gebildet. Es wurden zum Beispiel für die Kulturgruppe Steinobst die Angaben aller Schläge gemittelt, um die Kennzahlen zu berechnen und nicht zuerst die Kennzahlen für Aprikosen, Kirschen, Zwetschgen etc. berechnet und danach die Kennzahlen gemittelt.

4.2.1 Behandlungshäufigkeit

Die kulturspezifische Behandlungshäufigkeit lässt sich als durchschnittliche Anzahl Produkt-Applikationen, Wirkstoff-Applikationen oder Interventionen pro Jahr angeben (Abschnitt 1.3, Definition 10). Die Vor- und Nachteile der drei Kennzahlen wurden an einem am 4.11.2011 am BLW durchgeführten Workshop mit Pflanzenschutzexperten diskutiert. Es wurde ein Konsens gefunden, dass die durchschnittliche Anzahl Interventionen das aussagekräftigste Mass für die Behandlungshäufigkeit ist und dass diese Kennzahl auch geeignet ist für die Publikation im Agrarbericht. Deshalb werden die durchschnittliche Anzahl Produkt-Applikationen und die durchschnittliche Anzahl Wirkstoff-Applikationen in diesem Bericht nicht wiedergegeben.



Die nicht behandelten Flächen wurden bei der Berechnung der durchschnittlichen Behandlungshäufigkeit berücksichtigt. Betroffenen Schlägen wurden entsprechend eine Behandlungshäufigkeit von Null zugewiesen. Die in Abbildung 5 dargestellten Anteile behandelte Fläche machen deutlich, dass beim Ackerbau die Berücksichtigung der 0.5–12% nicht behandelte Flächen zu geringfügig anderen Kennzahlen führt, während bei Wiesen und Weiden der nicht behandelte Anteil unbedingt berücksichtigt werden muss. Neben dem Mittelwert werden in Tabelle 5 auch die Quartile angegeben, welche neben der Streuung auch Rückschlüsse über die Schiefe der Verteilungen zulassen. Vor allem bei den Kulturgruppen "Andere", "Freilandgemüse" und "Wiesen und Weiden" liegen die Mittelwerte nahe bei oder sogar ausserhalb der Quartile, was auf sehr schiefe Verteilungen hinweist (einige Schläge mit sehr vielen Produkt-Applikationen und viele mit relativ wenigen oder keinen Produkt-Applikationen).

Die Unterteilung in die PSM-Wirkungsbereiche wurde anhand der 6 "Major Groups" des Annex III der EU-Verordnung über Statistiken zu Pestiziden (1185/2009) vorgenommen (siehe auch Abschnitt 2.4). Wirkstoffe des Wirkungsbereichs Rodentizide wurden zur Major Group "Other Plant Protection Product" geschlagen (übersetzt mit "Andere PSM"), dafür wurde der zusätzliche Wirkungsbereich Molluskizide eingeführt. Ausserdem fallen Safener, Netzmittel, Adjuvantien nicht mehr in die Kategorie Pflanzenschutzmittel (siehe Abschnitt 2.4). Die Feldkalendereinträge der entsprechenden Wirkstoffe wurden nicht mitgezählt.

Die Datengrundlage ist auch für einen einfachen Indikator wie die Anzahl Interventionen bei einigen Kulturgruppen nicht ausreichend. Auf die Kriterien ab wann die Datenlage als "ausreichend" eingestuft werden kann, wird im Diskussionsteil eingegangen.



Tabelle 5: Anzahl Interventionen pro Jahr nach Kulturgruppen. In Klammern die Anzahl ausgewerteter Schläge. F: Fungizide, H: Herbizide, I: Insektizide, PGR: Wachstumsregulatoren, M: Molluskizide, ZR: Andere PSM, $q_{0,25}$: unteres Quartil, $q_{0,75}$: oberes Quartil, Dugon et al. (2010): Anzahl Interventionen der Erhebungsperiode 2002-2004. Grau schattierte Zeilen: Aussagen nicht aussagekräftig, weil zu wenige Schläge oder Kulturgruppe zu heterogen.

	Herkunft der Daten							
	ZA-AUI, 2009							Dugon et al., 2010
Kulturgruppe	PSM-Wirkungsbereich							
	H	F	I	PGR	M	ZR	Gesamt ($q_{0,25}, q_{0,75}$)	Gesamt
Andere Nutzungen (154)	0.5	0.9	0.24	–	0.1	<0.01	1.6 (0, 2)	
Freilandgemüse (143)	0.9	1.0	0.57	–	0.05	0.1	2.0 (0, 2)	
Futterrüben (22)	3.4	0.3	0.23	–	0.2	0.4	4.0 (3, 5)	
Hochstammbobst (15)	–	1.7	1.40	–	–	–	2.0 (0, 3.5)	
Hülsenfrüchte (58)	1.3	0.4	0.38	–	–	<0.01	1.9 (1, 3)	
Kartoffeln (129)	1.9	5.4	0.44	–	0.2	0.5	7.4 (6, 10)	7.5
Kernobst (78)	2.5	12.2	3.4	1.1	0.04	0.6	16.1 (10.3, 21)	
Mais (386)	1.0	<0.01	<0.01	–	0.03	0.03	1.0 (1, 1)	1.1
Raps (121)	1.1	0.8	2.20	–	0.7	0.02	4.4 (3, 5)	2.1
Raps Extenso (17)	1.1	–	–	–	–	–	1.1 (1, 1)	
Reben (126)	1.2	9.3	0.37	–	–	0.06	10.6 (9, 13)	
Steinobst (39)	0.9	4.5	2.08	0.01	–	0.1	5.3 (3, 7.8)	
Übriges Getreide (147)	1.0	0.3	–	0.3	0.01	–	1.4 (1, 2)	
Wiesen und Weiden (5011)	0.07	–	–	–	–	<0.01	0.07 (0, 0)	
Wintergerste (91)	1.1	1.5	–	1.4	0.03	–	2.8 (2, 3)	2.7
Wintergerste Extenso (94)	1.1	–	–	–	–	–	1.1 (1, 1)	1.6
Winterweizen (223)	1.1	1.4	0.08	1.0	0.02	0.03	2.8 (2, 3)	3.4
Winterweizen Extenso (310)	1.0	–	–	–	–	–	1.0 (1, 1)	1.4
Zuckerrüben (99)	3.8	1.1	0.07	–	0.3	0.3	5.1 (4, 6)	4.8

^[1] Bemerkung: Werden Produkte mit unterschiedlichen Wirkungsbereichen gemischt, wird für das Total trotzdem nur eine Applikation gezählt. Für die einzelnen Wirkungsbereiche wird aber je eine Applikation gezählt, was zur Folge hat, dass die Spalte "Mittelwert" kleiner sein kann als die Summe der einzelnen Wirkungsbereiche. Fiktives Beispiel: Eine Tankmischung mit zwei Fungiziden und einem Insektizid zählt als 1 Applikation für das Total, als 1 Applikation für die Anzahl Fungizide und als 1 für die Anzahl Insektizide. (cf. http://www.jki.bund.de/fileadmin/dam_uploads/veroeff/berichte/151_NEPTUN_Weinbau_2009.pdf, S. 9).

Als Vergleich können die Werte der Erhebungsperiode 2002-2004 aus der Publikation von Dugon et al. (2010) dienen. Es handelt sich um ein von der Agridea betreutes Betriebsnetz mit ca. 30 Acker-



baubetrieben in der Romandie und im Tessin. Die Werte weichen bei fast allen Kulturen weniger als 20% von den Werten in Tabelle 5 ab. Die Ausnahmen bilden Extenso-Wintergerste (1.6 bei Dugon *et al.* (2010) vs. 1.1 in der vorliegenden Studie) und vor allem Raps bei dem im Jahr 2009 4.2 Interventionen erfasst wurden, während es bei Dugon *et al.* (2010) nur 2.1 Interventionen waren. Die Kennzahlen nach Wirkungsbereichen zeigen, dass die Zunahme beim Raps vor allem auf den häufigeren Insektizideinsatz (von 0.3 auf 2.2), aber auch den häufigeren Fungizideinsatz zurückzuführen ist (von 0.2 auf 0.8). Nach Ansicht kantonaler Pflanzenschutzexperten ist der Anstieg der Anzahl Insektizidbehandlungen plausibel, denn im Rapsanbau sind im Lauf der letzten Jahre die Pyrethroid-Resistenzen des Rapsglanzkäfers immer verbreiteter (Brenner, 2011).

Ein weiterer erwähnenswerter Punkt ist die erhöhte Anzahl Fungizid-Applikationen in der Gerste, die bei Dugon *et al.* (2010) in allen Erhebungsjahren unter 1 lag, und in der vorliegenden Auswertung in den Jahren 2009 und 2010 1.5 bzw. 1.6 betrug. Es muss sich dabei nicht um eine Änderung der Praxis handeln, sondern kann auch ein regionaler Effekt sein, also dass in der Romandie weniger Fungizidbehandlungen nötig sind als im Schweizer Durchschnitt.

Neben den Durchschnittswerten ist auch die Streuung zwischen den einzelnen Schlägen interessant (Abbildung 6), die sich am besten durch Boxplots darstellen lässt. Im Fall der grossen Ackerkulturen zeigt sich, dass die an der ZA-AUI beteiligten Betriebe in Bezug auf die Anzahl Interventionen relativ einheitlich arbeitet. Die Ausnahmen sind Kartoffeln ($q_{0.25} = 6$ und $q_{0.75} = 10$) und insbesondere Kernobst ($q_{0.25} = 10.3$ und $q_{0.75} = 21$).

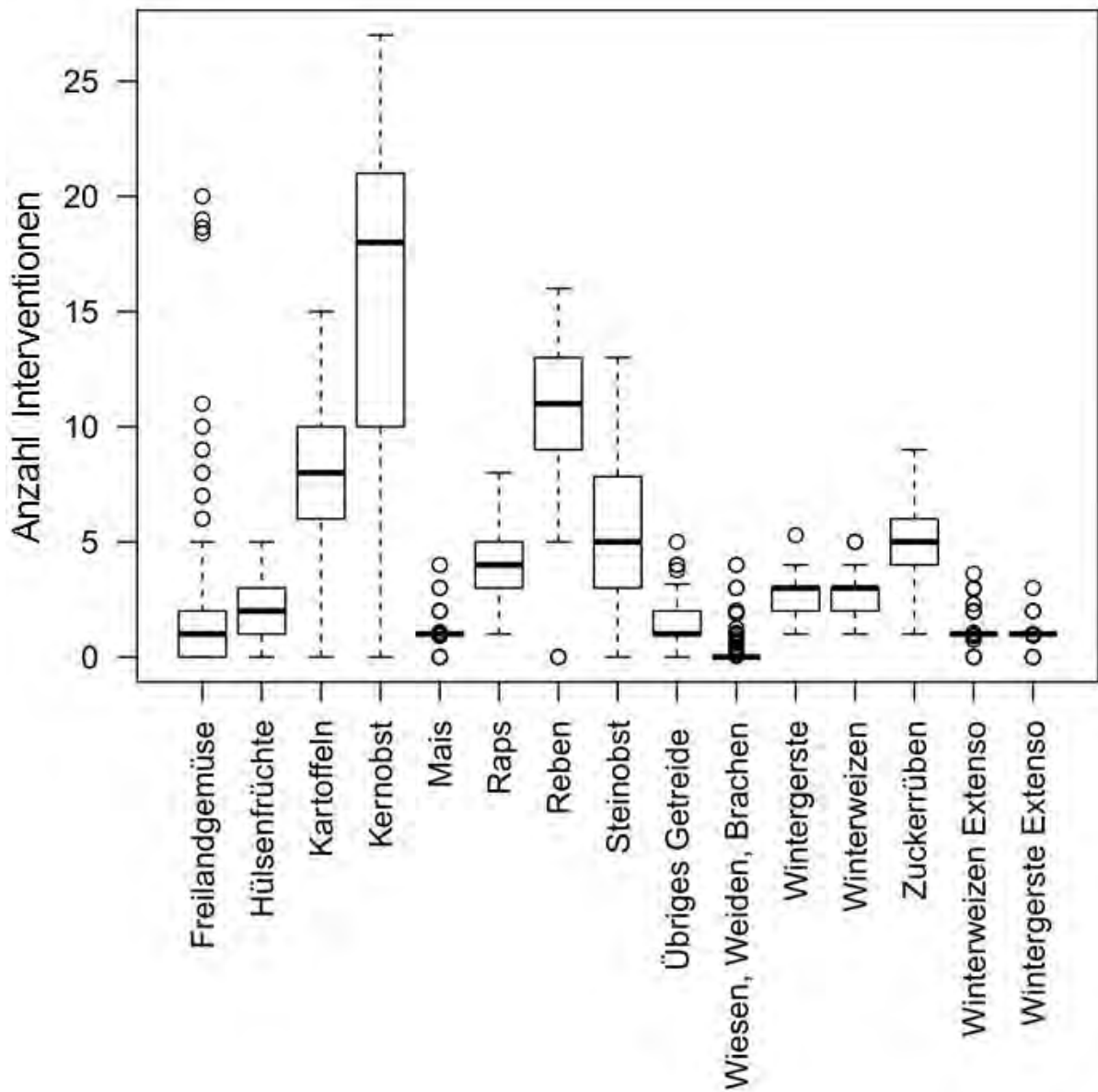


Abbildung 6: Durchschnittliche Anzahl Interventionen. Nicht dargestellt sind die Kulturgruppen "Andere", "Futtrüben", "Hochstammbobst" und "Raps Extenso" (niedrige Anzahl Schläge oder sehr heterogene Kategorie). Die Länge der Kisten entspricht dem Abstand der Quartile und die Unterteilung entspricht dem Median. Die einzeln eingezeichneten Kreise gelten als "extreme" Beobachtung, während die Stäbe der grössten bzw. kleinsten "normalen" Beobachtung entsprechen (im Fall des oberen Stabs = grösste Beobachtung, die kleiner als $q_{0.75} + 1.5 (q_{0.75} - q_{0.25})$ ist).

Vergleich der Behandlungshäufigkeiten der Erhebungsjahre 2009 und 2010

Tabelle A3.3 im Anhang enthält die für die Erhebung 2010 berechneten Behandlungshäufigkeiten angegeben als Anzahl Interventionen (analog zur Tabelle 5). Die Kennzahlen weichen bei der Mehrheit der Kulturen nur geringfügig ab. Für die Kennzahl Anzahl Interventionen sind es 4 von 19 Grup-



pen mit Abweichungen grösser 20% (grau schattiert). In einem Fall handelt es sich um eine sehr heterogene Kulturgruppe (Freilandgemüse) und in zwei Fällen um Kulturgruppen von denen nur wenige Schläge erfasst wurden (Hochstammobst und Extenso-Raps). Beide Faktoren, also hohe Heterogenität und geringe Anzahl erfasster Schläge, führen zu höherer Streuung und damit zu höheren Unsicherheiten bei der geschätzten Anzahl Interventionen.

Ein ähnliches Bild zeigt sich beim Vergleich der nach Wirkungsbereich aufgeschlüsselten Anzahl Interventionen: Es sind vor allem die Kulturen, von denen nur wenige Schläge erfasst wurden, die grössere Abweichungen aufweisen. Den grössten Unterschied zwischen 2009 und 2010 wies der Insektizideinsatz bei Reben auf, der um einen Faktor 3 sank - allerdings auf tiefem Niveau (von 0.37 auf 0.13 im Jahr 2010). Es ist zu beachten, dass bei tiefen Behandlungshäufigkeiten, die Schätzungen bei den meisten Kulturen auf relativ wenigen Schlägen beruhen (im Fall der Insektizideinsätze in Reben basiert die Kennzahl auf 17 von 130 Rebflächen).

4.2.2 Wirkstoffmengen

Für jeden Wirkstoff wurde für jede Kulturgruppe die durchschnittliche Aufwandmenge auf der gesamten Fläche und pro Jahr berechnet (Abschnitt 1.3, Definition 9). Anschliessend wurden die durchschnittlichen Aufwandmengen der Wirkstoffe anhand der sechs in diesem Bericht verwendeten Wirkungsbereiche summiert (Tabelle 6). Nichtbehandelte Flächen der an der ZA-AUI beteiligten Betriebe wurden berücksichtigt, indem ihnen eine Aufwandmenge von 0 kg/ha zugordnet wurde. Es wurden wiederum die sechs Wirkungsbereiche der EU-Statistikverordnung übernommen. Auch Produkte auf anorganischer Basis wie Kaolin, Kupfer und Schwefel werden dadurch abgedeckt.

Tabelle 6: Mittlere Wirkstoffmengen nach Wirkungsbereichen und Kulturgruppe [kg WS/ha/Jahr]. Werte unter 0.1 wurden als <0.1 angegeben, bzw. mit – falls in der entsprechenden Kulturgruppe kein einziger Wirkstoff mit diesem Wirkungsbereich appliziert wurde

Kulturgruppe	H	F	I	M	PGR	ZR	Gesamt
Andere Nutzungen	1.3	0.7	<0.1	<0.1	–	<0.1	2.1
Freilandgemüse	1.3	3.8	0.4	<0.1	–	0.1	5.7
Futterrüben	4.6	<0.1	0.5	<0.1	–	0.4	5.6
Hochstammobst	–	3.3	0.4	–	–	0.9	4.6
Hülsenfrüchte	1.9	0.2	<0.1	–	–	<0.1	2.2
Kartoffeln	2.5	7.6	<0.1	<0.1	–	3.0	13.2
Kernobst	2.9	21.5	1.4	0.2	0.2	15.7	41.9
Mais	1.4	–	<0.1	<0.1	–	<0.1	1.4
Raps	1.6	0.5	0.1	0.2	–	<0.1	2.4
Raps Extenso	2.0	–	–	–	–	–	2.0
Reben	1.3	24.1	0.2	–	–	0.7	26.3
Steinobst	1.1	5.5	0.8	–	<0.1	1.5	8.9
Übriges Getreide	0.8	0.3	–	<0.1	0.2	–	1.3
Wiesen, Weiden	<0.1	–	–	<0.1	–	<0.1	0.06
Wintergerste	1.6	1.0	–	<0.1	0.5	–	3.1
Wintergerste Extenso	1.2	–	–	–	–	–	1.2
Winterweizen	0.8	0.9	<0.1	<0.1	0.3	<0.1	2.0
Winterweizen Extenso	0.7	–	–	–	–	–	0.7
Zuckerrüben	5.1	0.3	0.1	0.1	–	0.1	5.6



Die Gesamtmenge Wirkstoff pro ha ist am höchsten für Kartoffeln, Kernobst und Reben mit jeweils mehr als 10 kg WS/ha/Jahr. Die hohen Mengen sind jeweils auf einige wenige Wirkstoffe, welche hohe Aufwandmengen benötigen, zurückzuführen. So machen bei den Fungiziden Folpet und Schwefel im Weinbau schon 73% und im Obstbau 45% der Menge aus. Bei der hohen Menge "andere PSM" (ZR) im Kernobst handelt es sich zu 89% um Mineralöl. Die tiefsten Mengen pro Hektar und Jahr werden mit 0.06 kg/ha/Jahr auf Wiesen und Weiden eingesetzt. Für die übrigen Kulturen liegen die Wirkstoffmengen pro ha zwischen 0.7 und 8.8 kg WS/ha/Jahr. Den grössten Anteil an der Gesamtmenge machen bei den meisten Kulturgruppen die Herbizide aus. Die Ausnahme bilden Freilandgemüse, Kartoffeln, Reben und Obst, bei denen die Fungizide den grössten Anteil an der Gesamtmenge bilden.

Vergleich der Wirkstoffmengen der Erhebungsjahre 2009 und 2010

Tabelle A3.4 im Anhang enthält die für die Erhebung 2010 berechnete mittlere Wirkstoffmenge (analog zur Tabelle 6). Wie bei der Anzahl Interventionen war auch bei dieser Kennzahl bei den meisten Kulturgruppen keine substantziellen Veränderungen von 2009 auf 2010 zu verzeichnen.

4.2.3 Wirkstoffranking

Das Wirkstoffranking (Abschnitt 1.3, Definition 12) kann unter Angabe einzelner Wirkstoffe oder von Wirkstoffgruppen berechnet werden. Das Wirkstoffranking gibt den prozentuale Anteil der einzelnen Wirkstoffe an der gesamten Anzahl Wirkstoff-Applikationen wieder. Es wird getrennt nach Wirkungsbereichen (Herbizid, Fungizid, etc.) berechnet und soll darüber Aufschluss geben wie viele verschiedene Wirkstoffe in einer Kultur eingesetzt werden (Tabelle 7). Ein Wirkstoffwechsel ist bei den meisten Schaderregern wünschenswert, denn dadurch wird das Risiko von Resistenzbildungen gesenkt. Für den Fungizideinsatz in Kartoffeln liegen auch aktuelle Zahlen aus Deutschland vor (Rossberg, 2013). Der Vergleich der beiden Erhebungen zeigt weitgehende Übereinstimmung der eingesetzten Produkte, denn 10 von 12 Wirkstoffen sind in beiden Ländern unter den Top 12. Es zeigen sich aber auch klare Unterschiede bei der Bedeutung einzelner Wirkstoffe. So scheint Chlorothalonil auf den an der PAPA-Erhebung beteiligten Betrieben kaum eine Rolle zu spielen (der Anteil liegt bei 0.8%), während es mit 9.3% Anteil an den Fungizidapplikationen auf den ZA-AUI-Betrieben einen Platz in der Bekämpfungsstrategie zu haben scheint.



Tabelle 7 Prozentualer Anteil der einzelnen Wirkstoffe am Fungizideinsatz in Kartoffeln (nur die 12 meisteingesetzten Wirkstoffe aufgelistet)

ZA-AUI 2009 (Schweiz)		Panel Pflanzenschutzmittel-Anwendungen (PAPA) 2011 (Deutschland)	
Wirkstoff	Anteil an Fungizid-applikationen	Wirkstoff	Anteil an Fungizid-applikationen
Mancozeb	26.3	Mancozeb	19.4
Cymoxanil	15.3	Fluazinam	18.9
Chlorothalonil	9.3	Propamocarb	8.6
Fluazinam	8.3	Fluopicolide	8.4
Fenamidon	7.3	Cyazofamid	7.7
Propamocarb	7.0	Cymoxanil	5.3
Dimethomorph	6.2	Metalaxyl-M	5.2
Mandipropamid	3.8	Mandipropamid	4.7
Famoxadone	3.7	Dimethomorph	4.3
Azoxystrobin	3.3	Azoxystrobin	4.2
Metalaxyl-M	3.2	Benthiavalicarb	3.9
Mancozeb	26.3	Famoxadone	2.4

4.2.4 Hochrechnungen auf die PSM-Gesamtmenge

Für die von den an der ZA-AUI beteiligten Betrieben abgedeckten Kulturen lässt sich auch die gesamte in der Schweiz eingesetzte Wirkstoffmenge hochrechnen. Es ist zu erwarten, dass die hochgerechnete Menge niedriger ist als die vom BLW erfasste verkaufte Menge, denn diese beinhalten auch den nichtlandwirtschaftlichen Einsatz, wie den Einsatz im Gartenbau, den nichtgewerblichen Einsatz und auch den Einsatz auf Bahnanlagen. Was den PSM-Einsatz im Gartenbau betrifft, beziffert eine Hochrechnung aus einer an der ZHAW Wädenswil durchgeführten Studie den Anteil an der Verkaufsmenge auf 58 t für die Erhebungsperiode 2005/2006 (Krebs *et al.*, 2008) und auf 29 t für die Erhebungsperiode 2009/2010 (Krebs *et al.*, 2011), was 2.6% bzw. 1.3% der verkauften Menge entspricht. Was den nichtgewerblichen Einsatz betrifft wurde für das Jahr 2008 eine Verkaufsmenge von 97.5 t hochgerechnet, wobei dabei nur die 8 wichtigsten Herbizide hochgerechnet wurden (Wittwer und Gubser, 2010).

Für die Hochrechnungen aus der ZA-AUI wurden die in Tabelle 6 angegebenen Werte zu Wirkstoffmengen mit der landwirtschaftlichen Nutzfläche der 16 Kulturgruppen mit den im Anhang A1 angegebenen Flächen der Kulturen multipliziert. Die Summe dieser Gesamtwirkstoffmengen [t] wurde über die Kulturgruppen addiert (Tabelle 8). Bei der Einteilung der Wirkstoffe in Wirkungsbereiche bestehen noch Abweichungen zwischen der für die Hochrechnung verwendeten EU-Einteilung und der für die Verkaufszahlen verwendeten Einteilung des BLW. Diese hat vor allem bei den Insektiziden zu grösseren Abweichungen geführt. So setzt sich die hochgerechnete Menge Insektizide aus 22 t Insektiziden nach EU-Einteilung und 135 t der Major Group "Other Plant Protection Products" (ZR) zusammen, die gemäss BLW-Einteilung im Jahr 2009 noch als Insektizide gezählt werden. Die hohe verkaufte Insektizidmenge von 424 t besteht zum überwiegenden Teil aus Pflanzenölen, Mineralölen oder Tonmineralen, welche offenbar auf den ZA-AUI-Betrieben nicht so häufig eingesetzt werden, wie im Schweizer Durchschnitt. Da diese Wirkstoffe vergleichsweise geringe bis sehr geringe Nebenwirkungen haben, führt diese Lücke zwar zu einer starken Abweichung von Hochrechnung und Verkaufszahl, aber aus ökologischer Sicht ist es nicht problematisch, wenn für diese Wirkstoffe die Schätzung massiv zu tief liegt.



Tabelle 8: Gesamthaft im Jahr 2009 in der schweizerischen Landwirtschaft eingesetzte Wirkstoffmengen [t] geschätzt nach Wirkungsbereich (EU-Einteilung bei Hochrechnung), bisherige BLW-Einteilung bei Verkaufszahlen (SBV, 2010)

Wirkungsbereich	Fungizide	Herbizide	Insektizide	Wachstumsregulatoren	Rodentizide	Gesamt
Hochrechnung Indikator Einsatz von PSM [t]	689	502	22 + 137 (ZR)	27	0.05	1390
Verkaufszahl [t]	975	744	424	59	9.4	2211

Die anhand des Indikators hochgerechnete Gesamtmenge beträgt 63% der Verkaufsmenge gemäss Agrarbericht. Die Hochrechnungen sind für alle Wirkungsbereiche tiefer, insbesondere bei Insektiziden (selbst wenn beim hochgerechneten Indikator die ZR dazugezählt werden). Rodentizide, werden offenbar auf den ZA-AUI-Betrieben fast gar nicht eingesetzt oder nicht erfasst.

Die Hochgerechnete Gesamtmenge liegt tiefer als die verkaufte Menge. Dies ist durch mehreren Faktoren bedingt: nicht erfasst Kulturgruppen (Intensivgemüsebau, Gartenbau und Einsatz durch Private), nicht erfasste Applikationsarten (Saatbeizmittel, Nacherntebehandlungen) und Abweichungen zwischen den ZA-AUI-Betrieben und dem Schweizer Durchschnitt. Um ein klareres Bild zur Bedeutung der einzelnen Faktoren zu erhalten, werden im nächsten Abschnitt quantitative Details zu für die einzelnen Wirkstoffe vorgestellt (weitere quantitative Details im Anhang 7 Punkt 2.4).

Bisher gibt es keine quantitative Daten mit vergleichbaren Studien aus anderen Ländern. In den Niederlanden wurde eine analoge Auswertung vorgenommen, bei der die hochgerechnete Menge für die meisten Wirkstoffe offenbar deutlich unter der verkauften Menge lag (Kruijne *et al.*, 2012), aber es wurden keine Zahlen publiziert. Im Bericht wird jedoch erwähnt, dass wegen der zu tiefen Schätzungen für die einzelnen Wirkstoffe Korrekturfaktoren definiert und dann für die nachfolgende Risikobewertung verwendet wurden. Für Grossbritannien gibt es zwar sehr gute Zahlen zum landwirtschaftlichen Einsatz von PSM, aber dafür eine Ungewissheit bei den Verkaufszahlen. Diese beschränken sich nämlich auf die Mitglieder der Crop Protection Association und enthalten keine Parallelimporte (Pesticides Forum, 2011), wodurch die erhobenen Verkaufszahlen nicht den ganzen Verkauf abdecken. Es wurden keine Angaben gefunden, wie relevant diese Lücke ist, aber eine Vergleich ist dennoch von Interesse. Werden die (um eine unbekannte Menge zu tiefen) Verkaufszahlen mit den Erhebungsdaten verglichen ergibt sich folgendes Bild: Die für die Jahre von 2001-2009 hochgerechneten erhobenen Mengen liegen bei 89% der verkauften Mengen, was die hohe Qualität der britischen Erhebungen belegt (Details und Datenquellen im Anhang 8), sofern die Lücke in den Verkaufszahlen nicht zu gross ist. Die im Vergleich zur Tabelle 8 bessere Übereinstimmung hat jedoch auch damit zu tun, dass in den britischen Verkaufszahlen zwischen Verkauf für landwirtschaftliche und nichtlandwirtschaftliche Nutzung (Privatgebrauch und Freizeitanlagen ("Amenity use")) unterschieden wird. Würde wie in der Schweiz auch der nichtlandwirtschaftliche Einsatz in den Verkaufszahlen berücksichtigt, dann würde die Hochrechnung noch 73% der verkauften Mengen abdecken (Anhang 8). Zudem werden in der Schweiz die verkaufte Menge aller Firmen und auch Parallelimporte erfasst.

4.2.5 Hochrechnungen für einzelne Wirkstoffe

Für die Hochrechnung der einzelnen Wirkstoffe wurde für jede der 16 Kulturgruppen eine durchschnittliche Aufwandmenge berechnet (Abschnitt 1.3, Definition 9) und anschliessend mit der im Anhang A1 angegebenen gesamten Nutzfläche der Schweiz multipliziert. Im Anhang 4 befinden sich die auf diese Weise hochgerechneten Zahlen der 140 PSM-Wirkstoffe, von denen im Jahr 2009 mehr als



einer Tonne verkauft wurden. Es zeigt sich, dass a) die anhand der ZA-AUI-Betriebe hochgerechnete Menge in 50% der Fälle nicht mehr als einen Faktor 2 von der verkauften Menge abweicht, dass b) die hochgerechnete Menge nur in 4 Fällen mehr als einen Faktor 2 höher als die verkaufte Menge aber c) in etwa 50% der Fälle unterhalb der verkauften Menge lag.

Grundsätzlich war zu erwarten, dass bei vielen Wirkstoffen die anhand der Feldkalender der ZA-AUI-Betriebe hochgerechneten Mengen tiefer liegen als die verkauften Mengen oder dass sie gar nicht erfasst werden (Nacherntebehandlungen, Saatbeizmittel, Einsatz nur im Gartenbau). Deshalb wurde Tabelle A4 nicht weiter im Detail evaluiert, sondern die 140 Wirkstoffe wurden weiter unterteilt in die in Abbildung 7 dargestellten drei Kategorien:

I. Alle zugelassenen Kulturen durch ZA-AUI abgedeckt: Dies sind Wirkstoffe, die ausschliesslich auf Kulturen bewilligt sind, die durch die ZA-AUI gut abgedeckt sind. Dies dürften Wirkstoffe sein, die nur im Feldbau und allenfalls noch im Wein- und Obstbau bewilligt sind. Ein konkretes Beispiel ist Isoproturon, das nur im Getreidebau praxisrelevante Zulassungen hat. Sobald ein Wirkstoff auch im Gemüsebau oder auf Zierpflanzen etc. eingesetzt wird, zählt er zur zweiten Gruppe.

II. Zugelassene Kulturen gar nicht abgedeckt: Wirkstoffe dieser Gruppe können nicht über die Feldkalender der ZA-AUI-Betriebe erfasst werden und sollten daher aus der Beurteilung der Hochrechnungen ausgeschlossen werden. Konkrete Beispiele sind Pelargonsäure (nur auf Rasen und Zierpflanzen eingesetzt), Chlorpropham (Keimhemmung bei Lagerung) oder Triticonazole (Saatbeizmittel).

III. Zugelassene Kulturen zum Teil abgedeckt: Wirkstoffe dieser Gruppe sind sowohl in Kulturen zugelassen, die von den ZA-AUI-Betrieben gut abgedeckt werden, als auch in Kulturen, die weniger gut (Gemüsebau) oder gar nicht (Gartenbau) abgedeckt sind. Ein konkretes Beispiel ist Glyphosat, das vom Beerenbau bis zum Zierpflanzenbau in allen Anwendungsgebieten zugelassen ist. Gemäss Tabelle A4 beträgt die Hochrechnung über die ZA-AUI etwa 50% der verkauften Menge. Glücklicherweise liegen für diesen Wirkstoff auch Schätzungen aus dem Gartenbau vor (Krebs *et al.* 2008) nämlich 14 t für das Jahr 2005 und auch Schätzungen zum nichtgewerblichen Einsatz (Wittwer und Gubser, 2010), nämlich 71 t. Der Wirkstoff wird also auch ausserhalb der Landwirtschaft in substantiellen Mengen eingesetzt. Auch Wirkstoffe die von Bedeutung im Intensivgemüsebau sind fallen in die Kategorie III, was sich wiederum in der Hochrechnung als relevante Lücke auswirkt. Das gilt auch für andere Spezialkulturen wie z.B. Beerenbau.



Abbildung 7: Schema der Wirkstoff-Kategorisierung nach zugelassenen Kulturgruppen

In Tabelle 9 sind die 22 Wirkstoffe zusammengestellt, die zur Kategorie I gehören. Die Tabelle ist unterteilt in zwei Gruppen und zwar in eine mit mehr als 30 in der ZA-AUI erfassten Applikationen (Wirkstoffe 1-13) und eine mit weniger als 30 erfassten Applikationen (Wirkstoffe 14-22). Die Grenze von 30 Applikationen ist ein grober in der UK verwendeter Erfahrungswert: Werden von einem Wirkstoff weni-



ger als 30 Applikationen erfasst, werden die Aussagen für den betroffenen Wirkstoffe zunehmend unsicher.

Tabelle 9: Vergleich der anhand der ZA-AUI-Daten hochgerechneten Menge von Wirkstoffen mit der verkauften Menge in Prozent. Wirkstoffe ausgewählt nach a) im Jahr 2009 nur im Feld-, Obst- oder Weinbau zugelassen b) Verkauf 2009 > 1 t und c) kein Saatbeizmittel ^[1]. Von den Wirkstoffen 1-13 wurden mehr als 30 Applikationen und von den grau schattierten Wirkstoffen 14-22 wurden weniger als 30 Applikationen erfasst

Nr	WS-Name PSMV	Zulassung für			Verkaufte Menge	# Wirkstoff-Applikationen	ZA-AUI/Verkauf (in %)
		Feldbau	Obstbau	Weinbau			
1	Asulam	Y	Y		> 10	74	47
2	Chlorotoluron	Y			> 10	37	62
3	Dimethachlor	Y			> 5	44	70
4	Dimethenamid	Y			> 5	56	98
5	Fenpropidin	Y		Y	> 10	182	76
6	Fluroxypyr als Ester ^[2]	Y			> 1	96	74
7	Folpet ^[3]	Y	Y	Y	> 100	1137	113
8	Isoproturon	Y			> 20	219	85
9	Mesotrione	Y			> 1	111	105
10	Pyraclostrobin	Y		Y	> 1	46	36
11	Spiroxamine	Y		Y	> 10	118	68
12	Sulcotrione	Y			> 5	77	85
13	Terbuthylazine	Y	Y	Y	> 10	192	91
14	Boscalid	Y		Y	> 1	12	38
15	Cholinchlorid (CC)	Y	Y		> 10	0	0
16	Fenpropimorph	Y			> 5	23	27
17	Fluroxypyr-meptyl	Y			> 1	30	35
18	Iprovalicarb	Y		Y	> 1	25	21
19	Kaolin		Y		> 50	3	11
20	Mepiquatchlorid	Y			> 5	22	22
21	Metiram	Y	Y	Y	> 1	9	151
22	Metrafenone			Y	> 1	2	1

^[1] Weiterer in Verkaufszahlen aufgeführter von ZA-AUI aber nicht erfasster Wirkstoff: Baumwachs

^[2] Summe der in den Verkaufszahlen 2009 noch getrennt aufgeführten Fluroxypyr-Butoxy-1-Methylethyl-Ester und Fluroxypyr als Ester

^[3] Folpet hat auch noch ein paar zugelassene Indikationen für Gemüse, Beeren und Hopfen, aber laut Experten der ACW in Praxis von geringer Bedeutung

Tabelle 9 lässt sich folgendermassen zusammenfassen:

- Bei keinem Wirkstoff ist der geschätzte Gesamtverbrauch substantiell höher als die Verkaufszahl. Die grösste Abweichung nach oben wurde mit 151% für Metiram berechnet.
- Werden von einem Wirkstoff mehr als 30 Applikationen erfasst, stimmen die Werte meist gut überein. Für die nach Faustregel "ausreichend erfassten" Wirkstoffe 1-13 gibt es nur zwei Fälle bei denen die Abweichungen mehr als 50% betrug (Pyraclostrobin mit 36% und Asulam mit 47%). Bei



Asulam hat sich ausgewirkt, dass überproportional viele Einträge dieses Wirkstoffs keine Angaben zur Aufwandmenge hatten und deshalb während der Datenverarbeitung eliminiert wurden. Bei Pyraclostrobin fällt auf, dass der Verkauf von 2009 auf 2010 um 73% zurückgegangen ist. Die schlechte Übereinstimmung zwischen Hochrechnung und Verkauf dürfte dadurch bedingt sein, dass grössere im 2009 gekaufte Mengen erst im 2010 verbraucht wurden. Solche Schwankungen liessen sich abfangen, wenn die Summe mehrerer Jahre verglichen würde.

- Tendenziell liegt die verkaufte Menge unter der hochgerechneten Menge und zwar liegt der Mittelwert bei den Wirkstoffen 1-13 bei 78%.
- Bei den Wirkstoffe 14-22, von denen weniger als 30 Applikationen erfasst werden, kommt es zu deutlich höheren Abweichungen zwischen hochgerechneter Menge und verkaufter Menge und zwar sowohl nach oben (Hochrechnung > Verkauf), aber vor allem nach unten (Hochrechnung < Verkauf).
- Abgesehen von den im ZA-AUI fast gar nicht erfassten Wirkstoffen Kaolin und Metrafenon gibt es keine Wirkstoffe, die im Jahr 2009 nur im Wein- oder Obstbau zugelassen waren. Der Vergleich mit Verkaufszahlen erlaubt daher keine spezifischen Aussagen über Wein- und Obstbau, sondern nur über die Summe aus Acker-, Wein- und Obstbau.
- Insgesamt wurden in der Erhebung 2009 im Acker-, Wein- und Obstbau 223 Wirkstoffe erfasst. Davon hatten 48% mehr als 30 Applikationen. Grenzt man diese Auswertung auf den Ackerbau ein kommt man auf 167 Wirkstoffe und 49% mit mehr als 30 Applikationen. Das bedeutet, dass grob geschätzt für rund die Hälfte der Wirkstoffe zuverlässige Aussagen möglich sind. Es ist aber zu beachten, dass darunter auch Wirkstoffe sind die nur in geringen Mengen eingesetzt werden.

Ein in gewissen Fällen relevanter Faktor ist der Verbrauch in anderen Jahren, denn nicht alle Wirkstoffe werden im Verkaufsjahr eingesetzt. So wurde zwar 2009 kein Atrazin mehr verkauft, aber weil die Aufbrauchfrist noch nicht abgelaufen war, wurden (hochgerechnet) noch 12 t Atrazin eingesetzt. Liegen Zahlen zum Einsatz und zum Verkauf über mehrere Jahre vor, gleichen sich aber solche Effekte über die Jahre aus.

4.2.6 Anforderungen für EU-Mitgliedsstaaten

Ab 2015 sollen die EU-Mitgliedsstaaten neben den Verkaufszahlen auch Zahlen zum Einsatz von PSM in den verschiedenen Kulturen an die Eurostat liefern. Bisher hat die Eurostat nur die in der Verordnung über Statistiken zu Pestiziden (1185/2009) beschriebene Einteilung der Wirkstoffe festgelegt (Abschnitt 2.4). Noch nicht definiert wurde, welche Kulturen erfasst werden sollen und wieweit diese zu Kulturgruppen aggregiert werden können. Vermutlich gibt es nicht eine fixe Liste der zu erfassenden Kulturen, sondern diese sind abhängig vom Anteil der Landnutzung (die Erfassung des PSM-Einsatzes für Winterweizen ist wohl überall relevant, während der Einsatz im Anbau von Zitrusfrüchten in gewissen Ländern sehr relevant und in anderen überhaupt nicht relevant ist).

Auch die Art der Datenaufbereitung ist noch nicht festgelegt. Im Eurostat-Methodenhandbuch ist aber ein Vorschlag für das künftige "Transmission Format" für die Wirkstoffe zu finden (Anhang A6). Dieses sieht für jeden Wirkstoff eine kulturspezifische Aufschlüsselung vor. Die dort genannten Angaben lassen sich aus der in diesem Projekt an der ACW entwickelten Datenstruktur ableiten. Die letzte Zeile der Tabelle in Abbildung A6 entspricht der für die ZA-AUI-Auswertungen verwendeten mittleren Wirkstoffmenge also der Tabelle 5.

Ein interessanter Aspekt der Verordnung 1195/2009 ist die in Anhang II, Abschnitt 6 festgelegte Anforderung, dass die Mitgliedsländer für ihre Erhebungen einen "Vergleich zwischen den Daten über die während des Fünfjahreszeitraums verwendeten Pestizide und den Daten über die Pestizide, die während der entsprechenden fünf Jahre in Verkehr gebracht wurden" enthalten soll. Das bedeutet, dass ab der Berichtsperiode 2010-2014 für alle europäische Länder Vergleiche zwischen hochge-



rechner und verkaufter Menge vorliegen sollen. Die in den beiden vorhergehenden Abschnitten beschriebenen Ergebnisse beschränken sich zwar auf vorerst auf eine Jahr, aber abgesehen davon erfüllen sie diese Anforderung.

Ein weiterer zu klärender Punkt sind Parallelimporte. In Deutschland werden diese bereits jetzt in der Verkaufsstatistik berücksichtigt (z.B. BVL, 2010). In der Verordnung über Statistiken zu Pestiziden (1185/2009) gibt es keine Angaben, ob dies in Zukunft alle Mitgliedsländer tun müssen, aber im Artikel 2 wird angegeben, dass der Begriff "Inverkehrbringen (...)" im Sinne von Artikel 3 Nummer 9 der Verordnung (EG) Nr. 1107/2009" definiert sei, welche ja für alle PSM gilt, egal ob es Parallelimporte sind oder nicht. Unabhängig von der juristischen Situation, wäre die Berücksichtigung der Parallelimporte sehr wertvoll für die im Abschnitt 4.2.4 und 4.2.5 vorgestellte Plausibilisierung der Erhebungen zum Einsatz von PSM.

4.3 Betriebstypenspezifische Kennzahlen

Behandlungshäufigkeit: Die Behandlungshäufigkeit der verschiedenen Betriebstypen wurde als durchschnittliche Anzahl Interventionen pro Schlag ausgewertet (Tabelle 10). Das bedeutet zum Beispiel, dass auf einem Schlag des FAT99-Betriebstyps "Ackerbau" im Durchschnitt 2.1 Interventionen pro Jahr erfasst wurden.

Die Auswertungen bezogen sich dabei immer auf einen Betrieb, d.h. ein Ackerbaubetrieb mit 10 Schlägen hat in dieser Auswertung das gleiche Gewicht wie ein Ackerbaubetrieb mit 40 Schlägen. Die Kennzahlen werden stark davon beeinflusst, ob die Wiesen und Weiden berücksichtigt werden oder nicht. In der vorliegenden Auswertung wurden Wiesen und Weiden berücksichtigt.

Abbildung 8 illustriert die hohe Behandlungshäufigkeiten des Betriebstyps Spezialkulturen. Danach folgen Betriebe des Betriebstyps Ackerbau, während die anderen Betriebe sehr tiefe mittlere Behandlungshäufigkeiten aufwiesen. Die tiefsten Mediane hatten die Betriebstypen im Bereich Milch- und Viehwirtschaft (z.B. Anderes Rindvieh, Verkehrsmilch).

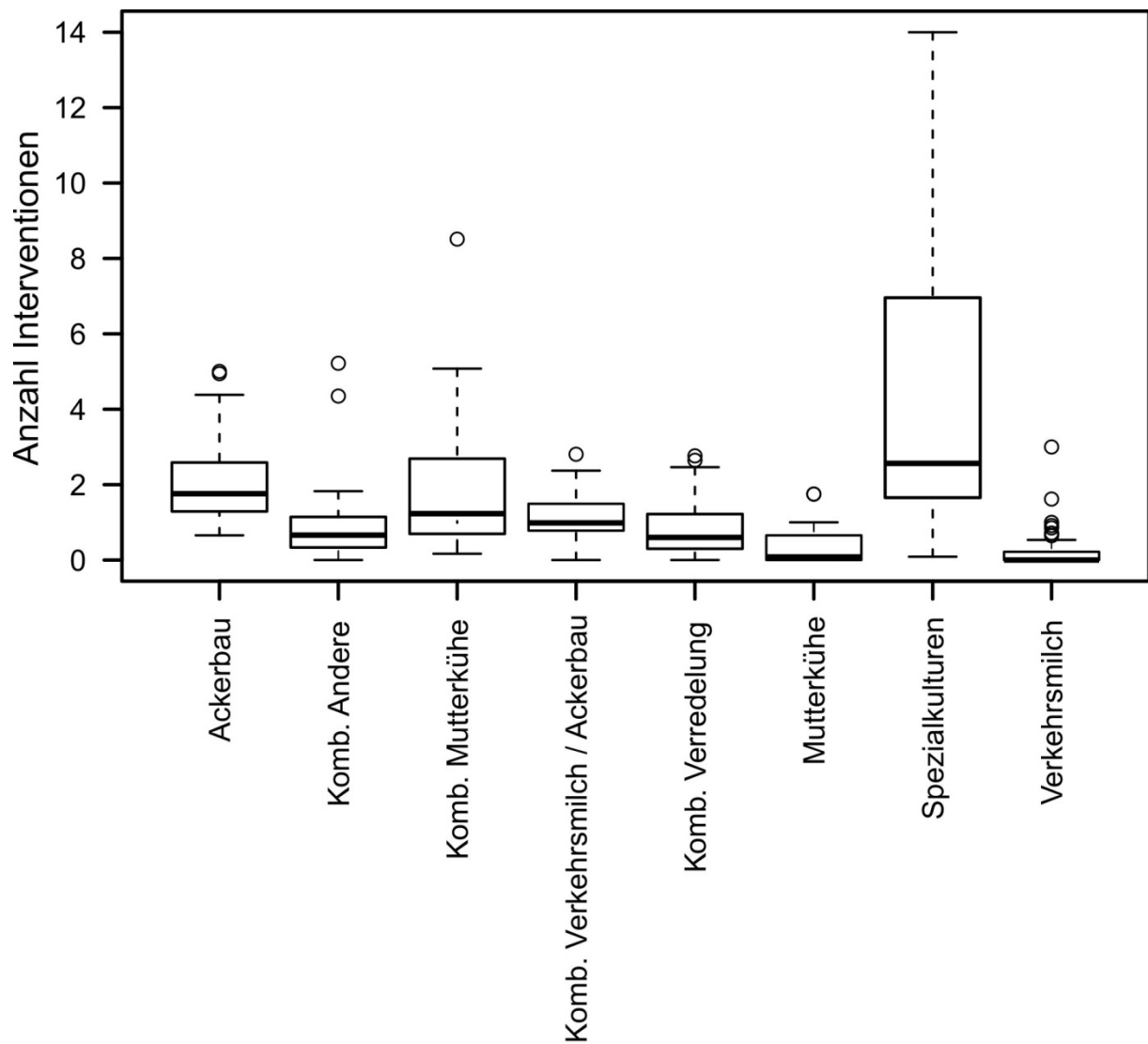


Abbildung 8: Mittlere Anzahl Interventionen pro Schlag gegliedert nach FAT99-Betriebstypen. Betriebstypen mit weniger als 10 Betrieben (siehe Tabelle 10) wurden nicht dargestellt

Zur Illustration wie stark die Kennzahlen nach Ausschluss von Wiesen und Weiden abweichen, ist im Anhang A3.5 das Äquivalent zu Tabelle 10 aber ohne Wiesen und Weiden zu finden. Die mittlere Anzahl Interventionen ist zwischen 50% und 700% höher. Auf die grossen Unterschiede wird im Diskussionsteil vertieft eingegangen.



Tabelle 10: Behandlungshäufigkeiten der einzelnen Betriebstypen nach Wirkungsbereichen. *n*: Anzahl Betriebe, F: Fungizide, H: Herbizide, I: Insektizide, PGR: Regulatoren, M: Molluskizide, ZR: Andere, $q_{0.25}$: Unteres Quartil, $q_{0.75}$: Oberes Quartil

Betriebstyp (FAT99)	<i>n</i>	Anzahl Interventionen/Jahr ^[1]				F	H	I	PGR	M	ZR
		Mittelwert	Median	$q_{0.25}$	$q_{0.75}$						
Ackerbau	31	2.1	1.8	1.29	2.59	0.92	0.90	0.25	0.11	0.04	0.14
Anderes Rindvieh	8	0.05	0	0	0.03	0	0.05	0	0	0	0
Keine Angabe	7	0.4	0.5	0.17	0.73	0.10	0.32	0.01	0	0	0.12
Kombiniert Andere	38	0.9	0.7	0.34	1.14	0.45	0.41	0.11	0.01	0.02	0.11
Kombiniert Mutterkühe	11	2.3	1.2	0.69	2.69	1.56	0.68	0.21	0.04	0.08	0.02
Kombiniert Verkehrsmilch / Ackerbau	36	1.2	1.0	0.78	1.49	0.48	0.58	0.11	0.05	0.03	0.09
Kombiniert Veredelung	45	0.9	0.6	0.30	1.22	0.29	0.46	0.12	0.02	0.04	0.08
Mutterkühe	20	0.4	0.1	0	0.65	0.05	0.31	0.01	0	0	0
Pferde/Schafe/ Ziegen	1	0.1	0.1	0.07	0.07	0	0.07	0	0	0	0
Spezialkulturen	16	4.7	2.6	1.74	5.49	3.40	1.07	0.57	0.02	0.13	0.13
Veredelung	9	0.1	0	0	0	0.01	0.11	0.01	0	0	0.02
Verkehrsmilch	85	0.2	0	0	0.22	0.05	0.12	0.01	0.00	0.02	0.01

^[1] Bemerkung: Werden Produkte mit unterschiedlichen Wirkungsbereichen gemischt, wird für das Total trotzdem nur eine Applikation gezählt. Für die einzelnen Wirkungsbereiche wird aber je eine Applikation gezählt, was zur Folge hat, dass die Spalte "Mittelwert" kleiner sein kann als die Summe der einzelnen Wirkungsbereiche.

Mengen: Für jeden Betrieb wurde bestimmt, wie gross die mittlere Wirkstoffmenge für die sechs in der EU-Verordnung über Statistiken zu Pestiziden (1185/2009) definierten Wirkungsbereiche ist und anschliessend anhand der 12 Betriebstypen ausgewertet (Tabelle 11). Wiesen und Weiden wurden nicht ausgeschlossen und nichtbehandelte Flächen der beteiligten Betriebe wurden ebenfalls berücksichtigt.

Wie bei der Behandlungshäufigkeit unterschieden sich die Gesamtmengen stark zwischen den Betriebstypen.



Tabelle 11: Mittlere Wirkstoffmengen der einzelnen Betriebstypen nach Wirkungsbereichen [kg WS/ha/Jahr]

Betriebstyp (FAT99)	F	H	I	M	PGR	ZR	Gesamt
Ackerbau	0.7	1.5	0.03	0.06	0.08	0.06	2.4
Anderes Rindvieh	–	0.03	–	–	–	–	0.0
Keine Angabe	0.1	0.7	0.0008	–	0.07	–	0.9
Kombiniert Andere	0.4	0.6	0.03	0.005	0.05	0.07	1.1
Kombiniert Mutterkühe	1.0	0.8	0.009	0.01	0.02	0.2	1.9
Komb. Verkehrsmilch / Ackerbau	0.7	0.9	0.03	0.03	0.05	0.04	1.7
Komb. Veredelung	0.3	0.6	0.02	0.01	0.04	0.2	1.1
Mutterkühe	0.04	0.5	0.0000	–	–	–	0.5
Pferde/Schafe/ Ziegen	–	0.1	–	–	–	–	0.1
Spezialkulturen	7.0	1.3	0.2	0.03	0.02	1.6	10.1
Veredelung	0.006	0.05	0.0002	–	0.008	–	0.1
Verkehrsmilch	0.06	0.2	0.0009	0.002	0.003	0.1	0.4

4.4 Vergleich mit Europa

4.4.1 Vergleich der Erhebung zum Einsatz von PSM

Beim Indikator Behandlungshäufigkeit ist mit gewissen Einschränkungen ein Vergleich mit anderen Ländern möglich. Sowohl Grossbritannien als auch Deutschland publizieren diesen Indikator zumindest für die wichtigsten Kulturen (Tabelle 12).

Im Fall von Grossbritannien wurde in allen Ackerkulturen eine klar höhere Anzahl Interventionen erhoben. Wegen den unterschiedlichen klimatischen Bedingungen und dem unterschiedlichen Schaderregerdruck, ist der Vergleich mit Grossbritannien aber nur bedingt möglich. Die Unterschiede zwischen der Schweiz und dem klimatisch ähnlicheren Deutschland liegen im Rahmen der Unsicherheiten der Erhebungsmethode. Die klare Ausnahme ist der Getreidebau mit einer deutlich tieferen Anzahl Interventionen in der Schweiz. Der Hauptgrund ist, dass auf rund 50 % der Fläche Extenso-Getreide angebaut wird. Aber auch für den ÖLN-Getreidebau (Tabelle 5) ist die Anzahl Interventionen leicht tiefer. Das bedeutet, dass die Kulturgruppe mit dem grössten Anteil an der offenen Ackerfläche der Schweiz mit niedriger Pflanzenschutzintensität angebaut wird.

Die Ergebnisse wurden an einem Workshop mit Pflanzenschutzexperten am 4.11.2011 diskutiert. Es wurde darauf hingewiesen, dass in der Schweiz auch niedrigere Erträge pro Hektar geerntet werden als in anderen z.T. sehr produktiven Getreideanbauregionen Europas. So liegt z.B. der Weizenertrag im nationalen Mittel der Jahre 2006-2010 für UK bei 7.8 t/ha (DEFRA, 2011), während sich die Weizenerträge in der Schweiz um die 6 t/ha bewegen (BLW 2010, Anhang A2, Tabellen 3 und 5).



Tabelle 12: Anzahl Interventionen in der Schweiz, Grossbritannien und Deutschland und für verschiedene Kulturgruppen (CH: 2009, UK: 2010 bzw. 2008 für Äpfel, D: 2007 für Obst, 2009 für Reben und Zuckerrüben und 2011 für übrige Ackerkulturen). Alle Angaben ohne Saatgutbehandlungen.

Kultur	CH	UK ^[1]	D ^[2]	Bemerkungen
Äpfel	17.2 ^[3]	18.9 ^[4]	17.6 ^[5] – 21.6 ^[6]	^[3] 11 Birnenschläge ausgeschlossen (Abweichung von Tabelle 5), Anteil Wirtschaftsobst nicht bestimmt ^[4] Gewichtet nach Anbaufläche der Apfelsorten, ohne Cider Apples & perry pears (mit 8.3 Interventionen). Falls Harnstoffbehandlungen nicht gezählt: 17.4 Interventionen pro Jahr ^[5] Rossberg 2009 a, nur Tafelobst (Wirtschaftsobst: 11.5) ^[6] Rossberg 2013, nur Tafelobst
Kartoffeln	7.5	13.4	8.6	CH, UK und D ohne Saatkartoffeln
Raps	4.4	6.3	5.3	CH ohne Extenso (zu wenig Schläge erfasst)
Reben	10.6		9.5 ^[7] – 9.7 ^[8]	^[7] Rossberg 2009 b ^[8] Rossberg 2013
Wintergerste	2.0	4.4	3.4	Für CH mit 50% Flächenanteil Extenso gerechnet
Winterweizen	1.9	5.9	3.9	Für CH mit 50% Flächenanteil Extenso gerechnet
Zuckerrüben	5.1	6.6	4.7	

^[1] Quellen Grossbritannien (vor 2010) bzw. UK (ab 2010): Garthwaite et al., 2010a

(<http://www.fera.defra.gov.uk/scienceResearch/scienceCapabilities/landUseSustainability/surveys/documents/arable2010.pdf>) und Garthwaite et al., 2010b (<http://www.fera.defra.gov.uk/scienceResearch/scienceCapabilities/landUseSustainability/surveys/documents/orchards2008.pdf>) jeweils Table 4a

^[2] Quellen D: Rossberg et al., 2010 (<http://pub.jki.bund.de/index.php/BerichteJKI/article/viewFile/1367/1659>) und Rossberg, 2009a (http://www.jki.bund.de/fileadmin/dam_uploads/_veroeff/berichte/147_NEPTUN_Obstbau_2007.pdf) und Rossberg, 2009b (http://www.jki.bund.de/fileadmin/dam_uploads/_veroeff/berichte/151_NEPTUN_Weinbau_2009.pdf) und Rossberg, 2013

Auf Ebene der einzelnen Wirkstoffe gibt es aus Grossbritannien und aus den Niederlanden umfangreiche im Internet zugängliche Zahlen für die wichtigen Kulturen, welche für gezielte Fragestellungen von Nutzen sein könnten. Direkte Vergleiche aufgrund dieser Angaben sind aber kaum möglich. Gewisse Länder publizieren Angaben zu (meist auf Wirkungsbereiche oder Chemische Klassen) aggregierten Wirkstoffmengen. Aufgrund von aggregierten Wirkstoffmengen sind kaum aussagekräftige Vergleiche mit anderen Ländern möglich und es wurden deshalb auch keine Zahlen anderer Länder zusammengestellt. So dürften z.B. Länder in denen in grossen Mengen Schwefel eingesetzt werden auch sehr hohe Fungizidmengen in der Statistik aufweisen, aber daraus lassen sich kaum Aussagen machen, wie häufig in diesen Ländern mit Fungiziden behandelt wird.

4.4.2 Vergleich der verkauften Mengen

Bevor die verkauften Mengen von Pflanzenschutzmittelwirkstoffe zwischen Ländern verglichen werden können, muss erst geprüft werden, ob sie in den betrachteten Ländern gleich erfasst werden. Folgende Unterschiede können auftreten: a) Unterschiedliche Abgrenzung von PSM und Pflanzenstärkungsmitteln oder Beistoffen b) Berücksichtigung von Parallelimporten c) Unterscheidung von landwirtschaftlichem und nichtlandwirtschaftlichem Einsatz.

Was die Abgrenzung von PSM und Pflanzenstärkungsmitteln betrifft gibt es gewisse Abweichungen zwischen Deutschland und der Schweiz, weil z.B. das Tonmineral Kaolin oder das Backtriebmittel Kaliumbicarbonat in der Schweiz als Insektizid bzw. Fungizid erfasst werden, während sie in Deutschland zwar eingesetzt, aber nicht als PSM eingestuft werden. Deshalb wurden für den nachfolgenden



Ländervergleich Schweiz -Deutschland die verkauften Mengen dieser Stoffe von den Schweizer Verkaufszahlen abgezogen. Was die Parallelimporte betrifft ist die Praxis in beiden Ländern gleich und dürfte in Zukunft auch in allen EU-Ländern vereinheitlicht werden. Die Abgrenzung von Produkten für Private, für die Landwirtschaft und für andere professionelle Anwender wurde bisher weder in der Schweiz noch in Deutschland vorgenommen. Produkte für Private haben in der Regel andere Formulierungen. In Grossbritannien wird darauf basierend eine Unterscheidung vorgenommen (Crop Protection Association, 2010). Für die nachfolgenden Untersuchungen wurde keine Unterscheidung zwischen der Verwendung in der Landwirtschaft und ausserhalb der Landwirtschaft vorgenommen. Maurer und Maissen (2009) haben die Gesamtmenge verkaufter Wirkstoffe (für die Verwendung innerhalb und ausserhalb der Landwirtschaft) durch die landwirtschaftliche Nutzfläche abzüglich des Grünlandes geteilt.

Dies ergab für die Schweiz einen höheren Wert als für Deutschland, Österreich und Frankreich. Die Schlussfolgerung, dass in der Schweizer Landwirtschaft wesentlich mehr PSM eingesetzt werden als in Österreich oder Deutschland, liegt nahe, steht aber im Widerspruch zu den in Tabelle 12 aufgelisteten kulturspezifischen Schätzungen der Anzahl Interventionen. Dort zeigt sich, dass in Deutschland für alle Kulturgruppen ähnliche Zahlen bestimmt wurden ausser im Getreidebau, bei dem die Kennzahlen der Schweiz deutlich tiefer liegen. Als mögliche Erklärungen für die höhere Menge verkaufte Wirkstoffe pro ha landwirtschaftliche Nutzfläche kommen mehrere Faktoren in Frage: 1) Unterschiede in der Landnutzung, 2) bevorzugter Einsatz von Wirkstoffen die höhere Aufwandmengen benötigen 3) höhere Dosierungen.

Die Analyse der ersten beiden Faktoren ergab:

1) Unterschiede der Landnutzung: Unterschiede der Landnutzung: Der Anteil der Spezialkulturen an der landwirtschaftlichen Nutzfläche ohne Grünland (offene Ackerfläche plus Dauerkulturen) ist in der Schweiz höher als in den Nachbarländern. So beträgt der Anteil von Reben an der landwirtschaftlichen Nutzfläche ohne Grünland in Deutschland 0.9% und in der Schweiz 4.8%, also ein Faktor 5.3 höher (Tabelle A7.2). Bei Kernobst ist der Anteil mit einem Faktor 5.4 ebenfalls deutlich höher und bei Zuckerrüben um einen Faktor 2. Weil in diesen Kulturen vergleichsweise hohe Wirkstoffmengen eingesetzt werden, wirkt sich das auch auf den Gesamtverbrauch aus.

Da für jede Kulturgruppe eine Schätzung vorliegt, wie viel kg Wirkstoff/ha eingesetzt werden, lässt sich anhand der landwirtschaftlichen Nutzfläche der Kulturgruppen auch die gesamte Menge eingesetzter PSM hochrechnen (siehe 4.2.4). Daher lässt sich auch ausrechnen wie hoch die PSM-Gesamtmenge wäre, wenn die Schweizer Landnutzung der Deutschen entspräche. Wenn also statt auf 4.8% nur noch auf 0.9% der landwirtschaftlichen Nutzfläche ohne Grünland genutzten Fläche Reben angebaut würden und diese Berechnung für jede Kulturgruppe durchgeführt wird, so liegt die auf diese Weise berechnete in der Schweiz eingesetzte PSM-Gesamtmenge um 42% tiefer (Anhang A7.3). Damit sind die Unterschiede in der Landnutzung ein wichtiger Faktor um die höheren PSM-Verkaufszahlen der Schweiz zu erklären.

2) Wirkstoffwahl: Ein einfaches Beispiel soll illustrieren, dass dieser Faktor sehr stark ins Gewicht fallen kann: Die Verkaufszahl für Öle (Summe aus Mineralöl und Pflanzenölen) betrug im Jahr 2009 für Deutschland 182 t und für die Schweiz 286 t. Offenbar gibt es in der Schweiz eine Präferenz für gewisse Wirkstoffe, die hohe Aufwandmengen benötigen. Diese Präferenz wirkt sich auf die verkauften Mengen aus. Für die vollständige Analyse wurde nun für jeden Wirkstoff anhand der aus den ZA-AUI-Daten geschätzten mittleren Aufwandmenge pro Hektar und den Verkaufszahlen der beiden Länder die behandelte Fläche geschätzt (wenn z.B. die mittlere Aufwandmenge eines Wirkstoffs 2 kg/ha beträgt, so ergibt sich bei einer verkauften Menge von 10 t eine behandelte Fläche von 5000 ha). Die exakten Verkaufsmengen aus den Nachbarländern sind nicht verfügbar, aber für Deutschland werden Angaben publiziert, in welchem Bereich sich die Verkaufsmengen befinden (z.B. zwischen 25 und 100 t) und es wurde daher jeweils mit dem in Tabelle A7.4 angegebenen Mittelwert der Be-



reichsangabe gerechnet (also 62.5 t im obigen Beispiel). Rechnet man auf diese grobe Weise die behandelte Fläche aus ergeben sich für die Schweiz eine behandelte Fläche von 2.4 Millionen ha und für Deutschland 76.7 Millionen ha. Da die landwirtschaftliche Nutzfläche ohne Grünland in Deutschland 36.1 Mal höher ist (Tabelle A7.2), ergäbe das bezogen auf die Schweiz eine behandelte Fläche von 2.1 Mio ha. Die anhand der Verkaufszahlen geschätzten behandelten Flächen der beiden Länder liegen also im Gegensatz zur verkauften Menge pro Hektar relativ nahe beieinander. Das bedeutet, dass die Präferenz für Wirkstoffe mit hohen Aufwandmengen den grössten Teil einer höheren Verkaufsmenge erklären kann.

3) Dosierungen: In Deutschland wurde für die drei Kulturen Winterweizen, Wintergerste und Winterraps untersucht zu viel Prozent die bewilligten Aufwandmengen ausgeschöpft werden (Freier et al., 2011). So zeigte sich, dass bei Wachstumsregulatoren die für Getreide bewilligte Aufwandmenge nur knapp zur Hälfte ausgeschöpft wird, während bei Insektiziden üblicherweise die volle bewilligte Aufwandmenge ausgebracht wird. Es könnte sein, dass die Praxis, tiefer als die bewilligte Aufwandmenge zu dosieren, in der Schweiz weniger verbreitet ist. Da aber abgesehen von den drei Ackerbaukulturen keine Details zum Ausschöpfen der bewilligten Aufwandmengen publiziert werden, konnte der potentielle Einfluss des Faktors Dosierung nicht untersucht werden.

Fazit: Werden für verschiedene Länder die verkauften PSM-Wirkstoffmengen geteilt durch die landwirtschaftliche Nutzfläche ohne Grünland als Kennzahl berechnet und für einen Ländervergleich verwendet, lässt dies weder Aussagen zur Intensität des Pflanzenschutzes in der Landwirtschaft noch zum ökologischen Risiko des Pflanzenschutzmitteleinsatzes zu.

Die bei diesem Vergleich höheren Werte in der Schweiz gegenüber Deutschland lassen sich im Wesentlichen durch zwei Faktoren erklären, nämlich der in der Schweiz höhere Anteil von Kulturen, für die in beiden Ländern höhere Mengen Pflanzenschutzmittel ausgebracht werden, sowie der Präferenz für Wirkstoffe mit höheren Aufwandmengen pro ha in der Schweiz. Ob die in Deutschland geförderte Praxis, geringere Dosierungen anzuwenden als die bewilligte Aufwandmenge sowie allfällige Unterschiede beim Anteil der Wirkstoffe, die ausserhalb der Landwirtschaft eingesetzt werden, auch einen Einfluss haben, lässt sich mit den verfügbaren Daten nicht beantworten. Generell bestätigt sich die in Kap. 4.4.1 gemachte Feststellung, dass die verschiedenen Kulturgruppen in der Schweiz nicht häufiger behandelt werden als in Deutschland.



5. Diskussion

5.1 Datenquellen

Für die Berechnung der Kennzahlen zum Einsatz von PSM sind neben den Betriebsdaten jährlich die Daten zur Landnutzung, die PSM-Produktdaten und die PSM-Wirkstoffdaten zu aktualisieren. Die Quellen dieser Daten sind dokumentiert und sollten auch in Zukunft zur Verfügung stehen.

Landnutzungsdaten: Die Einteilung der einzelnen Kulturen in die 19 Kulturgruppen erfolgte im Hinblick auf den Pflanzenschutz und weicht in gewissen Bereichen von der Gruppierung im Agrarbericht ab. So wurden zum Beispiel Hackfrüchte in Kartoffeln und Rüben aufgeteilt, da Kartoffeln primär Fungizid- und Rüben primär Herbizidbehandlungen benötigen (siehe Tabelle 5). Mit 19 Kulturgruppen erscheint die Anzahl Gruppen hoch, aber falls nötig lassen sich die Kennzahlen anhand der erfassten Anzahl Schläge auch wieder aggregieren. Die durchschnittliche Anzahl Interventionen von Hackfrüchten ist dann $(\# I \text{ Kartoffeln} * \# S \text{ Kartoffeln} + \# I \text{ Rüben} * \# S \text{ Rüben}) / (\# S \text{ Kartoffeln} + \# S \text{ Rüben})$ mit # als Abkürzung für Anzahl, I für Interventionen und S für Schläge. Gewisse Kulturgruppen fallen auch wegen nicht ausreichender Datenlage weg (siehe Abschnitt 5.3.1), weshalb im Agrarbericht 2012 vorerst nur für 15 der 19 in diesem Bericht unterschiedenen Kulturgruppen Kennzahlen publiziert werden konnten.

PSM-Produktdaten: Die Wirkstoffgehalte der PSM-Produkte und die W-Nummer sind in der jeweils aktuellen Agro-Tech-Version enthalten. Deshalb wurde auch die Datenverarbeitung in Access sehr eng mit der Datenstruktur von Agro-Tech verknüpft. Zentral dabei ist, dass die PSM-Daten in Agro-Tech weiterhin so gut gepflegt werden wie bisher (also dass das Pflanzenschutzmittelverzeichnis jährlich aktualisiert wird).

PSM-Wirkstoffdaten: Die Einteilung in die verschiedenen Wirkungsbereiche, die CIPAC- und CAS-Nummern wurde dem auf CIRCA publizierten aktuellen Annex III der EU-Statistikverordnung entnommen, was den Vorteil hat, dass in Zukunft die EU-Länder eine einheitliche Erfassung der verkauften Mengen haben werden und sich die einzelnen Wirkstoffe über die CIPAC-Nummer den Trivialnamen zuordnen lassen.

Weiterentwicklungen Datenquellen

- **Erfassung von Saatbeizmitteln:** Bisher wurden auf den ZA-AUI-Betrieben die eingesetzten Saatbeizmittel nicht erfasst. Inzwischen wurden die nötigen Änderungen in Agro-Tech implementiert und die teilnehmenden Betriebe über die zusätzliche Anforderung informiert. Die ersten Daten zu Saatbeizmitteln können im Herbst 2013 ausgewertet werden. Es sollen dabei nur Ackerkulturen erfasst werden, weil im Gemüsebau erstens generell zu wenig Flächen pro Kultur über die ZA-AUI erfasst werden und zweitens weil der Gemüsebau eine sehr hohe Anzahl Kulturen umfasst, die ihrerseits mit sehr unterschiedlichen Saatbeizmitteln behandelt werden. Saatbeizmittel, die über Setzlinge in die Umwelt gelangen, fallen in den Bereich Gartenbau (Krebs *et al.*, 2008) und können nicht über die ZA-AUI erfasst werden.
- **Spezialkulturen:** Es besteht ein Bedarf nach mehr Daten zu Spezialkulturen, insbesondere zum Gemüsebau, aber auch zum Obst- und Weinbau. Auch wenn die Anzahl Betriebe ab 2013 noch um 50% erhöht werden sollte, ändert sich die Situation kaum. Diese Lücke lässt sich auf zwei Arten schliessen: Entweder indem gezielt Spezialkultur-Betriebe für die ZA-AUI angeworben werden, oder indem gezielte Zusatzerhebungen für Spezialkulturen durchgeführt werden. In Deutschland wurde bisher mit der zweiten Lösung gearbeitet, indem das Netz Vergleichsbetriebe im Bereich Spezialkulturen mit den kulturspezifischen NEPTUN-Erhebungen ergänzt wurde. Sowohl beim Obst als auch beim Rebbau besteht die Möglichkeit, dass mit einer einmaligen Studie untersucht werden



kann, inwieweit die ZA-AUI-Daten im Hinblick auf verschiedenen Kennzahlen mit umfassenderen Erhebungen übereinstimmen.

5.2. Datenverarbeitung und Qualitätskontrolle

Bei der Datenverarbeitung gibt es zwei Ansprüche, für die ein Kompromiss gefunden werden muss: Hohe Datenqualität und geringer Aufwand bei der Auswertung. Will man die Datenqualität maximieren muss jede Applikation überprüft werden (nicht nur im Hinblick auf Aufwandmenge und die Einheiten aber auch auf Kultur, Zwischennutzung etc.). Bei vielen Erhebungen wird dies gemacht, aber es bedeutet auch einen entsprechenden personellen Aufwand. Will man andererseits die Auswertung komplett automatisieren, müssten alle Produkt-Applikationen mit Unstimmigkeiten eliminiert werden, was einen Verlust von 20% der Applikationen nach sich ziehen würde (Anhang A2.2). Das Problem bei hohen Verlustraten ist, dass sich der Ausschluss von PSM-Applikationen auf die Kennzahlen der betroffenen Schläge auswirkt, denn die übrigen Applikationen des Schlags werden trotzdem gezählt (ausser wenn alle Applikationen eliminiert werden), was dazu führt, dass sowohl die berechnete Behandlungshäufigkeit als auch die Wirkstoffmenge zu tief geschätzt werden. Diese Verzerrung liesse sich vermeiden, wenn mit der PSM-Applikation, die während der Qualitätskontrolle ausgeschlossen wurde, auch gleich der entsprechende Schlag aus der Auswertung ausgeschlossen würde. Das für die Auswertung 2009 und 2010 gewählte Vorgehen mit teilweise automatisierter Überprüfung und teilweisen Korrekturen von Hand stellt einen Kompromiss zwischen niedrigem Aufwand und hoher Datenqualität dar.

Die Qualitätskontrolle wird auch im Routinebetrieb den grössten Teil der verfügbaren Zeit in Anspruch nehmen. Weil bei der Auswertung 2010 noch viele Abläufe überarbeitet wurden, lässt sich noch nicht genau sagen, wie viel Zeit die gesamte Auswertung benötigt. Wichtigstes Fazit der ersten beiden Jahre ist, dass die Rohdaten auch im Fall einer zentralen Auswertung eine Qualitätskontrolle durchlaufen müssen und eine vollautomatisierte Auswertung mit einem zu hohen Datenverlust verbunden wäre.

5.3 Berechnung der Kennzahlen

5.3.1 Wie viele Betriebe sind nötig bzw. Nationale Erhebung vs. Fallstudie

Die über die ZA-AUI erfasste Fläche deckt knapp ein Prozent der landwirtschaftlichen Nutzfläche ohne Grünland ab. Das ist ein deutlich niedriger Anteil als bei britischen und ein höherer Anteil als bei deutschen Erhebungen. So wird in Grossbritannien für den Getreidebau ca. 5% der Getreide-Landnutzung erfasst (CH: 1.1%), während für den pflanzenschutzintensiveren Gemüsebau sogar 20% der Anbaufläche (CH: 0.7%) und für den Obstbau 50% der Fläche (CH: 0.9%) erfasst werden. Für die neu konzipierten PAPA-Erhebungen in Deutschland (Rossberg, 2013) liegen keine Flächenangaben vor, aber es wurden im ersten Erhebungsjahr 2011 die in Klammern angegebene Anzahl Schläge erfasst: Kartoffeln (321), Mais (408), Wintergerste (400), Winterraps (394), Winterweizen (525), Zuckerrüben (394), Hopfen (253), Tafelobst (309), Wein (149). Damit werden zwar je nach Kulturgruppe im Ackerbau bis zu viermal mehr Schläge erfasst. Da die landwirtschaftliche Nutzfläche ohne Grünland Deutschlands etwa 36 Mal grösser ist (Tabelle A7.2), dürfte der über die ZA-AUI erfasste Flächenanteil ausser beim Hopfen bei allen Kulturgruppen grösser sein.

Wie viele Betriebe nötig sind bzw. wie gross der abgedeckte Flächenanteil sein muss, wird von den Zielen der Erhebung vorgegeben. So sind die Ziele in Grossbritannien sehr weit gesteckt und umfassen neben agronomischen Optimierungen und Verbesserungen des Umweltmonitorings auch eine ganze Reihe weiterer Nutzungen, darunter sogar Marktanalysen auf Anfrage der Industrie. In



Deutschland liegt der Schwerpunkt auf der Berechnung der Behandlungshäufigkeit, ausgedrückt durch die Kennzahl Behandlungsindex, und auf der Untersuchung wie häufig die zugelassenen Aufwandmengen ausgeschöpft werden. Es kann davon ausgegangen werden, dass man Behandlungshäufigkeiten schon mit einem relativ geringeren Flächenanteil zuverlässig schätzen kann, denn sonst wären die Werte der vorliegenden Auswertung nicht so ähnlich wie die von Dugon *et al.* (2010), die von einer ungefähr vier Mal kleineren Fläche stammen und deren Daten zudem sieben Jahre älter (2002-2004) und geographisch auf die Romandie und das Tessin begrenzt sind.

Ist das Ziel der Erhebung hingegen die eingesetzte Menge des Wirkstoffs X auf einer bestimmten Kultur zu schätzen, ist die für die Schätzung nötige Fläche wirkstoffabhängig. Zwei Faktoren spielen eine Rolle:

1. die Anzahl Kulturen mit substanziell unterschiedlicher Pflanzenschutzpraxis
2. die relative Bedeutung des Wirkstoffs in diesen Kulturen.

Die Ergebnisse in Tabelle 9 zeigen, dass für eine zuverlässige Schätzung für einen bestimmten Wirkstoff etwa 30 erfasste Applikationen nötig sind. Darunter sind auch Aussagen möglich, aber die Streuung nimmt stark zu. Für einen Wirkstoff wie Isoproturon, welcher auf 30% der Getreidefläche eingesetzt wird und damit der am häufigsten eingesetzte Wirkstoff im Getreidebau ist (Dugon *et al.*, 2010), reichen schon 100 Getreideschläge, um mehr als 30 Applikationen zu erfassen. Für einen Wirkstoff, der nur auf einem geringen Anteil der CH-Anbaufläche eingesetzt wird, sind schon deutlich mehr Schläge nötig, um in einer Erhebung mehr als 30 Applikationen zu erfassen. Es ist zu beachten, dass in Tabelle 9 nur nach dem Kriterium > 30 Applikationen für Feld-, Obst- und Rebbau zusammen und nicht nach dem Kriterium > 30 Applikationen pro Kultur selektiert wurde. Ein Beispiel wäre Dime-thenamid mit 12 erfassten Applikationen für Mais und 41 für Rüben. Für die Hochrechnung macht es Sinn beide Kulturen zu berücksichtigen, aber der Beitrag vom Mais ist entsprechend eher unsicher.

Wendet man das Kriterium > 30 Applikationen auf die 140 Wirkstoffe an, von denen mehr als 1 Tonne verkauft wurde (Tabelle A4), erfüllen 85 Wirkstoffe diese Anforderung. Viele Wirkstoffe werden aber in mehr als einer Kulturgruppe in relevanten Mengen eingesetzt. Wird das Kriterium auf die insgesamt 167 im Ackerbau erfassten Wirkstoffe angewendet, erfüllen mit 49% knapp die Hälfte der Wirkstoffe die Anforderung. Das zeigt einerseits, dass die ZA-AUI derzeit für die verbreitetsten Wirkstoffe Aussagen zulässt und andererseits, dass der geplante Ausbau der Anzahl erfasster Betriebe für die PSM-Indikatoren von grossem Nutzen sein wird. Es ist jedoch auch zu beachten, dass ein gewisser Anteil der erfassten Wirkstoffe nur auf einem geringen Anteil der Nutzfläche eingesetzt wird und daher eine 100% Abdeckung aller Wirkstoffe auch mit sehr umfangreichen Erhebungen nicht erreicht werden können.

Entscheidend für die benötigte Qualität der Schätzungen ist der Verwendungszweck: Während es für die Planung von chemischen Monitoringprogrammen weniger entscheidend ist, ob ein Wirkstoff zum Beispiel auf 6 oder 20% der Fläche eingesetzt wird, kann sich dieser Unterschied bei einem Risikoindikator hingegen sehr stark bemerkbar machen. Hier muss noch klarer definiert werden, welchen Qualitätsansprüchen die erhobenen PSM-Daten genügen müssen.

Neben dem Anteil der erfassten Fläche spielt auch die zeitliche Variabilität eine Rolle. In Grossbritannien werden Ackerbaukulturen nur alle zwei Jahre und die übrigen Kulturen alle 4 Jahre erfasst. Kulturen mit grossen Schwankungen von Jahr zu Jahr werden dadurch nicht optimal erfasst. So gab es in Grossbritannien von 2006 auf 2007 eine enorme Zunahme der für landwirtschaftliche Anwendungen verkauften Gesamtmenge von 18'501 auf 27'992 t PSM (European Crop Protection Association, 2010), die aber in der aus den Erhebungen hochgerechneten Gesamtmenge nicht ersichtlich ist (Abnahme um 0.4% gemäss <http://pusstats.csl.gov.uk/> bzw. Anhang 8). Im Jahr 2007 fand keine Erhebung im Ackerbau statt und daher ist der Verkaufs-Peak in den Verbrauchserhebungen auch nicht erfasst worden.



Kulturgruppen mit nicht ausreichender Datenlage: Neben der benötigten Anzahl Schläge für die einzelnen Wirkstoffe gilt auch für aggregierte Kennzahlen, wie die Anzahl Interventionen, dass die Unsicherheit grösser wird, je weniger Schläge erfasst werden. Wie in Abbildung 6 ersichtlich, ist die Streuung stark kulturabhängig, d.h. während für Kartoffeln das obere und untere Quartil 6 bzw. 10 Interventionen betrug, zeigen die Daten beim Kernobst eine viel höhere Streuung von 10 bzw. 21 Interventionen. Als pragmatische Lösung wird vorgeschlagen eine minimale Anzahl Schläge zu definieren, unter der überhaupt keine Kennzahlen berechnet werden. Bei Keller und Amaudruz (2005) lag diese Untergrenze bei 10 Schlägen. Am Pflanzenschutzexperten-Workshop wurde diese Zahl als sehr tief eingestuft. Eine Untergrenze von 30 erscheint sicherer. Damit würden gemäss den Tabellen 4 und A3.3 für die Jahre 2009 und 2010 folgende Kulturgruppen wegfallen: Futterrüben, Hochstammbobst, Raps Extenso. Wegen der sehr grossen Heterogenität empfiehlt es sich auch die Kulturgruppen Freilandgemüse und Andere nicht zu publizieren.

Offene Punkte bei Auswertungen:

- Biobetriebe werden derzeit nicht gesondert ausgewertet, weil ihr Anteil an der erhobenen für den Pflanzenbau genutzten Fläche zu klein ist. Die entsprechenden Flächen könnten auch komplett ausgeschlossen werden.
- Nicht mit PSM behandelte Flächen werden derzeit in der Auswertung berücksichtigt. Für Wiesen und Weiden ist die Berücksichtigung nicht behandelter Flächen unverzichtbar, aber für die anderen Kulturen ist sie diskutabel (siehe Tabelle 3), denn es kann gut sein, dass ein erheblicher Anteil dieser Fläche zwar mit PSM behandelt wurde, aber keine Massnahmen erfasst wurden, z.B. weil der Pflanzenschutz von einem Lohnunternehmer durchgeführt wurde. Es kann sein, dass die Schätzungen genauer wären, wenn (mit Ausnahme von Wiesen und Weiden) die nicht behandelten Flächen von der Berechnung der Kennzahlen ausgeschlossen würden.
- Das Eurostat-Methodenhandbuch (Eurostat, 2008) empfiehlt für Hochrechnungen regionale Korrekturen vorzunehmen. Dafür soll für jede Kultur der erhobene Anteil (also z.B. 5% Mais) mit dem insgesamt in der Region angebauten Anteil (also z.B. 10% Mais) an der landwirtschaftlichen Nutzfläche verglichen werden. Die regionalen Kennzahlen können dann entsprechend korrigiert werden, bevor nationale Hochrechnungen durchgeführt werden. Bisher wurde auf solche Korrekturen verzichtet, aber nach der geplanten Erhöhung der Anzahl teilnehmender Betriebe dürfte das ein Thema sein.

Varianz und Bias: Beim Vergleich der Hochrechnung mit den Verkaufszahlen hat sich gezeigt, dass auch bei "reinen Ackerbauwirkstoffen" (Kategorie I in Abbildung 7) die hochgerechnete Menge etwa 20% tiefer liegt als die verkaufte Menge. Das heisst, alle Kennzahlen haben einen gewissen Bias. Mehrere Faktoren kommen zur Erklärung der Abweichung in Frage:

1. Bei der Datenverarbeitung wurden 8.5% der Applikationen eliminiert, welche bei der Hochrechnung fehlen (ein Ausschluss aller Flächen mit Fehlern im Feldkalender ist nicht möglich, weil sonst sehr grosse Anteile der Daten verloren gingen).
2. Ein gewisser Anteil der als nichtbehandelt berücksichtigten Flächen besteht aus Flächen mit fehlenden Feldkalendereinträgen (siehe Tabelle 4)
3. Die an der ZA-AUI teilnehmenden Betriebe könnten einen vom durchschnittlichen Schweizer Betrieb abweichenden Pflanzenschutz betreiben. Wie viel das zum Bias beiträgt ist noch unklar.

Bei den Faktoren 1. und 2. liesse sich durch zusätzlichen Arbeitsaufwand (detaillierte Überprüfung der einzelnen Einträge) der Bias reduzieren. Wenn der Beitrag der ersten beiden Faktoren auf wenige Prozent gesenkt werden kann, lässt sich auch der Anteil des 3. Faktors genauer quantifizieren. Für eine gut abgestützte Analyse wäre es aber wichtig den Vergleich von Verkauf und hochgerechnetem Einsatz von PSM auf mehrjährigen Mitteln basiert, damit Effekte durch Lagerbildung ausgeglichen



werden (siehe 5.3.1 für das Beispiel UK). Es ist zu beachten, dass diese Bilanzierung mit dem Vergleich von hochgerechneter und verkaufter Menge noch nicht in vielen Ländern durchgeführt wurde. Den Autoren ist nur eine Studie aus den Niederlanden bekannt, in der erwähnt wird, dass dort die hochgerechnete Menge für die meisten Wirkstoffe unter der verkauften Menge lag (Kruijne *et al.*, 2012). Im Abschnitt 4.2.4 wurde zudem am Beispiel Grossbritannien eine Bilanzierung vorgestellt, bei der aber unsicher ist, wie gross die Lücke in den Verkaufszahlen ist, denn diese wurden bisher nur für Mitglieder der Crop Protection Association erfasst und enthalten keine Parallelimporte. Ab 2016 sollten aber für alle Europäischen Länder Vergleiche zwischen aus den Erhebungen hochgerechneten und verkauften Mengen vorliegen (siehe 4.2.4), was eine grosse Chance darstellt, die Qualität der Erhebungen besser einzuschätzen.

Als Mass für die Varianz der Kennzahlen wird empfohlen wann immer möglich auf empirische Grössen wie Quartile oder 90. Perzentile zurückzugreifen, da diesen Angaben keine Annahmen über die Art der Verteilungsfunktion zugrunde liegen. Deshalb wurden in den Tabellen 4 und A3 auch die Quartile angegeben.

Um auf den Titel dieses Abschnitts zurückzukommen: Wie viel zusätzliche Betriebe nötig sind, hängt davon ab, bis zu welcher Verkaufsmenge ein Wirkstoffe als relevant eingestuft wird und welche Qualität die Schätzungen haben müssen bzw. welche Unsicherheit noch tolerierbar ist. Über die in Grossbritannien verwendete Faustregel, mindestens 30 Applikationen zu erfassen, lässt sich mit einem pragmatischen Ansatz für jeden Wirkstoff angeben, ob die Schätzung als einigermaßen gesichert oder als unsicher einzustufen ist. Mit statistischen Methoden wie dem Bootstrap oder anderen Resampling Methoden liesse sich die Faustregel noch verfeinern (Efron, 1979), denn je nach Kultur und Wirkstoff dürfte die "benötigte" Anzahl erfasster Applikationen doch recht unterschiedlich sein.

Fazit: Um für die gut abgedeckten Kulturen (Ackerbau, Reben und vermutlich Obst) den Anteil an Wirkstoffen zu erhöhen, für die gesicherte Aussagen möglich sind, ist ein Erhöhung der Anzahl erfasster Betriebe das Mittel der Wahl. Um Lücken der Erhebung zu schliessen und Unsicherheiten zu beseitigen sind Zusatzerhebungen die effektivere Lösung.

5.3.2 Aussagekraft der Kennzahlen

Generelles: Die Anforderung an Kennzahlen zum PSM-Einsatz ist, dass sie die landwirtschaftliche Praxis des Pflanzenschutzes in der Schweiz widerspiegeln. Dafür ist es nötig, die in den Feldkalendern enthaltene Information zu aggregieren, was immer auch einen Informationsverlust zur Folge hat. Dennoch können Kennzahlen Informationen liefern, ob sich im Verlauf der Zeit oder im regionalen Vergleich die Praxis verändert oder unterschiedlich ist. So schlugen sich die verschärfte Regulierung von Mykotoxinen im Getreide in Grossbritannien auch in erhöhten Fungizidbehandlungshäufigkeiten und –mengen nieder (Garthwaite *et al.*, 2010a). Ein weiteres gutes Beispiel ist der Anstieg der Behandlungshäufigkeit im schweizerischen Rapsanbau (Abschnitt 4.2).

Kulturspezifische Kennzahlen: Da Pflanzenschutz sehr kulturspezifisch ist, sind kulturspezifische Kennzahlen generell aussagekräftiger als Kennzahlen, die auf Betriebstypen basieren. Behandlungshäufigkeiten stellen eine leicht erfassbare Kennzahl dar. Agronomisch interessant sind die Angaben zur Streuung, denn sie vermitteln einen Eindruck wie einheitlich der Pflanzenschutz einer bestimmten Kultur betrieben wird. Ein Beispiel ist der Maisanbau bei dem für die überwiegende Mehrheit der Schläge genau eine Intervention vorgenommen wurde (Abbildung 6).

Die Behandlungshäufigkeit muss nicht nur auf die Anzahl Interventionen reduziert werden, sondern lässt sich auch als Anzahl Produkte oder Anzahl Wirkstoffe darstellen, was in den UK-Surveys auch so gemacht wird (z.B. Garthwaite *et al.*, 2010a). Am Pflanzenschutzexperten-Workshop vom 4.11.2011 wurden diese beiden (technisch leicht implementierbaren) Auswertungen allerdings als nicht besonders aussagekräftig eingestuft. Dagegen wurden die Kennzahlen Behandlungsindex und



Aggregierte Aufwandmengen als geeignet für den Agrarbericht und die Kennzahl Wirkstoffranking als geeignet für agronomische Beurteilungen eingestuft (Tabelle 1). Bemerkungen zu diesen drei Kennzahlen:

- **Behandlungsindex:** Die Berechnung der Kennzahl ist technisch kein Problem (Abschnitt 1.3, Definition 12). Die ressourcenmässige Hürde ist, dass jeder der ungefähr 15'000 Produkt-Applikationen die empfohlene Aufwandmenge zugeordnet werden muss. Es wäre wünschenswert, diese Arbeit in einem ersten Schritt für ein bestimmtes Erhebungsjahr als Zusatzprojekt durchzuführen, denn damit liessen sich drei Aspekte untersuchen: 1. Vergleich Behandlungsindex – Anzahl Interventionen (Details im Anhang A5), 2. Evaluation der Dosierungen auf den ZA-AUI-Betrieben, 3. Evaluation, ob die derzeitige grobe Qualitätskontrolle ausreichend ist.
- **Aggregierte Aufwandmengen:** Angaben zur Aufwandmenge wie sie in Tabelle 6 zusammengestellt wurden, geben zwar einen gewissen Eindruck, sind aber schwer interpretierbar, wenn sie nur aggregiert vorliegen.
- **Wirkstoffranking:** Das Wirkstoffranking (Abschnitt 1.3, Definition 14) ist eine sinnvolle Ergänzung zur Anzahl Interventionen. Wenn z.B. bei gewissen Kulturen immer die gleichen Insektizid-Wirkstoffklasse verwendet wird, kann das aus im Hinblick auf die Resistenzbildung eine ungünstige Praxis sein, aber sie erscheint in den hier vorgestellten Kennzahlen nicht als problematisch. Die Kennzahl ist primär von agronomischem Interesse.

Auf Betriebstypen basierende Kennzahlen: Die Aussagekraft der Auswertung im Hinblick auf die FAT99-Betriebstypen erscheint begrenzt. Der Einsatz von PSM ist extrem kulturabhängig, was die grosse Streuung in Abbildung 8 erklärt. In Bezug auf PSM ist schon die Definition gewisser Typen wenig aussagekräftig, z.B. wird ein Ackerbaubetrieb, der in einem bestimmten Jahr mehr als 10% Feldgemüse wie Spargeln oder Kohl anbaut, rasch einmal als FAT99-Betriebstyp Gemüsebau eingestuft. Mit den Produktionsmethoden eines modernen Gemüsebaubetriebs, die mit sehr intensivem Pflanzenschutz arbeiten (häufig mit mehreren Kulturen pro Jahr auf dem gleichen Schlag), hat so ein Ackerbaubetrieb mit erhöhtem Freilandgemüseanteil kaum etwas gemeinsam. Allenfalls sollten gezielte Fragestellungen untersucht werden, zu denen es einen Anstoss aus der Praxis gibt, z.B. ob die überbetriebliche Kooperation sich in den Kennzahlen zum PSM-Einsatz niederschlägt.

Kennzahlen zu Gesamtmengen: Hochaggregierte Angaben wie die total eingesetzte oder die total verkaufte Menge Pflanzenschutzmittel in Tonnen lassen keine agronomisch oder ökologisch relevanten Aussagen zu. Solche Kennzahlen werden primär dadurch beeinflusst, ob eher Wirkstoffe eingesetzt wurden, bei denen die Behandlungen eine hohe Aufwandmenge benötigen (siehe Abschnitt 4.4.2). Auch eine über alle Kulturen aggregierte Behandlungshäufigkeit ist keine sinnvolle Grösse, denn sie zeigt primär welche Kulturen in der Schweiz angebaut werden und sagt nichts darüber aus, wie in der Schweiz Pflanzenschutz betrieben wird.

5.3.3 Ausblick

Dank den im Lauf des Projekts entwickelten Datenstrukturen ist der Routinebetrieb gewährleistet. Weitere Erfahrungen bei der Auswertung sollten auch retrospektiv für die Jahre 2009 und 2010 anwendbar sein.

Folgende Punkte bleiben noch offen bzw. fallen nicht in den Rahmen des Projekts:

- **Harmonisierung der Wirkstoff- und Produktdaten:** Generell hat sich die Datenstruktur in Agro-Tech als geeignet für die Auswertung der Feldkalender erwiesen. Eine Lücke ist derzeit, dass keine direkte Verknüpfung der Wirkstofflisten in Agro-Tech mit den Wirkstoffen des Pflanzenschutzmittelverzeichnisses, den für die Verkaufszahlen verwendeten Wirkstoffnamen und den Wirkstoffen der EU-Liste möglich ist. Der Abgleich der Wirkstoffe von Hand könnte durch die konsequente An-



gabe von den im Abschnitt 2.4 beschriebenen CIPAC-Nummern gelöst werden. Es wäre wertvoll, wenn zudem auch die Produktnamen über einen eindeutigen Schlüssel mit denen des Pflanzenschutzmittelverzeichnisses verknüpft werden.

- **Zusätzliche Erhebungen für Spezialkulturen:** (siehe 5.3.1)
- **Reduktion der Daten-Verlustrate:** Seit März 2013 laufen Arbeiten für eine automatisierte Zuordnung der bewilligten Aufwandmenge. Eine vollständige Automatisierung wird vermutlich nicht gelingen, weil die bewilligte Aufwandmenge nicht nur von der Kultur sondern auch von der Indikation abhängt, die in Agro-Tech eher selten erfasst wird. Es kann aber davon ausgegangen werden, dass die Verlustrate durch diese technische Verbesserung weiter gesenkt werden kann, ohne dass der Aufwand für die Routineauswertung massiv steigt. Dies ist wichtig, um die derzeitige (leichte) Verzerrung der Schätzungen zu reduzieren (Abschnitte 5.2 und 5.3.2 "Varianz und Bias"). Die Effizienzsteigerung bei der Qualitätskontrolle ist aber vor allem vor dem Hintergrund des geplanten Ausbaus der erfassten Anzahl Betriebe nötig.
- **Kommunikationsaspekte:** Der Indikator Einsatz von PSM soll aus Kennzahlen bestehen, welche die landwirtschaftliche Praxis beschreiben. Die Kennzahlen sollten im Zeitverlauf erkennen lassen, welche Trends sich in der Pflanzenschutzpraxis abzeichnen.

Der Indikator Einsatz von PSM ist kein ökologischer Indikator, also wenn ein Schlag mit einer bestimmten Kultur eine höhere Behandlungshäufigkeit als andere Schläge aufweist, bedeutet das nicht notwendigerweise, dass die PSM-Risiken auf diesem Schlag höher sind. Es ist wichtig zu kommunizieren, dass gewisse Kulturen einen intensiven Pflanzenschutz benötigen. Der Vergleich mit anderen Ländern sollte dazu dienen, ein Verständnis dafür aufzubauen, dass z.B. Obstbau überall sehr behandlungsintensiv ist. Zudem wurde gerade bei Spezialkulturen wie Obst- oder Gemüsebau in anderen Ländern die Erfahrung gemacht, dass die Veröffentlichung von Erhebungsdaten dazu beigetragen hat, die Diskussionen zu versachlichen.



6. Fazit

In Bezug auf die zur Veröffentlichung geplanten Kennzahlen (Anzahl Interventionen und eingesetzte Menge) lässt sich Folgendes sagen:

1. Die meisten Kulturen sind sowohl flächenmässig als auch von der regionalen Verteilung her ausreichend abgedeckt.
2. Für Reben liegt zwar eine ansprechend hohe Anzahl erfasster Schläge vor, aber es bestehen noch regionale Lücken (VS und TI fehlen).
3. Für Gemüsebau, Futterrüben, Hochstammobst und Raps Extenso sind keine Aussagen möglich.
4. Beim Obstbau ist die Situation noch unklar, aber angesichts der Heterogenität des Pflanzenschutzes im Obstbau erscheint die Datenlage eher schwach. Es besteht die Möglichkeit, dies abzuklären, indem Daten aus einer umfassenderen Erhebung mit den ZA-AUI-Daten verglichen werden.
5. Die Kennzahl Anzahl Interventionen lässt sich mit gewissen Einschränkungen mit Erhebungen anderer Länder vergleichen. Im Getreidebau scheint die Schweizer Praxis weniger pflanzenschutzintensiv als in anderen Ländern, in den übrigen Kulturen scheint die Praxis ähnlich.

In Bezug auf die Schätzungen für die einzelnen Wirkstoffe lässt sich Folgendes sagen:

1. Für jeden Wirkstoff und jede Kultur lässt sich grob sagen, ob die Schätzung als zuverlässig eingestuft werden kann.
2. Die derzeit verwendete Faustregel von mindestens 30 erfassten Applikationen für eine zuverlässige Schätzung ist pragmatisch, sollte aber noch weiter entwickelt werden, denn die Risikoindikatoren basieren auf den Schätzungen der einzelnen Wirkstoffe.
3. Für den Ackerbau wurden für knapp 50% der Wirkstoffe mehr als 30 Applikationen erfasst, wobei darunter auch Wirkstoffe sind, von denen weit weniger als 1 Tonne verkauft wurde. Die geplante Erhöhung der Anzahl teilnehmender Betriebe ist vor diesem Hintergrund sehr wertvoll.
4. Die aus den Erhebungen für das Jahr 2009 hochgerechneten Mengen lagen tendenziell unter den verkauften Mengen. Werden diese Vergleiche über mehrere Jahre geführt lassen sich genauere Aussagen über die Höhe der Abweichungen machen.

Insgesamt hat sich erstens gezeigt, dass mit begrenzten Mitteln relevante Aussagen zum Einsatz von PSM möglich sind und zweitens, dass es bei einigen Kulturgruppen und bei vielen Wirkstoffen noch Lücken gibt, dass diese Lücken aber identifizierbar sind.



7. Literatur

- BFS, 2012: Bundesamt für Statistik, Landwirtschaft – Indikatoren Strukturen - Landwirtschaftliche Nutzfläche, <http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/themen/07/03/blank/ind24.indicator.240204.2402.html> (Abfrage am 22.2.2012)
- BLW, 2010: Agrarbericht 2010
- Brenner H., 2011: Rapsglanzkäfer erobern auch die Ostschweiz, LANDfreund, 4, 2-4.
- BVL, 2010: Absatz an Pflanzenschutzmitteln in der Bundesrepublik Deutschland - Ergebnisse der Meldungen gemäß § 19 Pflanzenschutzgesetz für das Jahr 2009
http://www.bvl.bund.de/DE/04_Pflanzenschutzmittel/01_Aufgaben/02_ZulassungPSM/03_PSMInlandsabsatzExport/psm_PSMInlandsabsatzExport_node.html
- Crop Protection Association, 2010: Statistical Review Year to December 2009
http://www.cropprotection.org.uk/media/15241/cpa_statistics_2010.pdf
- DEFRA, 2011: Agriculture in the UK. <http://www.defra.gov.uk/statistics/foodfarm/cross-cutting/auk/>
- Dugon J., Favre G., Zimmermann A., Charles R., 2010: Pflanzenschutzpraxis in einem Ackerbaubetriebsnetz von 1992 bis 2004, Agrarforschung Schweiz 1 (11–12), 416–423.
- Efron B., 1979: Bootstrap methods: another look at the jackknife, Ann. Stat., 7, 1–26.
- European Crop Protection Association (ECPA), 2010: <http://www.ecpa.eu/information-page/industry-statistics-united-kingdom>
- Eurostat, 2008: A common methodology for the collection of pesticide usage statistics within agriculture and horticulture. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 66 pp.
- Fossati D., Brabant C., 2003: Die Weizenzüchtung in der Schweiz, Agrarforschung Schweiz 10 (11–12), 447–458.
- Freier B., Sellmann J., Schwarz J., Jahn M., Moll E., Gutsche V., Zornbach W., 2011: Netz Vergleichsbetriebe Pflanzenschutz - Analyse der Ergebnisse der Jahre 2007 bis 2010, Jahresbericht 2010, Berichte aus dem Julius Kühn-Institut 161. http://www.nap-pflanzenschutz.de/fileadmin/SITE_MASTER/content/Dokumente/Praxis/Bericht_Netzvergleichsbetriebe_2010.pdf
- Garthwaite D. G., Thomas M. R., Parrish G., Smith L., Barker I., 2009: Pesticide Usage Survey Report 219, Outdoor Vegetable Crops in Great Britain 2007.
- Garthwaite D. G., Thomas M. R., Parrish G., Smith L., Barker I., 2010a: Pesticide Usage Survey Report 224, Arable Crops in Great Britain 2008.
- Garthwaite D. G., Barker I., Parrish G., Smith L., 2010b: Pesticide Usage Survey Report 225, Orchards and Fruit Stores in Great Britain 2008.
- Keller A., Rossier N. & Desaulles A., 2005: Schwermetallbilanzen von Landwirtschaftsparzellen der nationalen Bodenbeobachtung - NABO – Nationales Bodenbeobachtungsnetz der Schweiz, Schriftenreihe der FAL (54).
- Keller L., Amaudruz M., 2005: Evaluation Ökomassnahmen Auswertung der Pflanzenschutzmittel-Verbrauchsdaten 1997 – 2003 in drei ausgewählten Seengebieten, Schlussbericht (Rev. 24.01.05).
- Krebs R., Hartmann F., Scherrer D., 2008: Pflanzenschutzmittel im gewerblichen Gartenbau. Pilotstudie über die Anwendung. Umwelt-Wissen Nr. 0811. Bundesamt für Umwelt, Bern.



- Krebs R., Hartmann F., Wächter D., 2011: Einsatz von Pflanzenschutzmitteln im Schweizerischen Gartenbau: Datenübersicht - indikatorbasierte Risikobeurteilung - Monitoringkonzept. Bericht zhaw - Im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU)
- Kruijne R., van der Linden A.M.A., Deneer J.W., Groenwold J. G., Wipfler E.L., 2012: Dutch Environmental Risk Indicator for Plant Protection Products. Wageningen, Alterra-Report 2250.1. <http://edepot.wur.nl/199114>
- Maurer H., Maissen V., 2009: Vergleich der Umweltbestimmungen im Landwirtschaftsrecht der EU und ausgewählter Mitgliedstaaten sowie der Schweiz – Bericht vom 24. Februar 2009.
- Pesticides Forum, 2011: Pesticides in the UK - The 2010 report on the impacts and sustainable use of pesticides.
- Poiger T., Buser H. R., Müller M. D., 2005: Evaluation der Ökomassnahmen und Tierhaltungsprogramme, Synthesebericht Bereich Pflanzenschutzmittel. Agroscope FAW Wädenswil.
- Roesch A., Hausheer Schnider J., 2008: Zentrale Auswertung von Buchhaltungsdaten - Grundlagenbericht 2008.
- Roesch A., 2011: Stichprobeneffekt – Wie aussagekräftig ist der Vergleich mit dem Vorjahr?, Agrarforschung Schweiz 2 (5), 220–225.
- Rossberg D., 2009a: NEPTUN 2007 – Obstbau, Berichte aus dem Julius Kühn-Institut 147. <http://www.nap-pflanzenschutz.de/indikatoren-und-analysen/erhebungen-psm-anwendungen/ergebnisse/>
- Rossberg D., 2009b: NEPTUN 2009 – Weinbau, Berichte aus dem Julius Kühn-Institut 151. <http://www.nap-pflanzenschutz.de/indikatoren-und-analysen/erhebungen-psm-anwendungen/ergebnisse/>
- Rossberg D., Vasel E.-H., Ladewig E., 2010: NEPTUN 2009 – Zuckerrübe, Berichte aus dem Julius Kühn-Institut 152. <http://www.nap-pflanzenschutz.de/indikatoren-und-analysen/erhebungen-psm-anwendungen/ergebnisse/>
- Rossberg D., 2013: Erhebungen zur Anwendung von Pflanzenschutzmitteln in der Praxis im Jahr 2011, Journal für Kulturpflanzen 65 (4), 141-151.
- SBV (Schweizerischer Bauernverband), 2010: Statistische Erhebungen und Schätzungen über Landwirtschaft und Ernährung, 2010
- Thomas M. R., 2007: HARmonised environmental Indicators for pesticide Risk - Pesticide Usage Database, SSPE-CT-2003-501997, http://www.rivm.nl/rvs/Risicobeoordeling/Modellen_voor_risicobeoordeling/HAIR/Results_folder
- Wittwer A., Gubser C., 2010: Umsetzung des Verbots von Pflanzenschutzmitteln. Untersuchung zum Stand der Umsetzung des Anwendungsverbots von Unkrautvertilgungsmitteln auf und an Strassen, Wegen und Plätzen. Umwelt-Wissen Nr. 1014. Bundesamt für Umwelt, Bern.



Dank

Die vorliegenden Ergebnisse waren nur durch die kompetente und tatkräftige Unterstützung zahlreicher Personen möglich. Ein besonderer Dank geht an Robert Baur, der das Projekt von Anfang an begleitet hat und in entscheidenden Momenten die richtigen Impulse gab. Die Autoren möchten folgenden weiteren Personen danken: Ruth Badertscher (BLW), Silvio Blaser (ART), Chris Bosshard (ART), Raphaël Charles (ACW), Brigitte Decrausaz (BLW), Anna Drewek (Statistisches Seminar ETHZ), Padruot Fried (ART), Bernd Freier (JKI), David Garthwaite (Food and Environment Research Agency, UK), Dimitar Hristozov (Food and Drug Administration, USA), Armin Keller (ART), Dietmar Rossberg (JKI), Johann Selenius (Eurostat), Grant Stark (Chemicals Regulation Directorate, UK), Alain Valsangiacomo (ART), Michael Wagner (Agridea). Ein Spezieller Dank geht auch an Erich Hess und Bendicht Münger als Vertreter des Bauern- bzw. des AGRO-Treuhänderverbandes. Den Pflanzenschutzmittelexperten der Kantone, des BLWs und der Agroscope, sei für ihren wertvollen Input am Workshop vom 4.11.2011 gedankt. Auch alle anderen, die diese Arbeit unterstützt haben, insbesondere dem Ökotoxteam der ACW soll an dieser Stelle herzlich gedankt werden. Dem Bundesamt für Landwirtschaft (BLW) danken wir für die Finanzierung des Projekts.



Anhang

A1 Aufteilung in die 19 für die Auswertung verwendeten Kulturgruppen

In Tabelle A1.1 sind die für die Auswertung unterschiedenen Kulturgruppen zusammengestellt. Die Zuordnung der einzelnen Kulturen zu den Kulturgruppen ist im Anhang der technischen Dokumentation zu entnehmen.

Tabelle A1.1: Für die Aggregation der Kulturen verwendeten Einteilung in Kulturgruppen

Kulturgruppe grob	Kulturgruppe verfeinert	# Schläge in ZA-AUI 2009	Fläche in ZA-AUI 2009 [ha]	In CH angebaute Fläche [ha] ^[1]
Getreide ^[2,3]	Wintergerste	94	159.1	87 930
	Wintergerste Extenso	91	124.2	
	Winterweizen	225	447.7	30 891
	Winterweizen Extenso	308	467.3	
	Übriges Getreide ^[4]	147	232.1	
Mais ^[5]	Mais	386	528.1	62 839
Raps ^[3]	Raps	131	219.9	17 787
	Raps Extenso	17	24.6	3 647
Rüben	Zuckerrüben	99	178.1	20 191
	Futtermüben	22	14.1	1 004
Andere Nutzungen	Andere Nutzungen	154	96.0	17 945
Reben	Reben	126	43.9	14 820
Kartoffeln ^[6]	Kartoffeln	129	140.1	11 215
Freilandgemüse	Freilandgemüse	143	62.9	9 548
Obst	Kernobst	78	39.3	5 064
	Steinobst	39	15.9	1 487
	Hochstammobst ^[7]	15	4.2	2 214
Hülsenfrüchte	Hülsenfrüchte	58	77.7	4 035
Wiesen, Weiden, Brachen	Wiesen, Weiden, Brachen	5 011	5 118.0	746 780
Total (ohne Wiesen und Weiden)		2 262	2 875.2	307 926

^[1] Agrarbericht 2010 Anhang A2, Tabelle 3

^[2] Der Extenso-Anteil der Wintergerste, bzw. des Winterweizens musste geschätzt werden. Agrarbericht 2010 Tabelle 37 Seite A41 ergibt 24798 ha Extenso-Futtergetreide (50%) und 44490 ha Extenso-Brotgetreide (51%). Es konnte nicht geklärt werden ob gewisse Getreidearten wie Dinkel, Roggen, Hafer oder Triticale bevorzugt Extenso angebaut werden (die Auswertung der erhobenen Schläge mit diesen Getreidearten ergab keine Hinweise darauf). Nimmt man daher an, dass der Extenso-Anteil gleichmässig auf die Getreidearten verteilt ist, weisen die an der ZA-AUI beteiligten Betriebe mit 44% Extenso-Wintergerste und 51% Extenso-Winterweizen keinen Trend auf bevorzugt Extenso-Anbau zu betreiben.

^[3] Schläge mit Molluskizideinsatz wurden bisher nicht den Extenso-Flächen zugordnet, was vor allem bei Raps relevant ist. Werden Schläge mit Molluskizid-Einsatz (aber ohne Insektizid und Fungizideinsatz) als Extenso gezählt, dann wäre die Raps-Extenso-Fläche der ZA-AUI-Betriebe 45.9 ha bzw. 19% (CH: 17%). Generell soll ab der 2013 die Zuordnung zu Extenso-Flächen noch verbessert werden in dem die erhobenen Daten zum PSM-Einsatz mit den Angaben für die Extenso-Beiträge abgeglichen werden.



^[4] Ohne Körnermais

^[5] Inklusive Körnermais

^[6] Inklusive Saatkartoffeln (29 Schläge)

^[7] Agrarbericht 2010 Tabelle 35d für Hochstammbst (Annahme: 1 Baum entspricht 0.1 Ar).



A2 Details zur Datenverarbeitung (Abschnitt 3.1)

In Tabelle A2 sind die einzelnen Schritte aufgelistet, die während der Qualitätskontrolle (QK) abgearbeitet werden. QK-Schritt 1-2 mussten von Hand durchgeführt werden, während die übrigen Schritte automatisiert mit Datenbank- bzw. Statistiksoftware (Access bzw. R) durchgeführt werden.

Tabelle A2.1: Für Qualitätskontrolle berücksichtigte Aspekte (QK-Schritte). Grau schattierte Felder erfordern Handarbeit

QK-Schritt	Details
1. Handeinträge	<ul style="list-style-type: none">• Produktnamen der PSM, welche die Landwirte von Hand eingetragen haben (= Eigeneinträge), überprüfen und Korrektur falls möglich• Parallelimporte Produkte mit äquivalenter Formulierung zuordnen• Übereinstimmung Produktnummern und Produktname überprüfen (Annahme: Produktname korrekt und Produktnummer wegen Agro-Tech-Problem falsch)
2. Einheiten	<ul style="list-style-type: none">• Überprüfen aller Einträge, die nicht kg oder l sind (Vergleich mit empfohlener Aufwandmenge) und Korrektur falls möglich (→ Tabellenblatt QK_2 in MASTER_2009_Export_September_2011_20110923.xlsx)
3. Bereinigung	<ul style="list-style-type: none">a) Elimination unvollständiger Einträge (ohne Produktname, ohne Aufwandmenge)b) Ergänzen der Angaben bei fehlender Angabe der behandelten Flächec) Ergänzen der Angaben bei fehlender Angabe der Kulturfläched) Überprüfen, ob Produktname richtiger Produktnummer zugeordnet und Korrektur der Fehlzuordnungene) Überprüfen falls Einheit Feldkalender ≠ Einheit in ATe (PSM-Produktdefinition in ATe hat Angabe ob % oder g/l)f) Elimination "nicht-chemischer" PSM (Granuloseviren, Bazillen, etc.)g) Elimination von Wirkstoffen, die in EU nicht mehr als PSM eingestuft sind (Synergisten, Safener, etc.)h) Wirkungsbereich für Kultur nicht sinnvoll (z.B. Insektizide auf Wiesen)
4. Duplikate	<ul style="list-style-type: none">• Entfernen von Duplikaten (falls gleiches Produkt am gleichen Datum mit gleicher Aufwandmenge > 1 Mal ausgebracht)
5. Ausreisserdetektion	<ul style="list-style-type: none">• Detektion sehr grosser Unterschiede der Aufwandmenge

Jeder QK-Schritt kann dazu führen, dass PSM-Applikationen aus dem Datensatz eliminiert werden. In der ersten Bearbeitung der Daten durch die ACW gingen noch fast 15% der Daten verloren. Im Lauf des Projekts wurde deshalb Modifikationen am Export-Tool und an den Auswertungsroutinen vorgenommen, die zu einer tieferen Verlustrate führen sollten. Tabelle A2.2 gibt einen Überblick wie viele Einträge von den einzelnen QK-Schritten betroffen waren und wie viele Einträge aus dem Datensatz eliminiert werden mussten.

Den grössten Beitrag zum Datenverlust entsteht mit 363 Einträgen durch QK 3a, also durch die Elimination von Einträgen, bei denen keine Aufwandmenge angegeben war. Der zweitgrösste Beitrag wird durch QK1 verursacht, also durch fehlerhafte von Hand eingetragene Produktnamen. Unter den 287 eliminierten Eigeneinträgen ist auch ein relativ hoher Anteil an Produkten, die nicht als PSM eingestuft werden wie z.B. Blattdünger oder Pflanzenstärkungsmittel. Die Elimination dieser Einträge ist daher nur bedingt als Datenverlust zu werten. Das gleiche gilt für 3f, also die Elimination "nicht-chemischer" PSM wie Granuloseviren oder Bacillus thuringiensis. Der drittgrösste Beitrag wird durch



QK2 verursacht, also durch Einträge, die nicht in kg/ha oder l/ha gemacht wurden, sondern entweder ohne Einheitsangabe oder in Angaben wie Stück, Dispenser, Tabletten.

Insgesamt gehen durch das derzeitige Vorgehen 1739 Einträge von Produkt-Applikationen verloren. Lässt man QK 3f und 3g weg, weil sie nicht als Fehleinträge zu betrachten sind, bleiben noch 1280. Bei ursprünglich 14'982 Einträgen in Agro-Tech entspricht das einer Verlustrate von 8.5%. Damit wurde die Verlustrate im Vergleich zur ersten Auswertungen im Herbst 2010 etwa halbiert. Werden keine manuellen Korrekturen durchgeführt, werden 2949 Applikationen ausgeschlossen (QK 3f und 3g wiederum nicht gezählt), was einem Verlust von 20% der PSM-Applikationen entspricht.

Tabelle A2.2: Durch QK-Schritte 1-5 betroffene bzw. trotz genauerer Überprüfung verlorene PSM-Applikationen, der 14'982 insgesamt im Jahr 2009 erfassten PSM-Applikationen. Grau schattierte Felder erfordern Handarbeit

Problem	# Fälle	# eliminierte Einträge	weitere Möglichkeiten
1. Handeinträge ATe	757	287	-
2. Unklare Einheiten	289	269	v.a. Einzelstockbehandlungen – allenfalls mit Annahmen zu Unkrautdichte rechnen
3a Einträge ohne Aufwandmenge	441	363	ev. empfohlene Aufwandmengen einsetzen
3b keine Angabe zur behandelten Fläche	10	0	
3c keine Kulturfläche	10	10	
3d Zuordnung Produkt in ATe	1091	0	210 Fälle, falls rausgesucht wird, welche Produktnummer nicht stimmt,
3e Produkt mit widersprüchlicher Einheit	19	19	
3f Elimination "nicht-chemischer" PSM	163	163	
3g Elimination von nicht mehr als PSM eingestuftem Stoffen	296	296	
3h Elimination von für bestimmte Kulturen nicht plausiblen Wirkungsbereichen ^[1]	79	79	
4. Duplikate	72	72	
5. "Ausreisser" WS-Aufwand	181	181	
Total	3408	1739	

[1] Test ob Wirkungsbereich plausibel ist, z.B. sind Insektizide auf Wiesen nicht plausibel (stammen von nicht als Flächen erfassten Obstbäumen)



A3 Details zur Auswertung 2010 (Abschnitte 4.1 und 4.2)

Tabelle A3.1: Anzahl Betriebe, Parzellen und Schläge mit PSM-Einsatz bzw. Anzahl Betriebe, Schläge, offene Ackerfläche in Fruchtfolge und landwirtschaftliche Nutzfläche aller Betriebe (also mit und ohne PSM-Einsatz). Zahlen für das ÖLN-Jahr 2010. In Klammern ist jeweils der Durchschnitt pro Betrieb angegeben. Grau schattiert sind Felder die stark vom Jahr 2009 abweichen (siehe Tabelle 2 im Abschnitt 4.1)

	Total	Tal	Hügel	Berg	Keine Angabe ^[1]
# Betriebe mit PSM-Einsatz	228	141	68	16	3
# Parzellen mit PSM-Einsatz	1768 (7.8)	1284 (9.1)	395 (5.8)	60 (3.75)	29 (9.7)
# Schläge mit PSM-Einsatz	2146 (9.4)	1600 (11.3)	447 (6.6)	62 (3.9)	37 (12.3)
# Betriebe gesamt	304	150	95	56	3
# Schläge gesamt	7300 (24.0)	3844 (25.6)	2292 (24.1)	1085 (19.4)	79 (26.3)
Offene Ackerfläche in FF [ha] ^[2]	2670 (9.3)	2117 (15.0)	483 (6.8)	18 (2.2)	52 (6.5)
Landwirtschaftliche Nutzfläche [ha]	7883 (26.0)	4167 (27.8)	2171 (22.8)	1471 (26.3)	74 (36.9)

^[1] Angabe zu Region fehlt

^[2] Angabe fehlt für 81 Betriebe (vermutlich meistens weil Betrieb keine Ackerflächen hat)

Tabelle A3.2: Fläche der über das ZA-AUI erfassten Betriebe nach (aggregierten) Kulturgruppen (Zahlen verwendet für Abbildung 4)

	ZA-AUI 2009 [ha]	ZA-AUI 2010 [ha]	Veränderung zu 2009
Getreide	1430.5	1329.3	-7
Mais	528.1	475.1	-10
Raps	244.5	246.6	0
Rüben	192.1	168.7	-12
Andere	96.0	111.4	16
Reben	43.9	56.1	28
Kartoffeln	140.1	169.3	21
Freilandgemüse	62.9	69.3	10
Obst	59.4	69.0	16
Hülsenfr.	77.7	82.4	6
Wiesen, Weiden, Brachen	5118.0	5066.1	-1



Tabelle A3.3: Anzahl Interventionen pro Jahr nach Kulturgruppen für die **Erhebung 2010** (analog zu Tabelle 5 für das Jahr 2009). *n*: Anzahl ausgewertete Schläge, F: Fungizide, H: Herbizide, I: Insektizide, PGR: Regulatoren, M: Molluskizide, ZR: Andere PSM, $q_{0.25}$: Unteres Quartil, $q_{0.75}$: Oberes Quartil. Grau schattierte Felder weisen mehr als 20% Unterschied zum Jahr 2009 auf (PGR, M und ZR nicht ausgewertet)

Kulturgruppe	<i>n</i>	H	F	I	PGR	M	ZR	Gesamt ($q_{0.25}, q_{0.75}$)	Median
Andere Nutzungen	175	0.5	0.9	0.2	0.01	0.1	<0.01	1.4 (0, 1.5)	0
Freilandgemüse	141	0.9	1.2	0.9	0	0.1	0.1	2.6 (0, 4)	1
Futterrüben	23	3.4	0.5	0.1	0	0.1	0.6	4.0 (3, 5)	4
Hochstammobst	21	0	1.0	0.8	0	0	0	1.1 (0, 2)	0
Hülsenfrüchte	62	1.3	0.4	0.4	0	0	0.0	1.9 (1, 3)	2
Kartoffeln	160	2.0	5.6	0.3	0	0.4	0.8	7.9 (6, 10)	8
Kernobst	88	1.9	13.6	4.1	0.6	0	0.5	16.6 (12.8, 22)	20
Mais	351	1.0	0	0	0	0.0	0.0	1.0(1, 1)	1
Raps	125	1.3	0.9	2.2	0	0.4	0.02	4.1 (3, 5)	4
Raps Extenso	18	0.8	0	0	0	0	0	0.8 (0.3, 1)	1
Reben	130	1.0	8.9	0.13	0	0	0.0	9.8 (8, 13)	10
Steinobst	50	0.8	3.6	1.3	0.1	0	0	4.6 (0, 9)	4.5
Übriges Getreide	160	1.0	0.3	0.0	0.3	0.0	0	1.4 (1, 2)	1
Wiesen und Weiden	5043	0.05	0	0	<0.01	<0.01	<0.01	0.05 (0, 0)	0
Wintergerste	79	1.2	1.6	0	1.4	0.0	0.0	2.9 (2.4, 3)	3
Wintergerste Extenso	80	0.9	0	0	0	0	0	0.9 (1, 1)	1
Winterweizen	216	1.2	1.5	0.07	1.1	0.01	0.0	3.0 (2, 4)	3
Winterweizen Extenso	291	1.1	0	0	0	0	0	1.1 (1, 1)	1
Zuckerrüben	87	3.7	1.2	0.14	0.01	0.5	0.4	5.3 (4, 7)	5

^[1] Bemerkung: Werden Produkte mit unterschiedlichen Wirkungsbereichen gemischt wird für das Total trotzdem nur eine Applikation gezählt. Für die einzelnen Wirkungsbereiche wird aber je eine Applikation gezählt, was zur Folge hat, dass die Spalte "Mittelwert" kleiner sein kann als die Summe der einzelnen Wirkungsbereiche. Fiktives Beispiel: Eine Tankmischung mit zwei Fungiziden und einem Insektizid zählt als 1 Applikation für das Total, als 1 Applikation für die Anzahl Fungizide und als 1 für die Anzahl Insektizide. (cf. http://www.iki.bund.de/fileadmin/dam_uploads/veroeff/berichte/151_NEPTUN_Weinbau_2009.pdf, S. 9).



Tabelle A3.4: Mittlere Wirkstoffmengen nach Wirkungsbereichen und Kulturgruppe [kg WS/ha/Jahr] für die **Erhebung 2010** (analog zu Tabelle 6 für das Jahr 2009). Grau schattierte Felder weisen mehr als 20% Unterschied zum Jahr 2009 auf (nur Gesamtmenge ausgewertet)

Betriebstyp (FAT99)	H	F	I	M	PGR	ZR	Gesamt
Andere Nutzungen	1.8	0.5	0.03	0.04	0.06	0.0002	2.4
Freilandgemüse	1.4	3.7	0.2	0.02	---	0.1	5.4
Futterrüben	4.8	0.2	0.3	0.05	---	0.4	5.6
Hochstammbobst	---	0.8	0.09	---	---	0.4	1.3
Hülsenfrüchte	1.9	0.1	0.1	---	---	0.02	2.2
Kartoffeln	3.0	7.1	0.01	0.1	---	4.9	15.2
Kernobst	1.6	25.1	2.0	---	0.09	13.3	42.0
Mais	1.4	---	---	0.01	---	0.02	1.5
Raps	1.6	0.3	0.1	0.17	---	0.004	2.2
Reben	1.3	20.8	0.03	0.04	---	0.1	22.3
Steinobst	0.6	4.5	0.6	---	0.008	0.6	6.3
Übriges Getreide	1.1	0.2	0.001	0.004	0.2	---	1.5
Wiesen, Weiden	0.06	---	---	0.0008	0.0001	0.002	0.06
Wintergerste	1.9	1.0	---	0.008	0.5	0.02	3.4
Winterweizen	1.0	0.9	0.008	0.001	0.4	0.04	2.4
Zuckerrüben	5.0	0.3	0.1	0.2	0.005	0.3	5.9
Winterweizen Extenso	0.9	---	---	---	---	---	0.9
Wintergerste Extenso	1.6	---	---	---	---	---	1.6
Raps Extenso	1.3	---	---	---	---	---	1.3

Tabelle A3.5: Behandlungshäufigkeiten der einzelnen Betriebstypen nach Wirkungsbereichen nach Ausschluss aller Schläge mit Wiesen und Weiden. *n*: Anzahl Betriebe, F: Fungizide, H: Herbizide, I: Insektizide, PGR: Regulatoren, M: Molluskizide, ZR: Andere, $q_{0.25}$: Unteres Quartil, $q_{0.75}$: Oberes Quartil

Betriebstyp (FAT99)	<i>n</i>	Anzahl Interventionen/Jahr ^[1]				F	H	I	PGR	M	ZR
		Mittelwert	Median	$q_{0.25}$	$q_{0.75}$						
Ackerbau	31	3.3	3.1	1.29	2.59	1.40	1.43	0.39	0.17	0.06	0.26
Anderes Rindvieh	3	0.1	0	0	0.03	0	0.13	0	0	0	0
Keine Angabe	6	1.1	1.1	0.17	0.73	0.25	0.79	0.03	0	0	0.28
Komb. Andere	36	3.0	2.2	0.34	1.14	1.47	1.30	0.37	0.04	0.05	0.36
Komb. Mutterkühe	11	4.4	3.0	0.69	2.69	2.80	1.46	0.40	0.07	0.20	0.05
Komb. Verkehrsmilch / Ackerbau	36	2.6	2.4	0.78	1.49	1.13	1.28	0.26	0.11	0.05	0.22
Komb. Veredelung	42	2.0	1.8	0.3	1.22	0.69	1.04	0.31	0.06	0.10	0.22
Mutterkühe	8	1.6	1.3	0	0.65	0.5	1.08	0.05	0	0	0
Pferde/Schafe/ Ziegen	1	0.7	0.7	0.07	0.07	0	0.67	0	0	0	0
Spezialkulturen	16	6.7	5.5	1.74	5.49	4.84	1.56	0.93	0.03	0.20	0.17
Veredelung	4	0.3	0.0	0	0	0.13	0.19	0.13	0	0	0.19
Verkehrsmilch	46	1.2	1.0	0	0.22	0.35	0.75	0.06	0.03	0.14	0.04



A4 Hochrechnungen auf Verkaufszahlen (Abschnitt 4.2.5)

In der folgenden Tabelle wird für die 140 Wirkstoffe, von denen 2009 mehr als eine Tonne verkauft wurde, die anhand der ZA-AUI beteiligten Betriebe hochgerechnete Menge mit der verkauften Menge verglichen. Bedeutung der Spalten:

Applikationen: Anzahl Erfassungen von PSM-Applikationen, die diesen Wirkstoff enthalten

Verkauf [t] (angegeben mit >): Verkaufszahlen (aus Datenschutzgründen jeweils nur als Bereich angegeben)

ZA-AUI/Verkauf: Verhältnis der hochgerechneten WS-Menge zur verkauften WS-Menge

Abweichungen > 2: Hochgerechnete eingesetzte Menge weicht um mehr als Faktor 2 von der verkauften Menge ab

Abweichungen > 4: Hochgerechnete eingesetzte Menge weicht um mehr als Faktor 2 von der verkauften Menge ab

Tabelle A4.1: Vergleich der im Jahr 2009 verkauften und auf dem ZA-AUI Erhebungsjahr 2009 hochgerechneten Menge in %. Einige Stoffe sind in der Schweiz zwar als PSM registriert, werden aber in der im Texte erwähnten Verkaufsmenge von 2211 t nicht gezählt (Adjuvantien, Synergisten, etc.)

WS-Name, bereinigt	# Applikationen	Verkauf [t] (angegeben mit >)	ZA-AUI/Verkauf in %	Abweichungen > Faktor 2	Abweichungen > Faktor 4
Schwefel	606	200	70		
Mineralöl / Petroleum oils	117	200	55		
Glyphosat	557	200	49	1	
Folpet	1137	100	113		
Mancozeb	423	100	59		
Kaolin	3	50	11	1	1
Metamitron	316	50	113		
Rapsöl	105	50	39	1	
Captan	434	50	90		
Kupfer (als Oxychlorid)	417	20	62		
Pendimethalin	168	20	65		
Isoproturon	219	20	85		
Chlorothalonil (TCPN)	296	20	86		
Fosetyl-Al	201	20	79		
Metaldehyd	204	20	35	1	
S-Metolachlor	228	20	100		
Dithianon	347	20	35	1	
CCC - Chlormequat (Chlorcholinchlorid)	154	10	58		
Terbuthylazin	192	10	91		
MCPP-P - Mecoprop-P	125	10	33	1	
Asulam	74	10	47	1	
Napropamid	112	10	95		
Kupfer (als Hydroxid)	95	10	37	1	
Prosulfocarb	42	10	87		



WS-Name, bereinigt	# Applikationen	Verkauf [t] (angegeben mit >)	ZA-AUI/Verkauf in %	Abweichungen > Faktor 2	Abweichungen > Faktor 4
CC - Cholinchlorid	keine	10	0	1	1
MCPA	149	10	27	1	
Ethofumesat	386	10	92		
Chloridazon	67	10	93		
Cyprodinil	202	10	100		
Pelargonsäure	keine	10	0	1	1
Kupfer (als Kalkpräparat)	34	10	34	1	
Phenmedipham	399	10	75		
Propamocarb-hydrochlorid	14	10	10	1	1
Chlortoluron	37	10	62		
Kaliumsalze natürlicher Fettsäuren	3	10	7	1	1
Diazinon	70	10	29	1	
Fenpropidin	182	10	76		
Dazomet (DMTT)	keine	10	0	1	1
Spiroxamin	118	10	68		
Dichlobenil	12	10	0	1	1
Netzmittel	keine	5		1	1
Propachlor	3	5	20	1	1
Dimethoat	30	5	12	1	1
Glufosinat	150	5	82		
MCPB	73	5	101		
Kalium-Bicarbonat	keine	5	0	1	1
Azoxystrobin	340	5	108		
Ethephon	136	5	101		
Kaliumnitrat (Kalisalpeter)	keine	5	0	1	1
Flufenacet	157	5	101		
Cymoxanil	462	5	92		
Dicamba	239	5	75		
Tebuconazol	158	5	69		
Diuron	14	5	7	1	1
Metazachlor	38	5	45	1	
2,4-D	38	5	32	1	
Trinexapac-ethyl	178	5	71		
Prothioconazol	144	5	78		
Orbencarb	14	5	65		
Aclonifen	49	5	233	1	
Trisiloxan (polyethermod.)	keine	5		1	1
Ioxynil	163	5	91		
Dimetachlor	44	5	70		
Difenoconazol	250	5	42	1	
Dimethomorph	94	5	35	1	
Sulcotrione	77	5	85		



WS-Name, bereinigt	# Applikationen	Verkauf [t] (angegeben mit >)	ZA-AUI/Verkauf in %	Abweichungen > Faktor 2	Abweichungen > Faktor 4
Fenpropimorph	23	5	27	1	
Fluazinam	127	5	59		
Epoxiconazole	119	5	43	1	
Mepiquatchlorid	22	5	22	1	1
Dimethenamid	56	5	98		
Diquat	78	5	110		
Triclopyr	22	5	6	1	1
Bentazon	47	1	72		
Lenacil	65	1	51		
Pyraclostrobin	46	1	36	1	
Trifloxystrobin	200	1	50		
Natriumfluorsilikat	12	1	37	1	
Fenhexamid	128	1	202	1	
Kunstharz-Dispersion	keine	1	0	1	1
Linuron	54	1	60		
Phosalon	38	1	84		
Propiconazol	108	1	66		
Prochloraz	34	1	66		
Metribuzin	103	1	92		
Fludioxonil	109	1	103		
Chlorpropham (CIPC)	keine → Nur für Nachernte- behandlung	1	0	1	1
Pethoxamid	17	1	100		
Methiocarb (Mercaptodimethur)	16	1	9	1	1
Kupfer (als Oxysulfat)	4	1	7	1	1
Diflufenican	335	1	112		
Bifenox	1	1	2	1	1
Mandipropamid	130	1	53		
Thiram (TMTD)	4	1	5	1	1
Propamocarb	147	1	322	1	
Chlorpyrifos-methyl	21	1	42	1	
Bromoxynil	71	1	83		
Metiram	9	1	151		
Oryzalin	21	1	52		
Carbosulfan	8	1	13	1	1
Kupfer (als Hydroxidcalciumchlorid)	2	1	2	1	1
Pirimicarb	45	1	35	1	
Metalaxyl-M	182	1	71		
Detergentien	keine	1		1	1



WS-Name, bereinigt	# Applikationen	Verkauf [t] (angegeben mit >)	ZA-AUI/Verkauf in %	Abweichungen > Faktor 2	Abweichungen > Faktor 4
Fluroxypyr-meptyl	30	1	35	1	
Thiophanate-methyl	8	1	32	1	
Clomazone	121	1	73		
Carbendazim	18	1	19	1	1
Boscalid	12	1	38	1	
Pyrimethanil	37	1	63		
Rapsölmethylester	5	1	29	1	
Iprovalicarb	25	1	21	1	1
Fluazifop-P-butyl	42	1	44	1	
Flusilazole	80	1	63		
Baumwachs	keine	1	0	1	1
Kresoxim-methyl	78	1	54		
Kupfersulfat	keine	1	0	1	1
Eisen-III-Phosphat	keine	1	0	1	1
Fluroxypyr-als Ester	96	1	74		
Metrafenone	2	1	1	1	1
Iprodione	17	1	40	1	
Cypermethrin	76	1	32	1	
Pencycuron	20	1	54		
Mesotrione	111	1	105		
Heptamethyltrisiloxane	keine	1		1	1
Fenamidon	154	1	123		
Cyproconazol	163	1	115		
Propyzamid	3	1	32	1	
Carbofuran	3	1	82		
Methomyl	2	1	8	1	1
Chlorpyrifos	7	1	16	1	1
Maneb	9	1	200		
Mefenpyr-Diethyl	keine	1		1	1
Thiacloprid	101	1	87		
Endosulfan	13	1	201	1	
Prohexadione-Calzium	52	1	36	1	
Tepraloxydim	24	1	32	1	
Bromopropylat	10	1	30	1	
Fluoxastrobin	17	1	40	1	
Desmedipham	236	1	108		
Total	15'072 Wirkstoff- Applikatio- nen	2232 t (Adjuvantien, Synergisten, Safener, Netz- mittel nicht ausgeschlossen)		71 (50.7 %)	35 (25%)



A5 Exkurs: Zusammenhang Behandlungsindex - Behandlungshäufigkeit

Der Unterschied von Behandlungsindex und Behandlungshäufigkeit lässt sich am besten anhand einer Grafik aus dem NEPTUN-Bericht zum Zuckerrübenbau diskutieren (Rossberg *et al.*, 2010).

Im Fall von Fungiziden und Insektiziden (nicht gezeigt) korrelieren die beiden Kennzahlen in sehr hohem Masse. Das bedeutet, dass die Landwirte im jährlichen Durchschnitt genau die empfohlene Aufwandmenge ausbringen (ob auch bei anderen Kulturgruppen die Korrelation zwischen Behandlungshäufigkeit und Behandlungsindex für Insektizide und Fungizide so hoch ist, wurde nicht abgeklärt). Bei Herbiziden ist der Pflanzenschutz deutlich komplexer. Die geringe Steigung der Regressionsgeraden zeigt, dass die Produkte in der Regel tiefer dosiert werden als empfohlen. Dies kann daran liegen, dass Behandlungen gesplittet werden oder daran, dass nur Teilflächen behandelt werden.

Es kann davon ausgegangen werden, dass der Behandlungsindex eine Kennzahl ist, die eine geringere Streuung zwischen den einzelnen Betrieben aufweist als die Behandlungshäufigkeit (wenn z.B. ein Landwirt tendenziell gesplittet appliziert und der andere nicht, ist die Behandlungsindex bei beiden gleich, während die Kennzahl Behandlungshäufigkeit beim ersten Landwirt auf einen intensiveren Pflanzenschutz deuten würde). Eine geringere Streuung hat den Vorteil, dass Unterschiede (zwischen Regionen, Jahren, Betrieben) eher signifikant sind als bei Kennzahlen mit grosser Streuung.

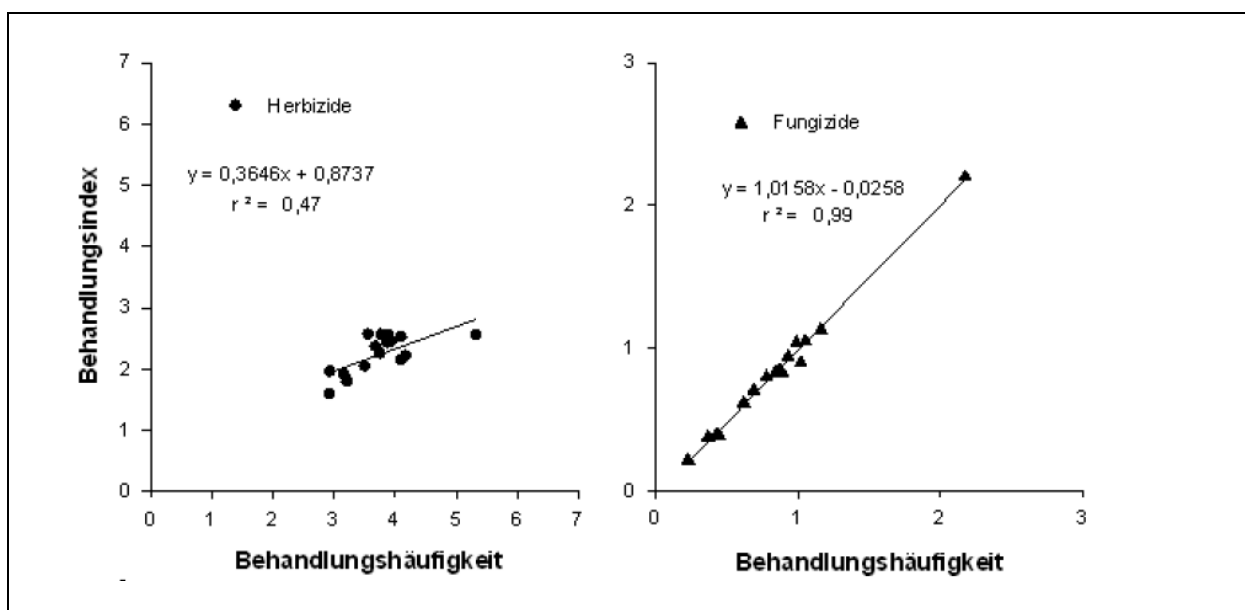


Abbildung A5: Vergleich Behandlungshäufigkeit und Behandlungsindex für alle Zuckerrübenschläge der NEPTUN-Erhebung 2009 (Darstellung kopiert aus Rossberg *et al.*, 2010)

Um die Behandlungsindices für alle an der ZA-AUI beteiligten Betriebe zu berechnen müssten zwei Voraussetzungen erfüllt sein. Erstens müssen die empfohlenen Aufwandmengen aller PSM-Produkte für alle Kulturen in Datenbankform vorliegen und zweitens muss die Datenstruktur mit der von Agro-Tech übereinstimmen (die Namen der Produkte, Wirkstoffe und Kulturen weichen im Moment z.T. ab). Wenn die empfohlenen Aufwandmengen in Agro-Tech integriert sind (ev. auch ein Vorteil für den Nutzer) und sich direkt mit den Feldkalendern exportieren lassen, ist auch die Berechnung von Behandlungsindices machbar. Sind diese Voraussetzungen nicht erfüllt, dürfte der zeitliche Aufwand sehr gross sein.



A6 Zur Diskussion stehendes "Transmission Format" an die Eurostat (Abschnitt 4.2.6)

MAJOR GROUPS & Categories of products	Chemical Class	Active substances (BCPC) Common Nomenclature	WHEAT					
			Total Area Surveyed (ha)	Basic area treated (ha)	Average N° applications (facultative)	quantity a.s. applied (g)	Average quantity applied per treated area (g/ha)	Average quantity applied per total cultivated area (g/ha)
Fungicides			24.10	24.05	2.70	13120.50	545.55	544.42
<i>imidazoles and imidazoles and</i>	CONAZOLE FUNGICIDES	TRITICONAZOLE		6.50	1.00	35.00	5.38	
<i>Other fungicides</i>	CONAZOLE FUNGICIDES	EPOXICONAZOLE		24.05	2.00	4386	182.37	
<i>Other fungicides</i>	AMIDE FUNGICIDES	PROCHLORAZ		6.50	1.00	150.00	23.08	
<i>Other fungicides</i>	PHENYLPYRROLE	FLUDIOXONIL		17.55	1.00	132.50	7.55	
<i>Other fungicides</i>	AMIDE FUNGICIDES	BOSCALID		24.05	1.00	8417.00	349.98	
Herbicides				24.05	3.00	34511.00	1434.97	1431.99
<i>amides and anilides</i>	ANILIDE HERBICIDES	DIFLUFENICAN		24.05	1.00	721.00	29.98	
<i>urea, uracil or of</i>	SULFONYLUREA	IODO SULFURON		11.85	1.00	18.00	1.52	
<i>urea, uracil or of</i>	SULFONYLUREA	METSULFURON		11.85	1.00	89.00	7.51	
<i>urea, uracil or of</i>	UREA HERBICIDES	ISOPROTURON		24.05	1.00	28860.00	1200.00	
<i>Other herbicides</i>	NITRILE HERBICIDES	BROMOXYNIL		24.05	1.00	2255.00	93.76	
<i>Other herbicides</i>	NITRILE HERBICIDES	IOXYNIL		24.05	1.00	1352.00	56.22	
<i>Other herbicides</i>	PYRIDYLOXYACETIC-ACID	FLUROXYPYR		11.85	1.00	948.00	80.00	
<i>Other herbicides</i>	OTHER HERBICIDES	MEFENPYR		11.85	1.00	268.00	22.62	
Insecticides				24.05	0.60	100.00	4.16	4.15
<i>pyrethroids</i>	PYRETHROID	DELTA METHRIN		13.35	1.00	100.00	7.49	
Other PPP				24.05	1.50	10792.00	448.73	447.80
<i>Mineral oils</i>	MINERAL OIL	PETROLEUM OILS		11.85	1.00	8967.00	756.71	
<i>All other plant</i>	OTHER PPP	ANTHRAQUINONE		24.50	1.00	1825.00	74.49	
Total Plant Protection						58523.50	-	2428.36

Abbildung A6: Screenshot der von der Eurostat gesammelten Datenangaben ("Transmission Format") für das Beispiel Weizen

Bemerkung: Die durchschnittliche Aufwandmenge in kg/ha wird derzeit gemäss Eurostat-Methodenhandbuch berechnet (Eurostat, 2008 bzw. Abbildung A6). Dieses empfiehlt, die Summe der ausgebrachten Wirkstoffmengen zu bilden und diese durch die Kulturfläche zu teilen. Dadurch werden grössere Flächen stärker gewichtet als kleine. Ob dies gerechtfertigt ist, müsste mit statistischen Analysen evaluiert werden. Im Fall der Anzahl Interventionen wurde dem Beispiel Deutschlands gefolgt und auf eine Gewichtung verzichtet. Eventuell wäre es sinnvoller, auch zur Berechnung der durchschnittlichen Aufwandmengen auf die Gewichtung zu verzichten. Konkret müsste also für jeden einzelnen Schlag die Aufwandmenge in kg/ha zu berechnen werden und daraus die Mittelwerte gebildet werden. Für das Beispiel im Abschnitt 1.3, Definition 9. wären das der Mittelwert von 2 kg/ha und 3 kg/ha = 2.5 kg/ha und daraus abgeleitet 7.5 kg ausgebrachte Menge auf 10 ha also 0.75 kg/ha.



A7 Details zum Ländervergleich Verkaufszahlen (Abschnitt 4.4.2)

1. Untersuchte Faktoren

Im Bericht von Maurer und Maissen (2009) wurde festgestellt, dass die Schweiz eine im Vergleich zu den Nachbarländern hohe verkaufte Wirkstoffmenge pro Fläche (in kg/ha) aufweist. Andererseits ist die über die ZA-AUI erhobene kulturspezifische Anzahl Interventionen in deutschen und schweizerischen Erhebungen vergleichbar oder im Fall von Getreide sogar deutlich tiefer. Im Abschnitt 4.4.2 wurde dargelegt, dass dies keine Widerspruch sein muss. Im Folgenden sollen die quantitativen Details, welche diese Schlussfolgerung erlauben geliefert werden.

Insgesamt kommen sieben Faktoren zur Erklärungen dieser Diskrepanz in Frage:

1. unterschiedliche Erfassung der landwirtschaftlichen Nutzfläche
2. unterschiedliche Erfassung der PSM-Verkaufszahlen
3. unterschiedlich starke systematische Abweichungen der Erhebungen
4. bevorzugter Anbau von Kulturen, in denen tendenziell höherer PSM-Mengen eingesetzt werden
5. bevorzugter Einsatz von Wirkstoffen, die pro Hektar höher dosiert werden müssen
6. klimatische Effekte bzw. unterschiedlicher Schaderregerdruck
7. Unterschiede bei der Dosierung der verschiedenen Produkte

Da die PSM-Verkaufszahlen nicht mehr von der SGCI, sondern direkt vom BLW erfasst werden und höher als im Jahr 2005 liegen, wird die Analyse mit Daten aus dem Jahr 2009 durchgeführt. Die Analyse wurde auf Deutschland beschränkt, weil die Datenlage für Deutschland am besten ist. Bei den Faktoren wie der Landnutzung (2.4) zeigen sich aber ähnliche Unterschiede zwischen der Schweiz und den hier nicht weiter untersuchten Ländern Österreich und Frankreich.

2. Analyse der einzelnen Faktoren

2.1 Unterschiede bei der Erfassung der landwirtschaftlichen Nutzfläche

In Bezug auf die Nutzfläche wurde abgeklärt, ob die Daten der Länder vergleichbar sind. Werden bestimmte Kulturgruppen anders erfasst (z.B. der Kunstwiesenanteil), sind die Flächenangaben nicht vergleichbar. Details zur Herleitung der Zahlen sind in Tabelle A7.2 aufgelistet.

Was die landwirtschaftliche Nutzfläche ohne Grünland (offenes Ackerland plus Dauerkulturen) betrifft, haben sich in der vorliegenden Analyse (307'926 ha für 2009) für die Schweiz keine Abweichungen zum Bericht von Maurer und Maissen (2009) ergeben. Die Fläche von Kunstweiden sind jeweils nicht in dieser Zahl enthalten. Für Deutschland ergab sich mit 11'093'000 ha eine leicht niedrigere Fläche als im Bericht von Maurer und Maissen (2009), in dem mit 11'800'00 ha gerechnet wurde. Der tiefere Wert ergibt sich, wenn die Kategorien "Leguminosen zur Ganzpflanzenernte" und "Feldgras/Grasanbau auf dem Ackerland" gemäss der Schweizer Einteilung zu Kunstweiden und nicht zur offenen Ackerfläche gezählt werden. Mit 32% machen die Kunstweiden in der Schweiz einen fünffach höheren Anteil aus als die 6% in Deutschland. Allenfalls diskutiert werden könnte, ob Kunstweiden als Teil der Ackerfläche mitgerechnet werden sollten (die Fläche würde dann bei 428'205 ha) liegen, und damit die verkaufte Wirkstoffmenge pro Hektar um gut ein Drittel tiefer.

Fazit: Geringe Abweichung zu den für den Bericht von Maurer und Maissen (2009) verwendeten Flächen (6% niedrigere Fläche für Deutschland).



2.2 Unterschiede bei der Erfassung von PSM-Verkaufszahlen

Im Vergleichsjahr 2009 betrug die gesamte verkaufte PSM-Menge in der Schweiz 2211 t (SBV, 2010) und in Deutschland 38'757 t mit bzw. 30'162 t ohne inerte Gase (BVL, 2010).

Die PSM-Verkaufszahlen unterscheiden sich ja nach Land in Bezug auf zwei Faktoren: Erstens unterschiedliche Wirkstoffdefinitionen und zweitens die Berücksichtigung von Parallelimporten.

Wirkstoffdefinitionen: Es ist nicht möglich im Rahmen dieser Analyse, für jeden Wirkstoff zu überprüfen, ob er im Ausland auch erfasst wird oder nicht als Wirkstoff eingestuft wird (z.B. weil er als inert betrachtet wird). Deshalb wurden nur die 80 in der Schweiz meisteingesetzten Wirkstoffe mit Verkaufsmengen > 4 t mit der Liste der in Deutschland erfassten Wirkstoffe verglichen (BVL, 2010). Folgende Abweichungen wurden gefunden: Kaolin (in CH >50 t verkauft) und Kaliumbicarbonat (in CH > 5 t verkauft) werden in Deutschland nicht als PSM sondern als Pflanzenstärkungsmittel erfasst.

Um die Verkaufszahlen einheitlich zu bewerten, wurden die Verkaufsmenge von Kaolin und Kaliumbicarbonat von den schweizerischen Verkaufszahlen und die inerten Gase von den deutschen Verkaufszahlen abgezogen. Es kann sein, dass bei den Wirkstoffen, von denen weniger als 4 t verkauft wurden, noch weitere solche Fälle vorkommen. Auf das Gesamtergebnis sollte sich das aber nur marginal auswirken.

Parallelimporte: In Deutschland und in der Schweiz enthalten die PSM-Verkaufszahlen auch die Parallelimporte (im Gegensatz zu anderen Ländern wie Grossbritannien). Die Gesamtmenge an Parallelimporten betrug gemäss der letzten verfügbaren Angabe 52.9 t für das Jahr 2008 (BLW, 2009).

Fazit: Für den Vergleich mit Deutschland müssen bei den Schweizer Verkaufszahlen Stoffe, die in Deutschland als Pflanzenstärkungsmittel eingestuft werden, abgezogen werden. Die korrigierte Gesamtmenge beträgt 2138 t für die Schweiz. Für Deutschland beträgt die im Jahr 2009 verkaufte Menge 30'162 t (BVL, 2010).

2.3 Schätzung der systematischen Abweichungen

Die Erhebungsdaten zum Einsatz von PSM haben eine gewisse durch die Auswertung bedingte systematische Abweichung. Die Abweichungen sind erstens bedingt durch Datenverlust bei den Plausibilitätschecks und der Datenverarbeitung (8%) und zweitens dadurch, dass es schwierig abzuschätzen ist, ob unbehandelte Flächen auch tatsächlich nicht behandelt sind. Es wurde geschätzt, dass die beiden Effekte zusammen bei der derzeitigen Auswertung zu einer Unterschätzung der tatsächlich ausgebrachten Mengen von etwa 15% führen.

Ein weiterer Faktor ist, dass die an der ZA-AUI beteiligten Betriebe durch Treuhänder gezielt angeworben werden. Daher kann nicht von einer Zufallsstichprobe gesprochen werden und es kann sein, dass die Betriebe etwas anders wirtschaften als der Schweizer Durchschnitt.

Um die Auswirkung der beiden Faktoren zu quantifizieren, wurden für einzelne Wirkstoffe mit guter Datenlage Hochrechnungen gemacht und mit den Verkaufszahlen verglichen. Es hat sich gezeigt, dass die hochgerechnete Menge im Mittel etwa 20% tiefer als die verkaufte Menge liegt. Auch in anderen Ländern wurden solche Abweichungen beobachtet (siehe 5.3.1) und es kann davon ausgegangen werden, dass auch die deutschen Erhebungen ein gewisse systematische Abweichung haben.

Fazit: Es gibt eine systematische Abweichung zwischen Verkaufszahlen und auf der ZA-AUI basierenden Hochrechnung, aber sie hält sich in Grenzen und lässt sich quantifizieren.

2.4 Unterschiedliche Anteile der Kulturgruppen an gesamter LN

Je nach Kulturgruppe gibt es grosse Unterschiede zwischen den mittleren Wirkstoffmengen/ha. Das bedeutet, dass sich Unterschiede in der landwirtschaftlichen Nutzung stark auf die Gesamtmenge eingesetzter PSM auswirken.



Werden diese in kg/ha angegebenen Mengen mit den in der Schweiz angebauten Flächen multipliziert, erhält man die in Tabelle A7.1 wiedergegebenen hochgerechnete Gesamtmengen der 16 Kulturgruppen. Die vier Kulturen mit dem grössten Beitrag zur hochgerechneten Menge sind in absteigender Reihenfolge Reben, Kernobst, Kartoffeln und Winterweizen.

Tabelle A7.1: Von ZA-AUI-Erhebung 2009 auf CH hochgerechnete PSM-Menge. Für die grau schattierten Felder basieren die Schätzungen auf sehr wenigen (Hochstammobst, Futterrüben) oder nicht repräsentativen Daten (Freilandgemüse, Andere Nutzungen).

Kulturgruppe	Mittlere Wirkstoffmenge [kg/ha] (Tabelle 6)	In CH angebaute Fläche [ha] (Tabelle A1.1)	Hochgerechnete Menge [t]
Andere Nutzungen	2.1	17 945	37.9
Freilandgemüse	5.7	9 548	54.1
Futterrüben	5.6	1 004	5.7
Hochstammobst	4.6	2 214	10.2
Hülsenfrüchte	2.2	4 035	9
Kartoffeln	13.2	11 215	148.4
Kernobst	41.9	5 064	212.2
Mais	1.4	62 839	88.1
Raps	2.4	21 434	50.7
Reben	26.3	14 820	390.3
Steinobst	8.9	1 487	13.2
Übriges Getreide	1.3	17 309	22
Wintergerste	2.3	30 891	70.9
Winterweizen	1.4	87 930	121.2
Zuckerrüben	5.6	20 191	113.3
Wiesen, Weiden	0.06	746 780	42.8

Der Vergleich mit Deutschland zeigt, dass in der Schweiz präferentiell Kulturen angebaut werden in denen hohe mittlere Wirkstoffmenge eingesetzt werden (Tabelle A7.2). Auffallend ist der hohe Anteil an Reben (CH hat mit 4.8% Anteil einen 5.3 Mal höheren Anteil an der Gesamtfläche als DE mit 0.9%) und Kernobst (Faktor 5.4). Diese beiden Kulturen haben gemäss Tabelle A7.1 den klar höchsten PSM-Einsatz pro Hektar und auch die über die Anbaufläche hochgerechnete Menge macht mit zusammen 603 t schon 43% der Gesamtmenge aus. Die Kulturgruppen, die in Deutschland einen höheren Anteil haben sind Raps, Wintergerste und übriges Getreide, welche wiederum einen tendenziell niedrigen PSM-Einsatz pro Hektar und auch in der Hochrechnung haben (gemäss Tabelle A7.1 in der Schweiz zusammen 144 t).



Tabelle A7.2: Landwirtschaftliche Nutzfläche der Schweiz und Deutschlands (Total jeweils ohne Grünland)

Kulturgruppe	Schweiz (CH)		Deutschland (DE)		Anteil CH/ Anteil DE
	Fläche CH [1000 ha] ^{[1],[2]}	Anteil am Total in %	Fläche DE [1000 ha] ^[6]	Anteil am Total in %	
Andere Nutzungen	17.9	5.8	79 ^[7]	0.7	8.2
Freilandgemüse	9.5	3.1	111	1.0	3.1
Futterrüben	1.0	0.3	n.d.	n.d.	n.d.
Hochstammbst	2.2 ^[3]	0.7	n.d.	n.d.	n.d.
Hülsenfrüchte	4.0	1.3	82	0.7	1.8
Kartoffeln	11.2	3.6	264	2.4	1.5
Kernobst	5.1	1.6	33.9 ^[8]	0.3	5.4
Mais ^[4]	62.8	20.4	2111	19.0	1.1
Raps	21.4	7.0	1471	13.3	0.5
Reben	14.8	4.8	100	0.9	5.3
Steinobst	1.5	0.5	13.4 ^[8]	0.1	4.0
Übriges Getreide ^[5]	17.3	5.6	1814	16.4	0.3
Wintergerste	30.9	10.0	1452	13.1	0.8
Winterweizen	87.9	28.6	3178	28.6	1.0
Zuckerrüben	20.2	6.6	384	3.5	1.9
Wiesen, Weiden	746.8	-	5229	-	-
Total (ohne Wiesen und Weiden)	307.9	-	11'093.3	-	-

^[1] Agrarbericht 2010 Anhang A2, Tabelle 3

^[2] Werte gerundet (nicht gerundete Werte in Tabelle A1.1)

^[3] Agrarbericht 2010 Tabelle 35 d für Hochstammbst (Annahme: 1 Baum entspricht 0.1 Ar).

^[4] Inklusiv Körnermais

^[5] Ohne Körnermais

^[6] BMELV, 2012: Statistik und Berichte des BMELV, SJT-3072200-0000, Tabelle 102. Anbau, Ertrag und Ernte der Feldfrüchte.
<http://berichte.bmelv-statistik.de/SJT-3072200-0000.pdf>

^[7] Sonnenblumen, Baumschulen, Erdbeeren, Beeren

^[8] BMELV, 2012: Statistik und Berichte des BMELV, SJT-3081400-0000, Tabelle 119. Anbau, Ertrag und Ernte von Obst.
<http://berichte.bmelv-statistik.de/SJT-3081400-0000.pdf>

Wäre die Landnutzung in der Schweiz proportional zu derjenigen Deutschlands (also 5.4 Mal weniger Kernobst, 2 Mal mehr Raps etc.) läge die hochgerechnete Menge tiefer. Konkret lässt sich die hochgerechnete Menge (rechte Spalte in Tabelle A7.1) mit dem Verhältnis der Landnutzung dividieren (rechte Spalte Tabelle A7.2), um dann eine "Schweiz mit deutschen Landnutzungsverhältnissen" zu berechnen. Die Summe liegt dann bei 734 t statt 1239 t (Andere Nutzungen, Freilandgemüse, Futterrüben, Hochstammbst, Wiesen und Weiden weggelassen). Das ist 42% tiefer als bei der derzeitigen Landnutzung. Damit sind die Unterschiede in der Landnutzung ein wichtiger Faktor um die höheren PSM-Verkaufszahlen der Schweiz zu erklären.

Die analog Rechnung lässt sich auch für die behandelte Fläche durchführen. Wird in der rechten Spalte von Tabelle A7.1 statt der hochgerechneten Menge die anhand der Anzahl Interventionen aus



Tabelle 5 hochgerechnete behandelte Fläche eingetragen, lässt sich berechnen wie viel tiefer die behandelte Fläche einer "Schweiz mit deutschen Landnutzungsverhältnissen" wäre. Basierend auf der Anzahl Interventionen erhält man eine 19% tiefer liegende behandelte Fläche und basierend auf der Anzahl Wirkstoff-Applikationen (Daten hier nicht wiedergegeben) eine 23% tiefer liegende Fläche.

Erwähnenswert ist, dass die Summe der hochgerechneten Mengen in Tabelle A7.1 mit 1390 t deutlich unter den verkauften Mengen liegt. Dies hat mehrere Gründe: 1. Nicht erfasste Kulturgruppen (Intensivgemüse, Gartenbau, Privatnutzung) 2. Nicht erfasste Applikationsarten (Saatbeizmittel) 3. Systematische Abweichungen (siehe Abschnitt 2.3). Grob geschätzt muss mit einer systematischen Abweichung von 20% gerechnet werden. Korrigiert man die 1390 t um diesen Faktor, liegt die Schätzung bei 1738 t. Es ist gut möglich, dass die Differenz durch die als Grund 1. und 2. genannten Lücken bedingt ist. In den Erhebungen des Vereinigten Königreichs machte in den Jahren 2008 und 2009 z.B. allein der nichtlandwirtschaftliche Einsatz 19% der verkauften PSM-Menge aus (CPA, 2010).

Fazit: In gewissen Kulturen wird eine höhere mittlere Wirkstoffmenge/ha (in allen Ländern) eingesetzt als in anderen Kulturen. Unterschiede in der Landnutzung ziehen daher auch Unterschiede in den eingesetzten Wirkstoffmengen nach sich. Im Fall von Deutschland und der Schweiz ergab eine überschlagsmässige Rechnung, dass der PSM-Einsatz 42% tiefer wäre, wenn die CH-Landnutzung der deutschen Landnutzung entsprechen würde.

2.5 Unterschiede bei den eingesetzten Wirkstoffen

Die Palette der eingesetzten Wirkstoffe unterscheidet sich von Land zu Land. Werden in einem Land bevorzugt Wirkstoffe eingesetzt, die hohe Aufwandmengen pro Hektar erfordern, schlägt sich das in höheren verkauften Mengen nieder. Im Abschnitt 4.4.2 wurde das Beispiel der Öle (Summe aus Mineral- und Pflanzenölen) genannt, von denen im Jahr 2009 in der Schweiz 286 t und in Deutschland 182 t verkauft wurden, obwohl die landwirtschaftliche Nutzfläche ohne Grünland in Deutschland 36 Mal grösser ist. Im Folgenden wird quantitativ untersucht, ob es in der Schweiz eine Präferenz für Wirkstoffe mit hohen Aufwandmengen gibt und ob sich diese Tendenz bei der Analyse von Verkaufszahlen berücksichtigen lässt.

Um anhand von Verkaufszahlen Rückschlüsse auf die Intensität des PSM-Einsatzes zu ziehen, ist es nötig, die verkaufte Mengen in Bezug zu den verwendeten Dosen zu setzen, also anzugeben, ob für die gewünschte Wirkung des Wirkstoffs eher wenige Gramm pro Hektar oder ob mehrere Kilogramm pro Hektar nötig sind, indem eine Art Einheitsdosis festgelegt wird. Dafür stehen mehrere Optionen zur Verfügung: 1. Die Analyse der bewilligten Aufwandmengen und 2. die in Erhebungen ermittelten Aufwandmengen.

1. Option - Analyse der bewilligten Aufwandmengen: Für den nationalen Risikoindikator in Deutschland erfolgt die Zuordnung von verkaufter Menge auf die behandelte Fläche indem alle zugelassenen Indikationen in allen Kulturen analysiert werden und für jede eine Wahrscheinlichkeit angegeben wird. So hat zum Beispiel für Winterweizen die Saatgutbehandlung eine Wahrscheinlichkeit von 1, der Echte Mehltau eine von 0.7 und die Halmbrechkrankheit eine von 0.15 (Details in Gutsche und Strassemeyer, 2007 bzw. im Appendix 2 von Thomas, 2007). Nach Anwendung des Schlüssels auf alle für eine Indikation zugelassenen Wirkstoffe erhält man unter Berücksichtigung der Anbaustatistik und der empfohlenen Dosen für jeden Wirkstoff die Verteilung auf die einzelnen Kulturen. Da die durchschnittliche Anzahl Indikationen pro Produkt recht hoch ist, müssen bei diesem Vorgehen mehrere zehntausend Indikationen analysiert werden. Ein ähnliches Vorgehen wurde auch beim französischen NODU-Indikator (NOMBRE de Doses Unité) gewählt, dessen Reduktion ein Ziel des Plan Éco-phyto ist, aber es wurde bisher keine detaillierte Beschreibung gefunden, wie die Verkaufszahlen genau auf die Kulturen verteilt werden.



2. Option – Verwendung von in Erhebungen ermittelten Aufwandmengen: Liegen umfassende Erhebungen zum Einsatz von PSM vor, lässt sich die Umrechnung der Verkaufszahlen auf die behandelte Fläche auch anhand dieser Daten durchführen. Für jeden Wirkstoff i wurden alle über die ZA-AUI erfassten Aufwandmengen ausgelesen und die durchschnittliche Aufwandmenge AM_i in kg/ha berechnet. Da die AM_i als Durchschnitt über alle Kulturen berechnet wurden, stellt dieser Ansatz eine erste und grobe Näherung dar. Die mit diesem Vorgehen berechneten behandelten Fläche dürfte höher sein, als bei der ersten Option, da vor allem bei Herbiziden nicht immer die ganze bewilligte Aufwandmenge eingesetzt wird (v.a. wenn nur ein Teil der Kulturläche behandelt wird). Anhand der verkauften Mengen VM_i und der durchschnittliche Aufwandmenge AM_i wurden anschliessend die mit dem Wirkstoff behandelte Fläche BF (ha) geschätzt:

$$BF_i = \frac{VM_i}{AM_i} \quad (1)$$

Einige Wirkstoffe wurden nicht in der ZA-AUI erfasst und hatten deshalb keinen Wert für AM_i . In solchen Fällen, wurde mit der von der Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA) für deren Risikobeurteilung (die EFSA-Conclusion) verwendeten Aufwandmenge gerechnet.

Für den quantitativen Vergleich von Deutschland und der Schweiz wurden nun für die 80 meistverkauften Wirkstoffe i folgende Arbeitsschritte ausgeführt:

- 1) Berechnung der behandelten Fläche BF_i für die Schweiz anhand der in der Schweiz verkauften Mengen $VM_{i(CH)}$ und der durchschnittlichen Aufwandmenge aus der ZA-AUI $AM_{i(CH)}$
- 2) Berechnung der BF_i für die Deutschland anhand der in der in Deutschland verkauften Mengen $VM_{i(DE)}$ und der durchschnittlichen Aufwandmenge aus der ZA-AUI $AM_{i(CH)}$
- 3) Vergleich der geschätzten insgesamt behandelten Fläche $BF_{total} = \sum VM_i / AM_i$ der beiden Länder und Umrechnung auf die Fläche der Schweiz (Tabelle A7.3)

Bei Schritt 2) gilt es zu beachten, dass erstens für Deutschland nicht die genauen Angaben sondern aus Datenschutzgründen nur die Bereiche der verkauften Wirkstoffmengen publiziert werden (BVL, 2010). Wenn zum Beispiel für einen Wirkstoff wie Folpet die verkaufte Menge mit 250 -1000 t angegeben wurde, wurde mit dem Mittelwert von 625 t gerechnet. Zweitens liegen für Deutschland keine Angaben zu den Aufwandmengen vor, weshalb mit denselben Aufwandmengen wie für die Schweiz gerechnet wurde. Bei Schritt 3) wurde die Umrechnung auf die Fläche der Schweiz nicht kulturspezifisch vorgenommen, sondern anhand der gesamten landwirtschaftlichen Nutzfläche ohne Grünland, die in der Schweiz 36.1 mal kleiner ist (Total der Tabelle A7.2 mit 11'093.3 ha/307.9 ha = 36.1)

Tabelle A7.3: Aus der verkauften Mengen VM der 80 meistverkauften Wirkstoffe geschätzte behandelte Fläche, BF_{total} (Zahlen für einzelne Wirkstoffe in Tabelle A7.4)

	Verkaufte Mengen [t] (bzw. in kg/ha)			BF_{total} [1000 ha]	
	VM alle Wirkstoffe genau	VM Top 80 genau	VM Top 80 Bereich ^[1]	BF_{total} Top 80 genau	BF_{total} Top 80 Bereich
CH	2138 (6.9)	2011 (6.5)	2671 (8.7)	2425	3083
D	30'162 (2.7)	–	32'185 (2.9)	–	2127 ^[2]

^[1] Es wurde jeweils mit dem Mittelwert des vom BVL angegebenen Bereichs gerechnet (z.B. 625 t für den Bereich 250 t -1000 t)

^[2] Bezogen auf in CH für Pflanzenbau genutzte Fläche (dividiert durch 36.1 gemäss Tabelle A7.2)



Die Menge der 80 meistverkauften Wirkstoffe in der Schweiz liegt bei 2011 t, was 94% der Gesamtmenge von 2138 t entspricht (Abschnitt 2.2). Bezogen auf die gesamte landwirtschaftliche Nutzfläche ohne Grünland entspricht das 6.9 kg/ha für alle Wirkstoffe bzw. 6.5 kg/ha für die 80 meistverkauften Wirkstoffe. Werden anstelle der genauen Werte analog zu der BVL-Einteilung nur die Bereiche angegeben, liegt die "gerundete" Menge der 80 meistverkauften Wirkstoffe in der Schweiz bei 2671 t bzw. 8.7 kg/ha. Das zeigt, dass im Fall der Schweiz die "Rundung" durch die Umrechnung auf Bereiche zu einer Überschätzung der verkauften Menge führt. Allein die Summe der Top 80 liegt 25% höher als die gesamte verkaufte Menge von 2138 t. Für Deutschland erhält man mit der analogen Berechnung für die 80 meistverkauften Wirkstoffe 32'185 t, was 2.9 kg/ha entspricht. Die gesamte in Deutschland verkaufte Menge beträgt 30'162 t (Abschnitt 2.2). Damit führt die "Rundung" mit 7% zu einer weniger starken Überschätzung als für die Schweiz.

Die insgesamt behandelte Fläche der 80 in der Schweiz meistverkauften Wirkstoffe liegt bei 2.4 Mio. ha (bzw. bei 3.1 Mio. ha wenn mit den Bereichsangaben berechnet wird). Die analoge Berechnung für die 80 meistverkauften Wirkstoffe in Deutschland liegt bei 76.7 Mio. ha, was bezogen auf die Schweiz 2.1 Mio. ha entspricht (36.1 kleiner Fläche gemäss Tabelle A7.2).

Auch wenn durch das Rechnen mit Bereichen die Angaben eher grob sind, zeigt Tabelle A7.3, dass die verkaufte Menge pro Fläche überhaupt nicht proportional zur behandelten Fläche ist. Während in der Schweiz 6.9 kg/ha verkauft werden und in Deutschland nur 2.7 kg/ha, also ein Faktor 2.6 mal höher, liegt die aus den Verkaufszahlen geschätzte behandelte Fläche der Schweiz je nach Datengrundlage nur noch um 14% bis 45% höher. Der tiefere Wert von 14% dürfte dabei realistischer sein, denn der höhere Wert von 45% weicht viel stärker von der verkauften Gesamtmenge ab als der tiefere Wert, was auf die ausgeprägten "Rundungsfehler" beim Umrechnen in Bereiche zurückzuführen ist.

Für einen vollständigen Vergleich könnte nun noch der Faktor Landnutzung in die obigen Flächenangaben einfließen. Dessen Einfluss führt wie in Abschnitt 2.4 beschrieben auf eine 19-23% tiefere behandelte Fläche. Wird dieser Faktor auch noch berücksichtigt, erhält man Schätzungen die von 1.9 bis 2.5 Mio. ha reichen, je nachdem welcher Wert aus Tabelle A7.3 verwendet wird. Es zeigt sich also, dass sich die verkauften Mengen pro Hektar der beiden Länder zwar stark unterscheiden, aber die behandelte Fläche nahe beieinander liegt und dass der Pflanzenschutz daher ähnlich intensiv ist.

Falls solche Analysen in Zukunft vertieft werden, sollten neben den Mengemässig relevantesten Wirkstoffen noch gezielter nach Wirkstoffen gesucht werden, die trotz geringer verkaufter Mengen eine grosse behandelte Fläche haben (z.B. Pyrethroide).

Fazit: Die abgeschätzte behandelte Fläche wurde als Mass für die Intensität des PSM-Einsatzes verwendet. Die Präferenz in der Schweiz Wirkstoffe mit hohen durchschnittlichen Aufwandmengen einzusetzen, führt dazu dass sich Deutschland und die Schweiz in Bezug auf die behandelten Fläche kaum unterscheiden, obwohl die verkaufte Menge pro Hektar zwei bis drei Mal höher liegt.

2.6 Unterschiede im Schaderregerdruck

Es wurde nicht untersucht, wie sich der Schaderregerdruck zwischen der Schweiz und Deutschland unterscheidet.

2.7 Unterschiede bei der Dosierung der verschiedenen Produkte

Dieser Punkt konnte nicht abgeschätzt werden, weil die einzelnen Länder keine Details zu den in der Praxis üblichen Dosierungen publizieren. Voraussetzung für einen Ländervergleich wäre, dass für alle erhobenen Kulturgruppen auch angegeben würde zu wie viel Prozent die bewilligte Aufwandmenge ausgeschöpft wurde, wie es z.B. in Deutschland für die drei Kulturen Winterweizen, Wintergerste und Winterraps gemacht wird (Freier *et al.*, 2011).



Schlussfolgerungen

Es wurde untersucht, warum sich Deutschland und die Schweiz in Bezug auf den Indikator Verkaufte PSM-Menge/ha unterscheiden, während es in Bezug auf den aus der ZA-AUI geschätzten Indikator Anzahl Interventionen abgesehen vom Extensio-Anbau wenig Hinweise auf Unterschiede gibt. Ein Teil lässt sich dadurch erklären, dass in der Schweiz der Anteil an Kulturen, in denen die PSM-Mengen hoch sind, höher ist als in Deutschland. Der übrige Teil der höheren Verkaufsmenge dürfte darauf zurückzuführen sein, dass in der Schweiz mehr Wirkstoffe mit hohen Dosen (kg/ha) wie z.B. Öle eingesetzt werden. Um diesen zweiten Faktor zu quantifizieren wurde für die jeweils 80 meistverkauften Wirkstoffe in der Schweiz und in Deutschland aus den Verkaufszahlen eine behandelte Fläche berechnet. Es hat sich gezeigt, dass sich die Schweiz und Deutschland in Bezug auf die behandelte Fläche relativ wenig unterscheiden.

Um zu einem Gesamtfazit zu kommen, wie sich die Kombination der Faktoren auswirkt, müssten die behandelten Flächen kulturspezifisch berechnet werden.

Es kann aber davon ausgegangen werden, dass sich kaum Unterschiede zeigen werden und es erscheint daher sinnvoller, vorerst die vorhandenen Ressourcen in den Ausbau und die Optimierung der ZA-AUI zu stecken, vor allem auch in die Untersuchung der Lücken der ZA-AUI. Mit der Berücksichtigung der Saatbeizmittel wird ab Herbst 2012 eine der Lücken geschlossen. Vertiefte Studien zum Einsatz im Gartenbau (z.B. Krebs *et al.*, 2011) und durch Private (Wittwer *et al.*, 2011) tragen dazu bei Abweichungen bei den Hochrechnungen besser zu verstehen.

Zusammenfassend lässt sich folgendes sagen:

- 1) es gibt bisher aus der ZA-AUI keinen Hinweis, dass Schweizer Landwirte in den einzelnen Kulturgruppen häufiger behandeln als Landwirte im Ausland.
- 2) Verkaufszahlen sind in aggregierter Form deutlich weniger aussagekräftig als Zahlen aus Erhebungen. Verkaufszahlen einzelner Wirkstoffe sind aber relevant, um die Qualität der Erhebungen zu überprüfen.

Quellen für A7:

BLW, 2009: Agrarbericht 2009

BLW, 2010: Agrarbericht 2010

BVL, 2010: Absatz an Pflanzenschutzmitteln in der Bundesrepublik Deutschland - Ergebnisse der Meldungen gemäß § 19 Pflanzenschutzgesetz für das Jahr 2009

http://www.bvl.bund.de/DE/04_Pflanzenschutzmittel/01_Aufgaben/02_ZulassungPSM/03_PSMInlandsabsatzExport/psm_PSMInlandsabsatzExport_node.html

EU, 2009: Verordnung (EG) Nr. 1185/2009 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 25. November 2009 über Statistiken zu Pestiziden

Gutsche V., Strassemeyer J., 2007: SYNOPSIS – ein Modell zur Bewertung des Umwelt-Risikopotentials von chemischen Pflanzenschutzmitteln, Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd., 59 (9), 197-210.

Krebs R., Hartmann F., Wächter D., 2011: Einsatz von Pflanzenschutzmitteln im Schweizerischen Gartenbau: Datenübersicht - indikatorbasierte Risikobeurteilung - Monitoringkonzept. Bericht zhaw - Im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU)



- Maurer H., Maissen V. 2009: Vergleich der Umweltbestimmungen im Landwirtschaftsrecht der EU und ausgewählter Mitgliedstaaten sowie der Schweiz, Bericht vom 24. Februar 2009.
<http://www.bafu.admin.ch/recht/01748/index.html?lang=de>
- SBV (Schweizerischer Bauernverband), 2010: Statistische Erhebungen und Schätzungen über Landwirtschaft und Ernährung, 2010
- Thomas M. R., 2007: HARmonised environmental Indicators for pesticide Risk - Pesticide Usage Database, SSPE-CT-2003-501997,
http://www.rivm.nl/rvs/Risicobeoordeling/Modellen_voor_risicobeoordeling/HAIR/Results_folder
- Wittwer A., Gubser C., 2010: Umsetzung des Verbots von Pflanzenschutzmitteln. Untersuchung zum Stand der Umsetzung des Anwendungsverbots von Unkrautvertilgungsmitteln auf und an Strassen, Wegen und Plätzen. Umwelt-Wissen Nr. 1014. Bundesamt für Umwelt, Bern.



Tabelle A7.4: Aus der verkauften Mengen VM der 80 meistverkauften Wirkstoffe $i^{[1]}$ geschätzte behandelte Fläche, BF_i in Deutschland (DE) und in der Schweiz (CH) (Mengen als Mittelwert von Bereichsangaben und nicht als genaue Werte)

WS-Name auf Liste BVL	Menge in DE gemittelt ^[2] [t]	BF_i DE [1000 ha]	WS-Name auf Liste BLW	Menge in CH gemittelt ^[2] [t]	BF_i CH [1000 ha]
Glyphosat ^[3]	3960	3496.4	Schwefel	625	223.6
Chlormequat	1750	3740.5	Mineralöl/Petroleum	175	16.8
Isoproturon	1750	1516.3	Glyphosat	175	97.9
Mancozeb	1750	1019.2	Folpet	175	143.8
Schwefel	1750	626.2	Mancozeb	175	101.9
Boscalid	625	2177.6	Metamitron	62.5	57.5
Captan	625	392.6	Rapsöl	62.5	25.1
Chlorothalonil	625	705.2	Captan	62.5	39.3
Dimethachlor	625	940.2	Kupfer (als Oxychlorid)	62.5	67.3
Dimethenamid-P	625	1164.6	Pendimethalin	62.5	55.7
Dimethoat	625	1215.8	Isoproturon	62.5	54.2
Epoxiconazol	625	6417.8	Chlorothalonil (TCPN)	62.5	70.5
Fenpropimorph	625	1828.2	Aluminiumfosetyl (Fosetyl-Al) ^[4]	62.5	44.1
Flufenacet	625	2130.0	Metaldehyd	62.5	176.6
Folpet	625	513.5	S-Metolachlor	62.5	89.3
Kupferoxychlorid	625	673.3	Dithianon	62.5	129.0
MCPA	625	2139.0	Chlormequat (Chlorcholinchlorid) (CCC)	17.5	37.4
Metaldehyd	625	1766.3	Terbutylazine	17.5	32.0
Metamitron	625	574.6	Mecoprop-P	17.5	35.4
Metazachlor	625	911.7	Asulam	17.5	33.2
Metiram	625	341.3	Napropamide	17.5	19.9
Pendimethalin	625	557.4	Kupfer (als Hydroxid)	17.5	43.1
Propamocarb	625	869.7	Prosulfocarb	17.5	5.7
Prosulfocarb	625	204.2	Cholinchlorid (CC)	17.5	36.3
Prothioconazol	625	3549.6	MCPA	17.5	59.9
S-Metolachlor	625	892.8	Ethofumesate	17.5	93.6
Spiroxamine	625	1819.6	Chloridazon	17.5	18.7
Tebuconazol	625	3649.9	Cyprodinil	17.5	35.7
Terbutylazin	625	1144.4	Pelargonsäure	17.5	0.6
Aclonifen	175	103.6	Kupfer (als Kalkpräparat)	17.5	21.7
Azoxystrobin	175	779.3	Phenmedipham	17.5	131.9
Bentazon	175	213.9	Propamocarbhydrochlorid	17.5	19.6



WS-Name auf Liste BVL	Menge in DE gemittelt ^[2] [t]	BF _i DE [1000 ha]	WS-Name auf Liste BLW	Menge in CH gemittelt ^[2] [t]	BF _i CH [1000 ha]
Chloridazon	175	187.3	Chlorotoluron	17.5	14.5
Chlortoluron	175	144.6	Fettsäuren (Kaliumsalze)	17.5	0.8
Dichlorprop-P	175	116.7	Diazinon	17.5	28.9
Diflufenican	175	2147.4	Fenpropidin	17.5	54.1
Eisen-II-sulfat	175	2.5	Dazomet (DMTT)	17.5	0.0
Ethephon	175	516.9	Spiroxamine	17.5	50.9
Ethofumesat	175	935.8	Dichlobenil	17.5	0.4
Fenpropidin	175	541.1	Propachlor	6.25	1.5
Fluazinam	175	679.4	Dimethoate	6.25	12.2
Fluroxypyr	175	2295.9	Glufosinate	6.25	8.2
Maneb	175	84.7	MCPB	6.25	11.7
Mecoprop-P	175	354.4	Azoxystrobin	6.25	27.8
Mepiquat	175	760.6	Ethephon	6.25	18.5
Methiocarb	175	179.3	Kaliumnitrat (Kaliumsalpeter)	6.25	0.3
Metrafenone	175	933.3	Flufenacet	6.25	21.3
Napropamid	175	199.0	Cymoxanil	6.25	50.1
Phenmedipham	175	1318.7	Dicamba	6.25	45.9
Prochloraz	175	457.3	Tebuconazole	6.25	36.5
Propiconazol	175	1456.6	Diuron	6.25	12.4
Pyraclostrobin	175	981.1	Metazachlor	6.25	9.1
Quinmerac	175	700.0	2,4-D	6.25	19.9
Thiacloprid	175	1387.1	Trinexapac-ethyl	6.25	42.6
Thiophanat-methyl	175	188.9	Prothioconazole	6.25	35.5
Trinexapac	175	1192.6	Orbencarb	6.25	2.0
2,4-D	62.5	199.2	Aclonifen	6.25	3.7
Aluminiumphosphid	62.5	16.7	Ioxynil	6.25	19.0
beta-Cyfluthrin	62.5	5208.3	Dimethachlor	6.25	9.4
Bifenox	62.5	83.3	Difenoconazole	6.25	75.3
Bromoxynil	62.5	231.2	Dimethomorph	6.25	35.7
Calciumcarbid	62.5	20.4	Sulcotrione	6.25	15.0
Carbendazim	62.5	130.7	Fenpropimorph	6.25	18.3
Carfentrazone	62.5	111.7	Fluazinam	6.25	24.3
Chlorpyrifos-methyl	62.5	85.1	Epoxiconazole	6.25	64.2
Clomazone	62.5	634.4	Mepiquatchlorid	6.25	27.2
Clopyralid	62.5	802.9	Dimethenamid-P	6.25	11.6
Clothianidin	62.5	1041.7	Diquat	6.25	8.0
Cyazofamid	62.5	702.8	Triclopyr	6.25	35.9
Cymoxanil	62.5	500.8	Bentazon	6.25	7.6
Cyprodinil	62.5	127.6	Lenacil	6.25	31.3
Dazomet	62.5	0.1	Pyraclostrobin	6.25	35.0
Deiquat	62.5	80.1	Trifloxistrobin	6.25	36.5



WS-Name auf Liste BVL	Menge in DE gemittelt ^[2] [t]	BF _i DE [1000 ha]	WS-Name auf Liste BLW	Menge in CH gemittelt ^[2] [t]	BF _i CH [1000 ha]
Dicamba	62.5	458.9	Natriumfluorsilikat	6.25	5.0
Difenoconazol	62.5	752.9	Fenhexamid	6.25	7.1
Dimethomorph	62.5	357.4	Linuron	6.25	13.3
Dimoxystrobin	62.5	312.5	Phosalon	6.25	8.4
Dithianon	62.5	129.0	Propiconazol	6.25	52.0
Dodin	62.5	79.1	Prochloraz	6.25	16.3
Fenhexamid	62.5	70.9	Metribuzin	6.25	17.7
Total	32185	77973.8			3083 ^[5]

^[1] Chlorpropham nicht berücksichtigt, obwohl unter Top 80 (Nacherntebehandlung)

^[2] Es wurde jeweils mit dem Mittelwert des vom BVL angegebenen Bereichs gerechnet (z.B. 625 t für den Bereich 250 t - 1000 t)

^[3] Für Glyphosate liegt genaue Zahl vor

^[4] In Deutschland als Fosetyl erfasst

^[4] Total aus nicht gerundeten Werten: 2425 [1000 ha]



A8 Comparison of pesticide usage and sales for UK (Section 4.2.4)

Table A8.1: Sales data for United Kingdom in tons ^[1,2]

Year	H	F	I	OTHER	Total (agricultural) ^[3]	Total (including non-agricultural uses) ^[4]
2009	11'800	4'884	621	2'737	20'042	23'666
2008	11'499	5'522	718	4'514	22'253	27'329
2007	16'194	6'988	744	4'066	27'992	32'235
2006	10'235	4'587	559	3'120	18'501	23'104
2005	11'813	4'362	897	3'899	20'971	n.d.
2004	15'793	5'015	939	4'609	26'356	n.d.
2003	15'060	4'160	881	3'678	23'779	n.d.
2002	12'250	4'723	643	3'498	21'114	n.d.
2001	11'817	3'628	857	3'874	20'176	n.d.
Mean 2006-2009					22'197	26'584
Mean 2001-2009					22'354	n.d.

^[1] Source: European Crop Protection Association (ECPA), <http://www.ecpa.eu/information-page/industry-statistics-united-kingdom>

Data based on members of UK crop protection association only (non-members and parallel imports not included)

^[2] Assumption that sulphuric acid is not included

^[3] Agricultural & Horticultural

^[4] Non-agricultural uses: Industrial Amenity & Forestry, Garden & Household.

Source for 2008-2009: Crop Protection Association, 2010: Statistical Review Year to December 2009

http://www.cropprotection.org.uk/media/15241/cpa_statistics_2010.pdf

Source for 2006-2007: Crop Protection Association, 2008: Statistical Review Year to December 2007

File not accessible in internet any more.

Table A8.2: Usage data for Great Britain in tons ^[1,2,3]

Year	Total Area Treated (ha)	Total Weight Applied [t]	Total Weight Sulphuric Acid [t] ^[4]	Total Weight without Sulphuric Acid [t]
2009	73'555'365	21'082	1'056	20'026
2008	73'241'077	21'369	1'112	20'256
2007	58'787'893	21'671	3'154	18'518
2006	58'275'957	21'778	3'154	18'625
2005	64'584'789	30'983	10'168	20'814
2004	64'187'339	31'005	10'148	20'857
2003	59'940'395	30'511	10'831	19'680
2002	59'740'523	30'796	10'831	19'965
2001	59'069'935	32'741	12'035	20'706
Mean 2006-2009 [t]			19'356	
Mean 2001-2009 [t]			19'938	



- [¹] Source: UK Department for Environment, Food & Rural Affairs (FERA), Pesticide Usage Surveys (PUS)
<http://pusstats.csl.gov.uk/index.cfm>
- [²] Agricultural & Horticultural usage (does not contain data on Industrial Amenity & Forestry, Garden & Household)
- [³] Projections for Great Britain (contribution of Northern Ireland in most cases less than 1%)
- [⁴] On website listed as FAO Chemical Type

Percentage of total usage compared to sales for 2006-2009: 87.2%

Percentage of total usage compared to sales for 2001-2009: 89.2%

Percentage of total usage compared to sales including non-agricultural use for 2006-2009: 72.8%

Note: The last value is NOT relevant as non-agricultural usage is not covered by the usage surveys, but was calculated for the comparison with other countries like Germany or Switzerland which to date do not distinguish agricultural and non-agricultural usage in their sales statistics.