

## 02.04 Schadstoffmanagement

Bildungsunterlagen zum Unterrichtsschwerpunkt FarmLife

für LFS und HBLA

Fächerübergreifendes Lernen  
mit dem Ökobilanz-Tool FarmLife

2017

HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Institut für Tier, Technik und Umwelt  
Abteilung für Ökonomie und Ressourcenmanagement  
farmlife.at

in Kooperation mit der

Hochschule für Agrar- und Umweltpädagogik, Wien  
agrarumweltpaedagogik.ac.at/

MIT UNTERSTÜTZUNG VON BUND, LÄNDERN UND EUROPÄISCHER UNION



LE 14-20



## **Impressum**

### **Herausgeber**

Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein,  
A-8952 Irdning-Donnersbachtal  
des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft

### **Direktor**

HR Mag. Dr. Anton Hausleitner

### **Leiter für Forschung und Innovation**

Dipl. ECBHM Dr. Johann Gasteiner

### **Autorin:**

Mag.<sup>a</sup> Elisabeth Finotti  
Abteilung für Ökonomie und Ressourcenmanagement  
Email: elisabeth.finotti(at)raumberg-gumpenstein.at

### **Druck, Verlag und © 2017**

Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein,  
A-8952 Irdning-Donnersbachtal  
farmlife.at

## Inhaltsverzeichnis

01. Schadstoffmanagement in der Landwirtschaft.....	4
Exkurs Schwermetalle.....	4
02. Schadstoffmanagement im Online-Tool FarmLife.....	5
02.01 Die Pflanzenschutzmittel .....	6
Pflanzenbauliche Nutzungen .....	6
Auf den Schlägen.....	7
Die Pflanzenschutzmittel im Detail.....	7
02.02 Die Umweltwirkungen.....	7
Wirkung auf den Boden.....	8
Wirkung auf das (Grund-)Wasser .....	8
Wirkung auf die Gesundheit von Mensch und Tier.....	8
03. Welche Konsequenzen ergeben sich daraus für die Landwirtin/den Landwirt? .....	9
04. Quellen sowie empfohlene Literatur zur Bewertung in farmlife.at.....	9

## 01. Schadstoffmanagement in der Landwirtschaft

In der Landwirtschaft werden für die Produktion von Nahrungs- und Futtermitteln Hilfsstoffe eingesetzt. Diese Hilfsstoffe sind zum Beispiel Düngemittel oder Pflanzenschutzmittel (Pestizide, Herbizide), die neben den erwünschten Stoffen oft auch Schadstoffe enthalten. Die wichtigsten Schadstoffe sind dabei *Schwermetalle*, die bspw. über Mineraldünger in den Betrieb kommen, oder die Wirkstoffe in Pflanzenschutzmitteln, die (je nach Verdünnung) Abbauprodukte in der Umwelt – d.h. im Boden, in Oberflächengewässern, im Grundwasser und in der Luft – hinterlassen können. Auf diese Weise werden daher nicht nur die Lebewesen in Boden und Gewässern sondern letzten Endes auch der Mensch beeinflusst.

### Exkurs Schwermetalle

#### Was ist ein Schwermetall?

Viele verschiedene Definitionen in der Literatur!  
Zur Gruppe von Schwermetallen werden (abhängig von Dichte, Atomgewicht, Toxizität u. a. Kriterien) neben den Edelmetallen relativ willkürlich folgende Metalle gezählt (die Liste ist unvollständig):

- Antimon
- Arsen
- Bismut
- Blei
- Cadmium
- Chrom
- Eisen
- Kobalt
- Kupfer
- Nickel
- Plutonium
- Quecksilber
- Thallium
- Uran
- Zink
- Zinn

#### Giftig?

Die Öffentlichkeit versteht unter dem Begriff „Schwermetalle“ meist toxische (umwelt- und gesundheitsschädliche) Substanzen.

Manche dieser Metalle sind in kleinen Mengen (als Spurenelemente) essentiell für Mensch, Tier und Pflanze. Die gleichen Elemente können jedoch in geringfügig höheren Dosierungen oder als andere chemische Verbindung bereits toxisch sein. Beispiele dafür sind: Kupfer (Cu), Chrom (Cr), Selen (Se), Zink (Zn).

Manche als Schwermetall bezeichnete Substanzen sind für Tiere essentiell, für Pflanzen aber giftig (Nickel z. B.).



Cadmium (Quelle: ppt-diparts)



Galent (Quelle: ppt-diparts)



Gelegenes Kupfer (Quelle: ppt-diparts)



Abbildung 1: Schwermetalle

*Chrom, Eisen, Kobalt, Kupfer, Mangan, Molybdän, Nickel, Vanadium, Zink* und *Zinn* gehören zu den essentiellen Schwermetallen, die in geringen Mengen zu den für den Menschen lebenswichtigen Spurenelementen zählen. In geringfügig höheren Mengen können aber auch diese für uns bereits giftig sein. Andere Schwermetalle, wie z. B. Blei, Cadmium, Quecksilber oder Thallium, wirken schon in geringster Konzentration giftig auf den Körper und haben unterschiedlichste gesundheitliche Folgen. Am ehesten nimmt der Mensch Schwermetalle über Nahrung und Wasser – aber auch über das Tabakrauchen (!) – auf.

Um Boden, Wasser und Luft schützen zu können und eine nachhaltige Nutzung sicher zu stellen, muss abgeschätzt werden, wie groß die Einträge von Schwermetallen, Pestiziden und Herbiziden sind und inwieweit die Landwirte und Landwirtinnen durch ihre Entscheidungen diese Einträge steuern können. Nicht nur die Wirkungen auf die Umwelt sondern auch das eigene Gesundheitsrisiko beim Ausbringen von Pflanzenschutzmitteln sollten ein Anreiz sein, sich entsprechend zu informieren und den Einsatz dieser Mittel genau zu überdenken. In vielen Fällen gibt es zu den meist verwendeten Mitteln Alternativen, die ebenso wirksam und trotzdem weniger umweltschädlich sind.



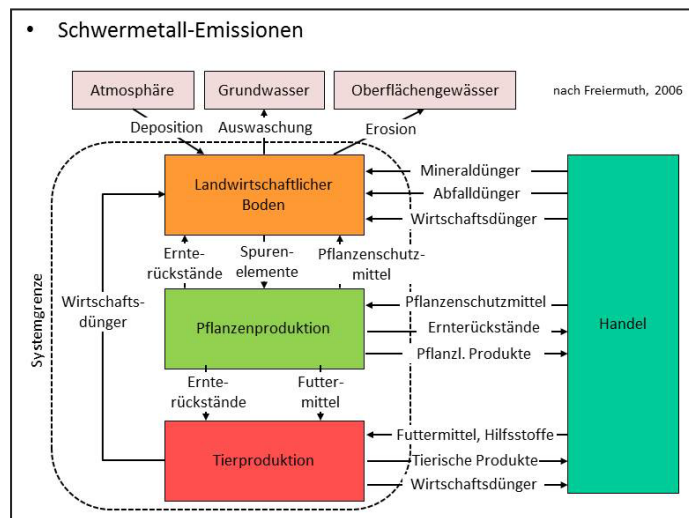


Abbildung 2: Transportwege von Schwermetallen in einem landwirtschaftlichen Produktionssystem (Freiermuth, 2006)

In den folgenden Abschnitten wird darauf eingegangen, wie FarmLife das Schadstoffmanagement einzelner Betriebe aufschlüsselt und bewertet bzw. auf welche Weise der Landwirt/die Landwirtin daraus Nutzen ziehen kann.

## 02. Schadstoffmanagement im Online-Tool FarmLife

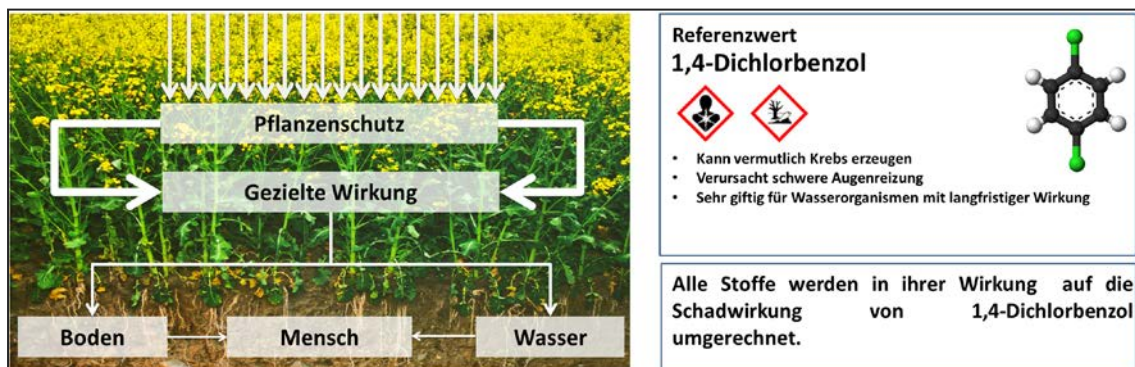


Abbildung 3: zur Wirkungsabschätzung der unterschiedlichen Schadstoffe werden diese einheitlich auf die Wirkung von 1,4-Dichlorbenzol bezogen (siehe farmlife.at: Schadstoffmanagement)

Der FarmLife-Report zeigt in den Betriebsergebnissen zum Schadstoffmanagement folgende Informationen (die genaue Methodik der Ökobilanzierung kann im FarmLife Abschlussbericht Herndl et al., 2015, ab S. 45 nachgelesen werden):

- **Die Pflanzenschutzmittel:** Dieser Reiter zeigt die auf den einzelnen Schlägen eingesetzten Pflanzenschutzmittel. Die Schädigung wird in ihrer Konzentration nach Ampelfarben dargestellt. Die anteilige Wirkung eines Pflanzenschutzmittels an der Gesamtwirkung ist erkennbar. Diese Information kann sowohl für die einzelnen Mittel oder den Schlag als auch für die Schlagnutzungsarten eingesehen werden.
- **Die Umweltwirkungen:** Die Verwendung von Pflanzenschutzmitteln ist ein bewusster Eingriff in die natürlichen Gefüge und kommt nicht ohne Umweltwirkungen aus. Auf

farmlife.at können die individuellen Ergebnisse mit den Werten der Berufskollegenschaft verglichen werden.

## 02.01 Die Pflanzenschutzmittel

Mittels kleiner Pfeile können die folgenden Informationen auf- oder für bessere Übersichtlichkeit auch wieder zugeklappt werden.

Die Anleitung	Die Pflanzenschutzmittel	Die Umweltwirkungen
In den pflanzenbaulichen Nutzungen	▼ ▲	
Auf den Schlägen	▼ ▲	
Die PSM im Detail	▼ ▲	

Abbildung 4: Screenshot aus farmlife.at – Betriebsergebnisse zum Schadstoffmanagement

### Pflanzenbauliche Nutzungen

Im Online-Tool werden hier die angebauten Kulturarten aufgelistet und die jeweils ausgebrachte Menge an PSM angezeigt. Je nach Mittel und Verdünnung ist die effektive Wirkstoffmenge unterschiedlich hoch.

Die Wirkungsintensität beschreibt das Vermögen eines Pflanzenschutzmittels, bei vergleichbarer Menge Schäden im zugeschriebenen Medium (Boden, Wasser, Mensch) zu bewirken. Die Wirkungsintensität der einzelnen PSM pro Einheit wird mittels eines etwas erweiterten Spektrums der Ampelfarben von „sehr geringer Schädwirkung“ bis zu „sehr starke Schädwirkung“ angezeigt. In der Bewertung wird dabei ein direkter Bezug zum Hof hergestellt. Daher kann es sein, dass dasselbe Mittel, das für den einen Hof noch relativ unbedenklich ist, für einen anderen Hof, der generell weniger PSM in Verwendung hat, schon als bedenklich eingestuft wird. Zudem kann ein und dasselbe Mittel unterschiedliches Schädwirkungspotenzial hinsichtlich Boden, Wasser bzw. Mensch aufweisen.

Mittel mit hohem Schädwirkungspotenzial sind weit aggressiver als Mittel mit geringem Schädwirkungspotenzial. Auch bei geringen Einsatzmengen sind letztere daher mit besonderer Achtsamkeit auszubringen. Werden solche Mittel noch dazu in großen Mengen verwendet, sind negative Umweltwirkungen zu erwarten.

Aus den beigefügten Grafiken lässt sich leicht erkennen, bei welchen Kulturarten es angezeigt ist, eine Änderung vorzunehmen.

## Auf den Schlägen

Hier befindet sich die Auflistung der Schläge mit den einzelnen Nutzungsarten und der jeweils ausgebrachten Menge an PSM und lässt die Schadwirkung in der Schlagnutzung im Vergleich zum Betriebsdurchschnitt erkennen. Hier wird die Schadwirkung also auf die einzelnen Schläge bezogen und wie oben ein Vergleich zu ähnlich gelagerten Betrieben hergestellt.

Wie oben ist auch erkennbar, dass die Schadwirkung auf Boden und Wasser bzw. Mensch nicht immer gleich hoch ist.

## Die Pflanzenschutzmittel im Detail

Diese Informationen stellen die wohl wichtigste Grundlage für das Hofmanagement dar und bilden damit auch die Grundlage für eventuelle Änderungen bei der Verwendung bestimmter Mittel. Die aktuell verwendeten Pflanzenschutzmittel werden hier aufgelistet. Neben dem Namen ist die darin enthaltene Wirkstoffmenge und deren jeweiliger Anteil (in %) an der gesamtbetrieblichen Schadwirkung auf Boden, Wasser und Mensch aufgelistet. Zum Verständnis: die untereinander aufgelisteten Prozentsätze z. B. in der Spalte Boden ergeben in der Summe rd. 100% (*rund 100 %*, weil die Beträge hier nur gerundet und nicht mit allen Kommastellen sichtbar sind). Ist in der Spalte Boden das Filtersymbol aktiviert, so erkennt man auf einen Blick, welches Mittel sich prozentuell besonders schädlich auf den Boden auswirkt – d.h. so und so viel Prozent der gesamtbetrieblichen Schadwirkung auf den Boden geht von *diesem* speziellen PSM aus. So erkennt der/die Landwirt/in, welches PSM möglichst aus dem Verkehr zu ziehen und durch ein gleich wirksames, jedoch weniger schädliches Mittel zu ersetzen ist.

Bei Bedarf können mittels des Filtersymbols neben der Spaltenbezeichnung die Beträge jeweils einer Spalte absteigend sortiert werden, sodass bspw. auf den ersten Blick erkennbar ist, welche Mittel sich prozentuell speziell auf den Menschen oder speziell auf Boden/Wasser besonders schädlich auswirken. Dieselbe Information ist auch aus den unten angefügten Grafiken leicht herauszulesen.

Nach diesem „Tatsachenbericht“ wird der nächste Reiter „Die Umweltwirkungen“ angeklickt.

## 02.02 Die Umweltwirkungen



Abbildung 5: Screenshot aus farmlife.at – Betriebsergebnisse zum Schadstoffmanagement (Umweltwirkungen)

Unter diesem Reiter werden die Betriebsergebnisse wieder in Form der bekannten Heat-Map angezeigt. Neben den Untertiteln befindet sich auch wieder der kleine Button „Info“ zum Aufklappen von Kurzinformationen.

*Zum Verständnis:* Das Ergebnis „Wirkung von Giftstoffen auf den Menschen, andere Quellen (CML)“ (<https://de.wikipedia.org/wiki/CML-Methode>) bedeutet, es geht hier nicht um Pflanzenschutzmittel sondern um Substanzen, die teilweise als Trägermaterial z. B. bei Kunstdünger eingesetzt werden. Meistens sind hier Schwermetalle betroffen.

In den Schüler-Accounts zeigen sich auch hier wieder einschlägige Fragen (siehe *Abbildung 5*), die zu beantworten sind. Beim realen Betriebs-Account empfiehlt sich, im Parameter-Filter den Reiter „Experte“ anzuklicken und auf „alle aktiv“ und „speichern“ zu klicken, sodass nicht nur ein Ausschnitt sondern *alle* Umweltwirkungen sichtbar werden.

Für den Landwirt/die Landwirtin erscheint zudem die bekannte Hilfestellung, mittels derer eine neue Strategie erarbeitet werden kann. Weiterführende Literatur bzw. Links werden der Website an dieser Stelle noch hinzugefügt.

### Wirkung auf den Boden

Wichtig im Zusammenhang mit der Toxizität ist die durchschnittliche Verweildauer der Wirkstoffe im Boden. Manche Mittel bzw. Substanzen sind wenige Wochen nach der Ausbringung im Boden bereits nicht mehr nachzuweisen, weil sie durch Mikroorganismen abgebaut werden. Wie schnell dieser Abbau geschieht, hängt wiederum von unterschiedlichen Umweltfaktoren ab (UBA, 1989). Teilweise ist sogar nach langjähriger Ausbringung von Mitteln ein gewisser Anpassungsprozess der Mikroorganismen beobachtet worden.

Andererseits bedeutet „nicht mehr nachzuweisen“ meist nicht, dass das Vorhandensein mit Null zu beziffern ist, da ab einer gewissen Untergrenze ein Nachweis des Wirkstoffes nicht mehr möglich ist. Zudem ist – je nach Herbizid – von einer bestimmten Nachwirkungsdauer im Boden bzw. auf Pflanzen auszugehen. Inwieweit die Bodenorganismen durch einzelne Substanzen dauerhaft geschädigt werden, es zu Anhäufungen (Akkumulationen) kommt oder Wechselwirkungen entstehen, ist schwer zu ergründen.

### Wirkung auf das (Grund-)Wasser

Die Frage, wie rasch und vollständig der Abbau erfolgt und ob es zu Akkumulationen kommt, erhebt sich auch hier. Der mikrobielle Abbau passiert im Wasser (z. B. in Seen) oft äußerst langsam (UBA, 1989), auf Grund der niedrigen Temperaturen im Grundwasser *noch* langsamer. Sind die ausgebrachten Substanzen chemisch entsprechend stabil, bleibt das Grundwasser für eine lange Zeit kontaminiert und gelangt wieder in unseren Trinkwasserbereich, bevor es sich regeneriert hat. Dann ist die Gesundheit des Menschen direkt betroffen. Aber auch, wenn dieses Wasser „nur“ für die Bewässerung herangezogen wird, erfolgt ein bestimmter Eintrag in den Boden, der für sich bereits die Wirkung haben könnte, die durch erneutes Ausbringen der Wirksubstanz erzielt werden soll.

### Wirkung auf die Gesundheit von Mensch und Tier

Zu diesem Thema gibt es jede Menge an Studien und Literatur. Ein Beispiel dazu wird in der unten angefügten Literaturliste erwähnt. Sowohl positive als auch negative Ergebnisse sind immer im jeweiligen Zusammenhang zu sehen und mit Vorsicht zu betrachten.



Tatsache ist jedoch, *dass* Pestizide und Schwermetalle im Wasser und in unseren Lebensmitteln uns Menschen und auch andere Lebewesen beeinträchtigen und zu unterschiedlichsten Krankheiten, Allergien und/oder anderen gesundheitlichen Störungen führen können. Welche Substanz in welcher Zusammensetzung und Verdünnung dabei potenziell gefährlich ist, ist bei der Vielzahl an vorhandenen Pflanzenschutzmitteln und der Verschiedenartigkeit des Einsatzes sowie des Einsatzgebietes schwer zu überprüfen und obliegt den – unabhängigen! – Experten.

### 03. Welche Konsequenzen ergeben sich daraus für die Landwirtin/den Landwirt?

Aus der Aufgliederung der Pflanzenschutzmittel und der prozentuellen Zuordnung der Wirkungen einerseits mit Bezug auf das Mittel, andererseits mit Bezug zur pflanzenbaulichen Nutzung und auf einzelne Schläge bekommt die Landwirtin/der Landwirt erstmals einen detaillierten Gesamtüberblick über die von ihm verwendeten Mittel und die daraus resultierenden Wirkungen. Auf diese Art bekommt sie/er auch ein Verständnis dafür, auf welchen Flächen des Hofes die Belastung am stärksten ist und u. U. auch das Grundwasser kontaminiert wird.

Daraus sowie aus eventuellen weiteren Informationen zu gesundheitlichen Risiken für Tier und Mensch wird sich der Wunsch entwickeln, die Auswahl der Mittel einerseits möglichst zu beschränken und/oder auf mögliche Alternativen umzusteigen. Manchmal reicht schon eine Veränderung in der Fruchtfolge aus, um entsprechende Wirkungen zu erzielen. Oft werden auch nur aus Gewohnheit immer die gleichen Pflanzenschutzmittel verwendet, ohne zu hinterfragen, ob es andere – *ebenso* wirkungsvolle, in der Schadwirkung aber besser zu beurteilende Mittel – gäbe. Unabhängige und individuelle Beratung zu speziellen Pflanzenschutzmitteln kann hier helfen.

### 04. Quellen sowie empfohlene Literatur zur Bewertung in farmlife.at

- Abschlusstagung des Projektes FarmLife: Ökobilanzierung landwirtschaftlicher Betriebe in Österreich. 22.-23.09.2015, Bericht, HBLFA Raumberg-Gumpenstein Eigenverlag
- Bödeker, W. und C. Dümmler (Hrsg.) (1990): Pestizide und Gesundheit. Vorkommen, Bedeutung und Prävention von Pestizidvergiftungen. Verlag C. F. Müller, Karlsruhe
- Bystricky, M. und T. Nemecek (2015): SALCA-Emissionsmodelle: Anwendung in Österreich. Abschlusstagung des Projektes FarmLife: Ökobilanzierung landwirtschaftlicher Betriebe in Österreich. 22.-23.09.2015, Bericht, HBLFA Raumberg-Gumpenstein Eigenverlag, pp. 23-32
- Bystricky, M., M. Herndl und D. U. Baumgartner (2015): Umweltwirkungen der Projektbetriebe. Abschlusstagung des Projektes FarmLife: Ökobilanzierung landwirtschaftlicher Betriebe in Österreich. 22.-23.09.2015, Bericht, HBLFA Raumberg-Gumpenstein Eigenverlag, pp. 41-52
- Freiermuth, R. (2006): Modell zur Berechnung der Schwermetallflüsse in der landwirtschaftlichen Ökobilanz. SALCA-Schwermetall. Agroscope FAL Zürich-Reckenholz, CH
- Herndl, M., D. U. Baumgartner, T. Guggenberger, M. Bystricky, G. Gaillard, J. Lansche, C. Fasching, A. Steinwidder und T. Nemecek (2015): Einzelbetriebliche Ökobilanzierung landwirtschaftlicher Betriebe in Österreich. Abschlussbericht des Projektes FarmLife, BMLFUW. HBLFA Raumberg-Gumpenstein Eigenverlag.

[https://www.raumberg-gumpenstein.at/cm4/de/?option=com\\_r\\_fodok&Itemid=200881&task=detail&publnr=17251](https://www.raumberg-gumpenstein.at/cm4/de/?option=com_r_fodok&Itemid=200881&task=detail&publnr=17251)

- Köck, M. und F. Pichler-Semmelrock (1993): Schwermetalle in steirischen Böden. Ursachen und Auswirkungen erhöhter Schwermetallkonzentrationen in steirischen Böden. Gutachten der Landeshygieniker für Stmk., Informationszentrale für Umweltschutz im Auftrag der Stmk. Landesregierung, Graz
- Umweltbundesamt (UBA) (1989): Pestizidrückstände in Boden- und Grundwasserproben des Bezirkes Gänserndorf. UBA-Report UBA-89-034. Hrsg.: Umweltbundesamt, Wien
- Whitten, J. L. (1966): Damit wir leben können. Litton Educational Publishing Inc.; Verlag Van Nostrand Reinhold Comp., New York
- [www.farmlife.at](http://www.farmlife.at)
- [www.chemie.de/lexikon/Schwermetalle](http://www.chemie.de/lexikon/Schwermetalle)
- [www.umweltbundesamt.at/umwelt/luft/luftschadstoffe/schwermetalle/](http://www.umweltbundesamt.at/umwelt/luft/luftschadstoffe/schwermetalle/)