



# Herbizidanwendung in den Speziellen Bereichen

Grundlagen zum Erwerb der Fachbewilligung

Ausgabe: Dezember 2025





## **Herbizidanwendung in den Speziellen Bereichen –**

Grundlagen zum Erwerb der Fachbewilligung

Ausgabe: Dezember 2025

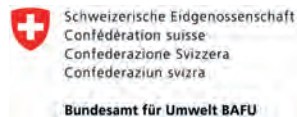
# Herbizidanwendungen in den Speziellen Bereichen

Grundlagen zum Erwerb der Fachbewilligung

## Impressum

### Herausgeber

sanu future learning ag (sanu) im Auftrag des Bundesamts für Umwelt (BAFU)



# sanu.

Raum für Nachhaltigkeit.

### Autorinnen und Autoren

Claudia Vogt (sanu), Janosh Montandon (sanu), Hans Ramseier (HAFL), Stefan Lutter (HAFL), Magali Lebrun (BAFU), Anke Schütze (HAFL), Ursula Morgenthaler (sanu), Simon Lüscher (Jardin Suisse), Pascal Sydler (BLS), Lukas Tanner (SBB), Beat Reidy (HAFL/AGFF), Olivier Sanvido (Staatssekretariat für Wirtschaft, SECO), Simon Schmid (SECO)

### Fachlektorinnen und Fachlektoren

Chemikalienfachstellen Schweiz und Liechtenstein (chemsuisse), Andreas Vetsch (Kt. GR), Kathrin von Arx (Kt. SZ), Simon Zysset (WWF), Yvonne Vögeli (SBB), Gunter Adolph (SBB), Magali Lebrun (BAFU), Simon Schmid (SECO), Steven Bellotto (BAV), Olivier Sanvido (SECO)

### Projektleitung

Claudia Vogt (sanu), Janosh Montandon (sanu), Magali Lebrun (BAFU)

### Layout und Gestaltung

Edition-lmz AG

### Rechte

© Alle Rechte vorbehalten, BAFU, 2025

Das Copyright der Texte liegt beim BAFU. Dasselbe gilt für Illustrationen und Fotos ohne Angabe des Autors/der Autorin oder der Herkunft.

### Auflage

1. Auflage, 2025

### Haftungsausschluss

Die in dieser Publikation enthaltenen Angaben dienen allein zur Information der Leserinnen und Leser. Das Bundesamt für Umwelt ist bemüht, korrekte, aktuelle und vollständige Informationen zur Verfügung zu stellen – übernimmt dafür jedoch keine Gewähr. Jegliche Haftung für eventuelle Schäden im Zusammenhang mit der Umsetzung der darin enthaltenen Informationen wird ausgeschlagen. Für die Leserinnen und Leser gelten die in der Schweiz gültigen Gesetze und Vorschriften, die aktuelle Rechtsprechung ist anwendbar.

### Danksagung

Das BAFU dankt allen oben genannten Personen für ihr engagiertes Mitwirken und den verschiedenen involvierten Institutionen für die Erlaubnis, ihre Bilder zu verwenden.



## Abkürzungsverzeichnis

<b>ArG</b>	Arbeitsgesetz (SR 822.11)
<b>ArGV</b>	Diverse Verordnungen zum Arbeitsgesetz
<b>BAFU</b>	Bundesamt für Umwelt
<b>BAV</b>	Bundesamt für Verkehr
<b>BFF</b>	Biodiversitätsförderflächen
<b>BLV</b>	Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen
<b>BLW</b>	Bundesamt für Landwirtschaft
<b>ChemG</b>	Chemikaliengesetz (SR 813.1)
<b>ChemRRV</b>	Chemikalien-Risikoreduktions-Verordnung (SR 814.81)
<b>ChemV</b>	Chemikalienverordnung (SR 813.11)
<b>DZV</b>	Direktzahlungsverordnung (SR 910.13)
<b>FaBe G</b>	Fachbewilligung für die Verwendung von Pflanzenschutzmitteln im Gartenbau
<b>FaBe L</b>	Fachbewilligung für die Verwendung von Pflanzenschutzmitteln in der Landwirtschaft
<b>FaBe SB</b>	Fachbewilligung für die Verwendung von Herbiziden in den Speziellen Bereichen
<b>FaBe W</b>	Fachbewilligung für die Verwendung von Pflanzenschutzmitteln in der Waldwirtschaft
<b>FrSV</b>	Freisetzungsverordnung (SR 814.911)

<b>GHS</b>	global harmonisiertes System zur Einstufung und Kennzeichnung von Chemikalien
<b>GSchG</b>	Gewässerschutzgesetz (SR 814.20)
<b>GSchV</b>	Gewässerschutzverordnung (SR 814.201)
<b>KIP</b>	Koordinationsgruppe ÖLN-Richtlinien Tessin und Deutschschweiz
<b>KPSD</b>	Kantonale Pflanzenschutzdienste
<b>LwG</b>	Landwirtschaftsgesetz (SR 910.1)
<b>NHG</b>	Natur- und Heimatschutzgesetz (SR 451)
<b>ÖLN</b>	ökologischer Leistungsnachweis
<b>OR</b>	Obligationenrecht (SR 220)
<b>PGesV</b>	Pflanzengesundheitsverordnung (SR 916.20)
<b>PSA</b>	Persönliche Schutzausrüstung
<b>PSM</b>	Pflanzenschutzmittel
<b>PSMV</b>	Pflanzenschutzmittelverordnung (SR 916.161)
<b>SDB</b>	Sicherheitsdatenblatt
<b>SECO</b>	Staatssekretariat für Wirtschaft
<b>SR</b>	Systematische Rechtssammlung
<b>USG</b>	Umweltschutzgesetz (SR 814.01)
<b>VFB-SB</b>	Verordnung über die Fachbewilligung für die Verwendung von Herbiziden in den Speziellen Bereichen (SR 814.812.35)
<b>ZGB</b>	Zivilgesetzbuch (SR 210)

# Inhaltsverzeichnis

## 1. Rechtliche Grundlagen 10

---

<b>Übersicht über wichtige Gesetze im Zusammenhang mit der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln</b>	<b>10</b>
<b>Ausgewählte Gesetze und Verordnungen</b>	<b>11</b>
Umweltschutzgesetz	11
Natur- und Heimatschutzgesetz	11
Zivilgesetzbuch und Obligationenrecht	11
Gewässerschutzgesetzgebung	11
Pflanzenschutzmittelverordnung	13
Chemikalien-Risikoreduktions-Verordnung	13
Fachbewilligung für die Verwendung von Herbiziden in den Speziellen Bereichen	15
Weitere Fachbewilligungen	15
Richtlinie Chemische Vegetationskontrolle auf und an Gleisanlagen	16
Wichtige Regelungen aus der Direktzahlungsverordnung	16
Fachstellen und Beratung für PSM-Fragen	16

## 2. Grundlagen der Ökologie 18

---

<b>Das Ökosystem</b>	<b>18</b>
Einführung in die Ökologie	18
Aufbau eines Ökosystems	18
Nährstoffkreislauf und Energiefluss im Ökosystem	18
Nahrungsnetz	19
Populationsentwicklung	20
Wechselwirkungen im Ökosystem	21
<b>Stoffkreisläufe</b>	<b>22</b>
Kohlenstoff und Sauerstoff	22
<b>Lebensraum Boden</b>	<b>23</b>
<b>Biodiversität</b>	<b>24</b>
Bedeutung und Nutzen der Biodiversität	24
Zustand der Biodiversität in der Schweiz	24
Natur im Siedlungsraum und entlang von Verkehrsflächen	25
Landwirtschaftliche Nutzflächen und biologische Vielfalt	26

## 3. Pflanzenschutzmittel, Human- und Ökotoxikologie 28

---

<b>Pflanzenschutzmittel</b>	<b>28</b>
Definition und Abgrenzung	28
Zulassung von Pflanzenschutzmitteln	28
Herbizide	30
Zusatzstoffe (Beistoffe, Adjuvantien)	32

<b>Humantoxikologie</b>	<b>32</b>
Grundsätzliches zur Toxikologie	32
Aufnahmewege von Pflanzenschutzmitteln in den menschlichen Körper	32
Akute und chronische Wirkungen	32
<b>Kennzeichnung und Informationen auf Pflanzenschutzmitteln</b>	<b>33</b>
Risiko und Exposition	33
Etikette	33
Gebrauchsanweisung	33
Sicherheitsdatenblatt	33
Gefahrensymbole (GHS) und Gefahrenkennzeichnung	35
<b>Pflanzenschutzmittel in der Umwelt</b>	<b>36</b>
Eintragswege von Pflanzenschutzmitteln in die Umwelt	36
Potenzielle Umweltauswirkungen chemischer Pflanzenschutzmittel	37
Störung von Ökosystemen	37
Pflanzenschutzmittel im Boden und deren Abbau	37
Pflanzenschutzmittel in Gewässern	38
Resistenzen	39

## 4. Nachhaltiger Pflanzenschutz 42

---

<b>Prinzipien des integrierten Pflanzenschutzes</b>	<b>42</b>
<b>Nachhaltige Vegetationskontrolle auf und an Strassen, Wegen und Plätzen</b>	<b>43</b>
Analyse Bewuchssituation	43
Präventive Massnahmen	44
Umgestaltungen anspruchsvoller Flächen	45
Differenzierte Pflege und Pflegeplanung	45
<b>Nachhaltige Vegetationskontrolle auf und an Gleis- und Bahnanlagen</b>	<b>46</b>
Analyse Bewuchssituation	46
Präventive Massnahmen	47
<b>Nachhaltige Vegetationskontrolle auf Wiesen und Weiden</b>	<b>50</b>
Analyse der Verunkrautung	50
Präventive Massnahmen	51
<b>Monitoring und Controlling von Problempflanzen</b>	<b>52</b>

## 5. Problempflanzen und deren direkte Bekämpfung 56

---

<b>Unkräuter, Beikräuter, Problempflanzen</b>	<b>56</b>
Begriffserklärung	56
Negative Auswirkungen	56
Lebenszyklen und Vermehrungsstrategien	57
<b>Ausgewählte Problempflanzen auf und an Strassen, Wegen und Plätzen</b>	<b>59</b>
<b>Ausgewählte Problempflanzen auf und an Gleis- und Bahnanlagen</b>	<b>60</b>
<b>Ausgewählte Problempflanzen auf Wiesen und Weiden im Tal- und Alpengebiet</b>	<b>61</b>
<b>Invasive Neophyten</b>	<b>63</b>



<b>Neozoen</b>	<b>66</b>
Meldepflicht von besonders gefährlichen Schadorganismen	66
<b>Nichtchemische Vegetationskontrolle auf und an Strassen, Wegen und Plätzen</b>	<b>66</b>
Mechanische Verfahren	66
Thermische Verfahren	67
Verfahren mit Strom	68
<b>Nichtchemische Vegetationskontrolle auf und an Gleis- und Bahnanlagen</b>	<b>68</b>
<b>Nichtchemische Unkrautregulierung auf Wiesen und Weiden</b>	<b>69</b>
<b>Chemische Bekämpfung</b>	<b>70</b>
Einzelstockbehandlung und eingesetzte Geräte	70
Grundsätze der Herbizidanwendung	72
<b>Chemische Vegetationskontrolle auf und an Strassen</b>	<b>73</b>
<b>Chemische Vegetationskontrolle auf und an Gleis- und Bahnanlagen</b>	<b>73</b>
<b>Chemische Vegetationskontrolle auf Wiesen und Weiden</b>	<b>74</b>
<b>Alternative Produkte</b>	<b>74</b>

## 6. PSM Anwendung, Lagerung und Entsorgung 76

---

<b>Sich beim Umgang mit Pflanzenschutzmitteln schützen</b>	<b>76</b>
Exposition gegenüber PSM	76
STOP-Prinzip	78
Persönliche Schutzausrüstung	79
Notfall – Was tun?	80
<b>Pflanzenschutzmittel korrekt auswählen</b>	<b>80</b>
<b>Pflanzenschutzmittel lagern und entsorgen</b>	<b>81</b>
<b>Spritzbrühe herstellen und Spritzgeräte befüllen</b>	<b>82</b>
Allgemeine Berechnung der Konzentration	83
Dosierung der Brühmenge für Gleisanlagen	83
<b>Spritzgeräte richtig einstellen und Mittel ausbringen</b>	<b>84</b>
Optimale Rahmenbedingungen beachten	84
Düsen und Tropfengrösse	84
Umgang mit Brühresten	85
<b>Spritzgeräte spülen und reinigen</b>	<b>85</b>
Spülung	85
Reinigung	85

## 7. Anleiten anderer Personen bei der Anwendung von PSM 88

---

<b>Rechtliche Anforderungen</b>	<b>88</b>
<b>Vorgehen bei der Anleitung</b>	<b>88</b>
<b>Inhalt der Anleitung</b>	<b>89</b>
<b>Fragen zur Überprüfung der erworbenen Kompetenzen</b>	<b>89</b>
<b>Vorlage Protokoll: Anleitung von Drittpersonen zum Ausbringen von PSM</b>	<b>90</b>

## Einleitung

Der umweltfreundliche und für den Menschen sichere Einsatz von Pflanzenschutzmitteln (PSM) erfordert komplexe Entscheidungen. Neben dem Wissen über Krankheiten, Schädlinge und Produkte gilt es, unerwünschte Nebenwirkungen – wie etwa negative Einflüsse auf Nützlinge, Wasser und Boden – zu beachten und zu minimieren. Die Chemikalien-Risikoreduktions-Verordnung (ChemRRV) schreibt vor, dass alle gewerblichen und beruflichen Anwenderinnen und Anwender von Pflanzenschutzmitteln eine **Fachbewilligung** erwerben müssen.

Im Jahr 2017 verabschiedete der Bundesrat den **Aktionsplan zur Risikoreduktion und nachhaltigen Anwendung von Pflanzenschutzmitteln**. Dieser enthält rund 50 Massnahmen, mit denen die Risiken von Pflanzenschutzmitteln für Mensch, Tier und Umwelt halbiert und Alternativen zum chemischen Pflanzenschutz gefördert werden sollen. Zu den Massnahmen gehören auch die Verbesserung der Kenntnisse über Pflanzenschutzmittel und über den Umgang mit diesen in der beruflichen Grundbildung und höheren Berufsbildung sowie eine Weiterbildungspflicht für alle Fachbewilligungsträgerinnen und Fachbewilligungsträger.


- Stand Umsetzung der Massnahmen des Aktionsplans PSM: [www.blw.admin.ch](http://www.blw.admin.ch) > Themen > Pflanzen > Nachhaltiger Pflanzenschutz > Aktionsplan Pflanzenschutzmittel
- Fachbewilligung Pflanzenschutzmittel: [www.permis-pph.admin.ch](http://www.permis-pph.admin.ch)

Das Thema Pflanzenschutz stand in den letzten Jahren stark im Fokus der Öffentlichkeit. Viele Städte, Gemeinden und andere Institutionen haben ihre PSM-Einsätze stark reduziert oder verzichten mittlerweile vollständig auf chemische Pflanzenschutzmittel. Auch in der schweizerischen Landwirtschaft geht es neben der Produktion gesunder Lebensmittel darum, die langfristige Produktivität des Kulturlandes zu gewährleisten und die natürlichen Ressourcen zu schonen. Darauf zielt auch die 2012 verabschiedete **Strategie Biodiversität Schweiz** ab. Sie hat zum Ziel, die Ökosysteme und ihre Leistungen zu erhalten und die Biodiversität zu fördern. Mit einer sorgfältigen Anwendung von Pflanzenschutzmitteln, aber auch mit extensiv genutzten Flächen, Kleinstrukturen und Vernetzungselementen, können Grünunterhaltsverantwortliche sowie Landwirtinnen und Landwirte einen wichtigen Beitrag zum Schutz der Biodiversität in der Schweiz leisten.

Nicht zuletzt hat auch der **Klimawandel** Einfluss auf den Pflanzenschutz. Neue Schädlinge und invasive Pflanzen sowie veränderte klimatische Bedingungen erfordern eine sorgfältige Risikoabschätzung, gute Fachkenntnisse und innovative Pflegemassnahmen.

Dieses Lehrmittel enthält die Grundlagen zum Erwerb der Fachbewilligung zum Ausbringen von Herbiziden in den Speziellen Bereichen. Diese berechtigt ausschliesslich zur **Einzelstockbehandlung** und richtet sich an folgende **Anwendungsbereiche**:

- ▶ Unterhalt von Bahn-, Strassen- und Militäranlagen
- ▶ Unterhalt von Gebäudeumgebungen
- ▶ Landwirtschaft

Bei der Prüfung kann zwischen den drei Spezialisierungen «**Strassen, Wege, Plätze**», «**Bahn- und Gleisanlagen**» sowie «**Wiesen und Weiden**» unterschieden werden. In den Kapiteln 4 und 5 werden die präventiven und direkten Massnahmen nach diesen Anwendungsbereichen unterschieden, welche farblich unterschiedlich gekennzeichnet sind. Prüfungsrelevant ist der gesamte Inhalt des Lehrmittels ausgenommen die Kapitel der jeweils anderen Spezialisierungen, die «Gut zu wissen»-Hinweise (mit einer Glühbirne  gekennzeichnet), das Kapitel 7 «Anleiten anderer Personen bei der Anwendung von PSM»<sup>1</sup> sowie Informationen aus externen Quellen, die im Lehrmittel erwähnt werden.

- Das Lehrmittel «Herbizidanwendungen in den Speziellen Bereichen - Grundlagen zum Erwerb der Fachbewilligung» ist online verfügbar: [www.permis-pph.admin.ch](http://www.permis-pph.admin.ch) > Weg zur Fachbewilligung > Wie erwerbe ich eine FaBE > Ressourcen.



### Allgemeiner Hinweis:

Bei der Anwendung der im Lehrmittel genannten Produkte sind die aktuelle Zulassung, die Gebrauchsanweisungen und die Sicherheitsdatenblätter zu beachten. Die Informationen in diesem Lehrmittel geben den aktuellen Stand zum Zeitpunkt des Redaktionsschlusses wieder.

Dieses Lehrmittel wurde vom Bundesamt für Umwelt (BAFU) finanziert.

<sup>1</sup> Das Thema «Anleiten von Drittpersonen bei der Anwendung von PSM» ist nicht prüfungsrelevant, jedoch Bestandteil der obligatorischen Weiterbildungen.





# 1

## Rechtliche Grundlagen

# 1. Rechtliche Grundlagen

## Übersicht über wichtige Gesetze im Zusammenhang mit der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln

In der Schweiz ist die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln (PSM) in verschiedenen Gesetzen und Verordnungen geregelt. Die rechtlichen Grundlagen werden regelmässig aktualisiert, um den sich ändernden Anforderungen und wissenschaftlichen Erkenntnissen gerecht zu werden. Es ist daher ratsam, die online verfügbaren und aktuellen Informationen der zuständigen Behörden zu konsultieren.

➤ Sammlung Gesetze und Verordnungen des Bundes:  
[www.fedlex.admin.ch](http://www.fedlex.admin.ch)

Im Folgenden sind die bundesrechtlichen Grundlagen aufgeführt, die beim Umgang mit PSM massgebend sind. Fett gedruckte Regelungen werden in diesem Kapitel genauer erläutert.

**Tab. 1: Auswahl an Bundesgesetzen und Verordnungen im Zusammenhang mit der Anwendung von PSM (Hinweis: Verordnungen stützen sich zuweilen auf mehrere Gesetze wie die PSMV auf das ChemG, LwG und USG)**

Beispiele für relevante Bundesgesetze	Beispiele für relevante Verordnungen
Umweltschutzgesetz (USG, SR 814.01) Chemikaliengesetz (ChemG, SR 813.1)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Chemikalienverordnung (ChemV, SR 813.11)</li> <li>▶ <b>Chemikalien-Risikoreduktions-Verordnung</b> (ChemRRV, SR 814.81)</li> <li>▶ Verordnung über das Register der Fachbewilligungen für die Verwendung von Pflanzenschutzmitteln (SR 814.88)</li> <li>▶ <b>Verordnung über die Fachbewilligung für die Verwendung von Herbiziden in den Speziellen Bereichen</b> (VFB-SB, SR 814.812.35)</li> </ul>
Gewässerschutzgesetz (GSchG, SR 814.20)	▶ <b>Gewässerschutzverordnung</b> (GSchV, SR 814.201)
Landwirtschaftsgesetz (LwG, SR 910.1)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ <b>Pflanzenschutzmittelverordnung</b> (PSMV, SR 916.161)</li> <li>▶ Pflanzengesundheitsverordnung (PGesV, SR 916.20)</li> <li>▶ <b>Direktzahlungsverordnung</b> (DZV, SR 910.13)</li> <li>▶ Verordnung über die biologische Landwirtschaft (SR 910.181)</li> </ul>
Arbeitsgesetz (ArG, SR 822.11)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Diverse Verordnungen zum Arbeitsgesetz (ArGV 1-5, SR 822.111 (div.))</li> <li>▶ Verordnung über gefährliche Arbeiten für Jugendliche (SR 822.115.2)</li> </ul>
Natur- und Heimatschutzgesetz (NHG, SR 451)	
Zivilgesetzbuch (ZGB, SR 210)	
Obligationenrecht (OR, SR 220)	

## Ausgewählte Gesetze und Verordnungen

### Umweltschutzgesetz

Das Umweltschutzgesetz (USG) bildet den Grundpfeiler des Schweizer Umweltrechts. Es enthält rechtliche Grundprinzipien und übergreifende Bestimmungen, die für den gesamten Umweltschutz gelten und regelt viele Aspekte der Nachhaltigkeit.

Das USG verpflichtet zum umweltgerechten Umgang mit chemischen Stoffen. Der Umgang mit Chemikalien wird nicht allein durch das USG, sondern in umfassender Weise auch durch das Chemikaliengesetz (ChemG) und das Landwirtschaftsgesetz (LwG) und die sich darauf stützenden Verordnungen geregelt.

#### Vorsorgeprinzip

«Vorbeugen ist besser als heilen». Diese Alltagsweisheit ist auch der zentrale Leitgedanke des schweizerischen Umweltrechts. Vorausschauendes, umweltgerechtes Planen und Handeln ist langfristig kostengünstiger und mit weniger Umweltbelastungen verbunden, als zu einem späteren Zeitpunkt Verbesserungen vorzunehmen oder gar Umweltschäden zu beheben. Bezüglich PSM heisst dies, zuerst genau zu prüfen, ob der Einsatz von PSM zu vermeiden bzw. wie eine möglichst umweltschonende Applikation zu erreichen ist.

#### Verursacherprinzip

Kosten, die durch die Behebung von Umweltbelastungen oder -schäden entstehen, sollen nicht von der Allgemeinheit bezahlt werden, sondern von denjenigen, die sie verursacht haben (Art. 2 USG). Bezogen auf den PSM-Einsatz bedeutet das Verursacherprinzip, dass allfällige Kosten für die Behebung eines PSM-Schadens durch die Anwenderin oder den Anwender übernommen werden müssen. Gewisse Umweltkosten sind jedoch schwierig zuzuweisen oder zu berechnen und müssen deshalb von der Allgemeinheit getragen werden. Zu diesen sogenannten **externen Kosten** zählen zum Beispiel die Aufwände für die Entfernung von PSM-Rückständen im Abwasser, durch PSM verursachte Gesundheitskosten oder negative Auswirkungen von PSM auf Bienen und andere Insekten.

#### Sorgfaltspflicht

Wer mit PSM oder ihren Abfällen umgeht, muss dafür sorgen, dass keine unannehmbaren Nebenwirkungen auf Mensch, Tier und Umwelt entstehen. Die Mittel müssen sachgemäss verwendet werden und dürfen nur zu Zwecken ausgebracht werden, für die sie zugelassen sind (vgl. Art. 61 PSMV).

### Natur- und Heimatschutzgesetz

Im Natur- und Heimatschutzgesetz (NHG) ist festgeschrieben, dass die Tier- und Pflanzenwelt sowie ihre biologische Vielfalt und ihr natürlicher Lebensraum zu schützen sind (vgl. Art. 1 lit. d NHG). Für den Schutz der Arten und ihrer Lebensräume werden Biotope, Moore usw. unter Schutz gestellt (vgl. Art. 18 ff. NHG). Wer in solchen geschützten Gebieten tätig ist, muss spezielle Anforderungen einhalten, um sicherzustellen, dass die Praktiken die Umwelt nicht schädigen. Dies kann die Begrenzung des Einsatzes von PSM umfassen oder Verbote, wie dies in Naturschutzgebieten der Fall ist.

### Zivilgesetzbuch und Obligationenrecht

Auch das Schweizerische Zivilgesetzbuch (ZGB) und das Obligationenrecht (OR) haben einiges zum Einsatz von gefährlichen Stoffen zu sagen. Zentral ist Art. 684 ZGB zum Nachbarrecht: Nachbarinnen und Nachbarn dürfen nicht durch übermässige Einwirkungen belastet werden. Wenn PSM auf andere Grundstücke gelangen und Schaden anrichten, ist der Verursacher zu Schadenersatz verpflichtet.

Dies gilt z.B. auch, wenn eine nach den Richtlinien des Biolandbaus bewirtschaftete Parzelle durch die Anwendung synthetischer PSM verunreinigt wird.

### Gewässerschutzgesetzgebung

Das **Gewässerschutzgesetz (GSchG)** legt fest, dass jeder dazu verpflichtet ist, mit angemessener Sorgfalt dafür zu sorgen, dass Gewässer nicht beeinträchtigt werden. Es ist untersagt, Stoffe, die das Wasser verunreinigen können, in Gewässer einzubringen oder sie so zu verwenden, dass die konkrete Gefahr einer Gewässerverunreinigung entsteht.

Die **Gewässerschutzverordnung (GSchV)** enthält das ökologische Ziel, dass in Flüssen, Bächen, Seen und Grundwasser keine künstlichen und langlebigen Stoffe vorhanden sein sollen. In Gewässern, die für Trinkwasser genutzt werden, dürfen PSM und ihre Metaboliten (Abbauprodukte) keine Konzentration von mehr als 0.1 µg/l (0.0001 mg/l) erreichen. Stoffe, die durch menschliche Aktivitäten ins Wasser gelangen, dürfen die Fortpflanzung, Entwicklung und Gesundheit von Pflanzen, Tieren und Mikroorganismen nicht beeinträchtigen.

➔ Mehr Informationen zu Auflagen finden Sie im Kapitel «3. Pflanzenschutzmittel, Human- und Ökotoxikologie» auf der Seite 28.



### Schutz der Oberflächengewässer

Für PSM, bei denen auf der Etikette keine unbehandelten Pufferzonen zu Oberflächengewässern aufgeführt sind, ist gemäss der Chemikalien-Risikoreduktions-Verordnung (ChemRRV, SR 814.81) ein Mindestabstand von 3 m zum Ufer einzuhalten. Es ist ferner zu beachten, dass für den Ökologischen Leistungsnachweis (DZV, SR 910.13) in der Landwirtschaft ein generell einzuhaltender Mindestabstand zu Oberflächengewässern von 6 m erforderlich ist (GSchG, SR 814.20). Zudem dürfen laut Gewässerschutzverordnung im Gewässerraum keine PSM ausgebracht werden.

Die Breite des Gewässerraums hängt v. a. von der Breite der Gerinnesohle ab, ist aber in jedem Fall breiter als der Mindestabstand von 3 m gemäss ChemRRV. Die chemische Einzelstockbehandlung von Problempflanzen ist ausserhalb eines 3 m breiten Streifens entlang des Gewässers zulässig, sofern diese nicht mit einem angemessenen Aufwand mechanisch bekämpft werden können.

### Schutz des Grundwassers

Um das Grundwasser, das unsere wichtigste Trinkwasserquelle ist, vor Verunreinigungen zu schützen, scheiden die Kantone im Zuströmbereich von Grundwasserfassungen, die im öffentlichen Interesse sind, Schutzzonen aus. In diesen Zonen gelten Einschränkungen oder Verbote für Aktivitäten, die das Grundwasser gefährden können. Darunter kann auch die Anwendung bestimmter PSM fallen (vgl. dazu die Liste des BLV mit den Anwendungsverböten in den Zonen S2 und Sh; Tab. 2 auf Seite 13).

In der Zone S1, der sogenannten Fassungszone, ist jegliche Anwendung von PSM verboten.

➔ [www.blv.admin.ch](http://www.blv.admin.ch) > Zulassung Pflanzenschutzmittel > Anwendung und Vollzug > Weisungen und Merkblätter > Schutz des Grundwassers

Kantone und Bund stellen ihre Gewässerschutzkarten mit den Grundwasserschutzzonen über ihre Geoportale oder Umweltinformationssysteme online zur Verfügung.

➔ Gesamtschweizerische Grundwasserschutzkarte unter: [www.bafu.admin.ch](http://www.bafu.admin.ch) > Themen > Thema Wasser > Daten, Indikatoren und Karten > Geodaten und Karten > Karten und abgeleitete Daten > Kantonale Gewässerschutzkarten

Auf diesen Plattformen können interaktive Karten eingesehen und bestimmte Standorte gezielt gesucht werden.

Erklärungen zu den verschiedenen Grundwasserschutzzonen sind an folgender Stelle zu finden:

➔ [www.bafu.admin.ch](http://www.bafu.admin.ch) > Themen > Thema Wasser > Grundwasser Grundwasserschutz > Festgelegte Schutzbereiche für Trinkwasserfassungen

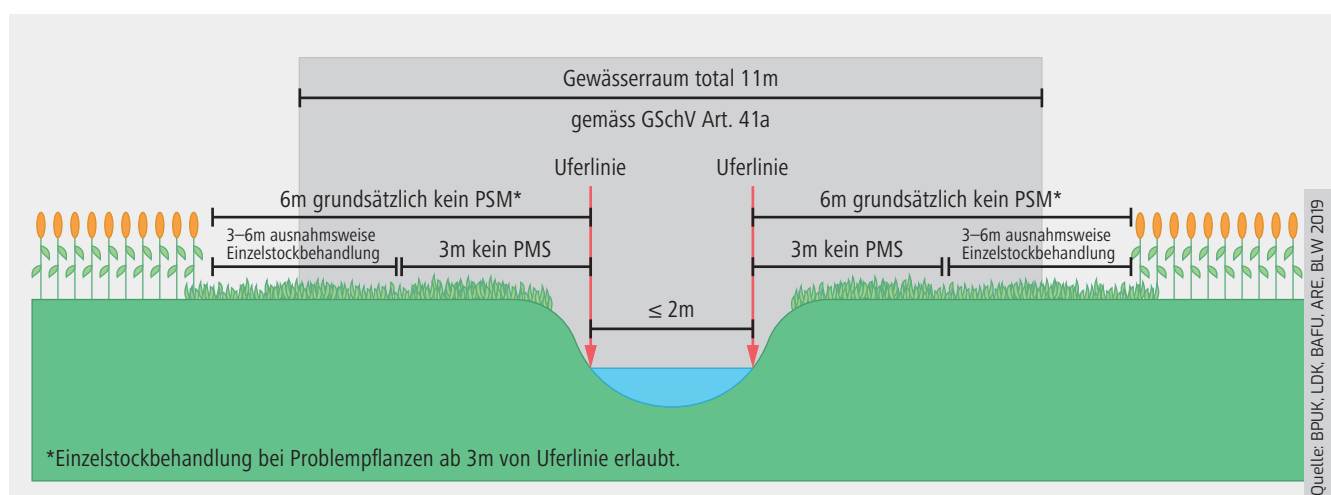


Abb. 1: Kleines Fließgewässer von 2 m Gerinnesohlenbreite mit ausgedehntem Gewässerraum und erforderlichem Mindestabstand für allfällige PSM-Einsätze

## Karst- und Kluftgebiete

In Karst- und oft auch in Kluftgebieten sind Eintritte ins Grundwasser besonders heikel. Hier fehlen schützende Bodenschichten, und das Wasser geht ungefiltert mit dem PSM direkt ins Grundwasser. Die in diesen Gebieten verbotenen PSM-Wirkstoffe sind ebenfalls in der oben genannten Liste des BLV aufgeführt. Betroffen sind vor allem die Gebiete im Jura (von Genf bis Schaffhausen) sowie in den Voralpen (vom Wallis bis nach Appenzell), aber z.B. auch im Südtessin.

## Pflanzenschutzmittelverordnung

In der Schweiz wird das Inverkehrbringen von PSM auf den Markt durch die Pflanzenschutzmittelverordnung (PSMV) geregelt. Die Verordnung legt beispielsweise fest, welche Anforderungen die Wirkstoffe und Produkte erfüllen müssen, damit sie zugelassen werden können. Unter anderem müssen sie für den vorgesehenen Zweck geeignet sein, d. h. sie müssen eine wirksame Bekämpfung des jeweiligen Schadorganismus ermöglichen und dürfen gleichzeitig keine unannehmbaren Nebenwirkungen auf Mensch, Tier und Umwelt haben.

- [www.blv.admin.ch](http://www.blv.admin.ch) > Zulassung Pflanzenschutzmittel  
> Zulassung und gezielte Überprüfung > Zulassungsverfahren

## Risikobewertung

Die Risikobewertung ist Teil des Zulassungsprozesses von PSM, um mögliche Auswirkungen auf die Menschen und die Umwelt zu erkennen und zu bewerten.

Aufgrund der Zulassungsbestimmungen unterliegen bestimmte Produkte verschiedenen Auflagen z. B. hinsichtlich der maximalen Wirkstoffmenge, der Anzahl an Behandlungen (Kennzeichnung SPe 1 auf der Etikette) oder dem erlaubten Anwendungsgebiet (z. B. nicht in Grundwasserschutzzone S2).

Auch nach ihrer Zulassung werden bestimmte PSM durch neue Forschungserkenntnisse immer wieder überprüft. Es kann sein, dass sie ihre Zulassung verlieren und zurückgezogen werden. Sie dürfen dann nicht mehr verwendet werden.

## Chemikalien-Risikoreduktions-Verordnung

Die Chemikalien-Risikoreduktions-Verordnung (ChemRRV) regelt den Umgang mit Chemikalien, einschliesslich PSM. In ihr ist auch festgeschrieben, dass berufliche Anwenderinnen und Anwender PSM nur mit einer entsprechenden Fachbewilligung ausbringen dürfen. Wichtig ist vor allem der Anhang 2.5. Hier werden die Verbote und Einschränkungen für die Anwendung von PSM detailliert beschrieben sowie die Ausnahmen von diesen Verboten.

So ist gemäss Anhang 2.5 ChemRRV die Verwendung von Herbiziden auf und an Strassen, Wegen, Plätzen, Kiesflächen sowie auf Dächern und Terrassen verboten. Auf versiegelten Flächen können PSM mit dem Regenwasser schnell abgewaschen und in die Kanalisation oder direkt in Gewässer geleitet werden. Wenn die Wege oder Flächen einen kiesig-sandigen Untergrund haben, weisen sie wenig biologisch aktive Böden und einen geringen Humusanteil auf und beherbergen wenig Bodenlebewesen. Solche Untergründe sind kaum in der Lage, PSM zu absorbieren oder abzubauen, wodurch diese praktisch ungefiltert ins Grundwasser versickern.

**Tab. 2: Einige Regelungen zum Einsatz von PSM in den verschiedenen Bereichen**

Zone, Bereich, Fläche	Verbot, Einschränkung
<b>Grundwasserschutzzonen und Gewässerschutzbereiche auf landwirtschaftlicher Fläche</b>	
Zone S1 von Grundwasserschutzzonen	► Einsatz von PSM verboten (Anhang 2.5 ChemRRV)
Zone S2 und Sh von Grundwasserschutzzonen	► Wirkstoffspezifisches Anwendungsverbot für bestimmte PSM (Art. 68 PSMV)
Zuströmbereich Zu, Zo	► Fallspezifische Einschränkungen / Verwendungsverbote des Kantons falls erforderlich (Anhang 2.5 ChemRRV; Anhang 4 GSchV)

Tab. 2: Einige Regelungen zum Einsatz von PSM in den verschiedenen Bereichen (Fortsetzung)

Zone, Bereich, Fläche	Verbot, Einschränkung
<b>Oberflächengewässer, Biotop, Naturschutzflächen, Wald, Siedlungs- und Erholungsgebiete</b>	
Oberirdische Gewässer und 3m breite Pufferstreifen entlang des Gewässers Im ÖLN gilt ein 6m breiter Pufferstreifen entlang von oberirdischen Gewässern (DZV)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Einsatz von PSM verboten (Anhang 2.5 ChemRRV)</li> <li>▶ Ausnahme für Einzelstockbehandlungen* ab dem vierten Meter möglich (Anhang 1 DZV)</li> </ul>
Nach Art. 41a oder 41b GSchV rechtskräftig ausgediehlener Gewässerraum	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Einsatz von PSM verboten</li> <li>▶ Ausnahme: Einzelstockbehandlungen* ab dem vierten Meter möglich (Art. 41c GSchV)</li> </ul>
Sicherheitsabstände und weitere Massnahmen zur Reduktion des Eintrags von PSM in Bezug auf Oberflächengewässer, Biotop und blühende Pflanzen in benachbarten Parzellen, Wohnflächen und öffentlichen Anlagen	▶ Produktspezifische Auflagen in Bezug auf die Umwelt (Sicherheitshinweise Spe 1 – Spe 8 gemäss Anhang 8 PSMV) und Weisungen BLV
Naturschutzgebiete nach nationalem und kantonalem Recht Riedgebiete, Moore	▶ Verbot, soweit die dazugehörigen Vorschriften nichts anderes bestimmen (Anhang 2.5 ChemRRV)
Hecken, Feldgehölze und in einem 3m breiten Streifen entlang dieser Objekte	▶ Einsatz von PSM verboten (Ausnahme Einzelstockbehandlung*) (Anhang 2.5 ChemRRV)
<b>Oberflächengewässer, Biotop, Naturschutzflächen, Wald, Siedlungs- und Erholungsgebiete</b>	
Bestockte Weiden und in einem 3m breiten Streifen entlang der Bestockung	▶ Einsatz von PSM verboten (Ausnahme Einzelstockbehandlung*) (Anhang 2.5 ChemRRV)
Im Wald und in einem Streifen von 3m Breite entlang der Bestockung	▶ Einsatz von PSM verboten, aber ggf. Ausnahmen für PSM, die für die Forstwirtschaft zugelassen sind und nur mit kantonaler Anwendungsbewilligung und Fachbewilligung Wald (Anhang 2.5 ChemRRV)
<b>Verkehrswege (auf und entlang von Strassen, Wegen, Plätzen, Gleisanlagen)</b>	
Auf und an Strassen, Wegen und Plätzen sowie auf Dächern und Terrassen	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Einsatz von Herbiziden verboten</li> <li>▶ (Ausnahme für Einzelstockbehandlungen* auf National- und Kantonsstrassen) (Anhang 2.5 ChemRRV)</li> </ul>
Böschungen und Grünstreifen entlang von Strassen und Gleisanlagen (ausserhalb der landwirtschaftlichen Nutzfläche)	▶ Einsatz von PSM verboten (Ausnahme für Einzelstockbehandlungen*) (Anhang 2.5 ChemRRV)
Auf und an Gleisanlagen in den Zonen S2 und Sh von Grundwasserschutzonen	▶ Einsatz von PSM verboten. In Einzelfällen und im Einvernehmen mit dem BAFU sind Ausnahmegewilligungen durch das BAV möglich (Anhang 2.5 ChemRRV)
Im ÖLN auf Flächen mit 2% Neigung zur Strasse hin, die an entwässerte Strassen und Wege angrenzen	▶ Beim Einsatz von PSM muss eine Abschwemm-Massnahme, die mind. 1 Punkt entspricht, eingehalten werden (DZV)
Auf und an Gleisanlagen ausserhalb der Zonen S1, S2 und Sh von Grundwasserschutzonen	▶ PSM-Einsatz gemäss der Richtlinie Chemische Vegetationskontrolle auf und an Gleisanlagen (BAV)

\* Einzelstockbehandlungen von Problempflanzen, sofern diese mit anderen Massnahmen, wie regelmässigem Mähen, nicht erfolgreich bekämpft werden können.



## Fachbewilligung für die Verwendung von Herbiziden in den Speziellen Bereichen

Um PSM beruflich und gewerblich verwenden zu dürfen, ist eine Fachbewilligung (FaBe) erforderlich. Die Fachbewilligung für die Speziellen Bereiche (FaBe SB) berechtigt ausschliesslich zum Ausbringen von Herbiziden (keine Insektizide, Fungizide und andere PSM) in Einzelstockbehandlung. Sie richtet sich an folgende Bereiche:

- ▶ Unterhaltsdienste von Bahn-, Strassen- und Militäranlagen
- ▶ Unterhaltsdienste von Gebäudeumgebungen
- ▶ Landwirtschaft

Privatpersonen, die PSM lediglich im privaten Rahmen verwenden, können keine Fachbewilligung erwerben und dürfen deshalb auch nur PSM kaufen und anwenden, die für eine private Verwendung zugelassen sind. Um für die berufliche und gewerbliche Verwendung zugelassene PSM zu erwerben, muss eine gültige Fachbewilligung vorgelegt werden.

Ab 2026 ausgestellte Fachbewilligungen gelten fünf Jahre und können durch den Besuch entsprechender Weiterbildungskurse verlängert werden. Die fortlaufende Weiterbildung ist entscheidend, da es beim Umgang mit PSM ständig Aktualisierungen gibt. Die Kurse werden von anerkannten Bildungsinstitutionen angeboten.

Inhaberinnen und Inhaber einer FaBe sind ausserdem berechtigt, andere Personen für die beruflich-gewerbliche Verwendung von PSM anzuleiten.

Jugendliche unter 18 Jahren dürfen keine für die berufliche und gewerbliche Verwendung zugelassenen PSM einsetzen. Ausgenommen sind Lernende, die dies gemäss Bildungsplan müssen und sofern dies für die Ausbildung notwendig ist. Da PSM Gesundheitsschäden hervorrufen können, gelten die berufliche und gewerbliche Anwendung und der Umgang mit PSM als Arbeit mit besonderen Gefahren. Eine korrekte Anleitung ist hier besonders wichtig (Jugendarbeitsschutz).

- Mehr Informationen dazu finden Sie im Kapitel «7. Anleiten anderer Personen bei der Anwendung von PSM» auf der Seite 88.

💡 PSM werden geprüft, um festzustellen, ob sie auch für die nichtberufliche Verwendung zugelassen werden können. Für die Hobby-Anwendung stehen Produkte zur Verfügung, die einfach dosierbar sind und geringere Risiken für die Umwelt sowie die Anwenderinnen und Anwender mit sich bringen. Private Anwenderinnen und Anwender verfügen in der Regel nicht über das nötige Fachwissen, die erforderlichen Einrichtungen oder die angemessene Ausrüstung für eine sichere und fachgerechte Anwendung von hochkonzentrierten PSM (z.B. Waschplätze, festes Schuhwerk, Schutzhandschuhe usw.). Im Gegensatz dazu erfordert die professionelle Verwendung von PSM je nach Produkt zusätzliche Schutzmassnahmen wie spezielle Masken und chemikalienbeständige Kleidung.

## Weitere Fachbewilligungen

Für die berufliche oder gewerbliche Verwendung von Pflanzenschutzmitteln im Acker-, Gemüse-, Obst- oder Weinbau ist eine Fachbewilligung Landwirtschaft erforderlich. Die Anwendung von PSM im Gartenbau, auf Sportrasen und Militäranlagen sowie in der Umgebung von Wohn-, Gewerbe-, Dienstleistungs-, Industrie- und öffentlichen Bauten erfordert eine Fachbewilligung Gartenbau. Neben Herbiziden dürfen mit diesen beiden Fachbewilligungen auch Insektizide, Fungizide und andere für die jeweilige Kultur zugelassene PSM ausgebracht werden. Wer in Forstbetrieben, forstlichen Pflanzgärten, Christbaumkulturen und auf Holzlagerplätzen beruflich oder gewerblich PSM ausbringen will, braucht eine Fachbewilligung Wald sowie in den meisten Fällen eine zusätzliche Anwendungsbewilligung der für den Vollzug der Waldgesetzgebung zuständigen kantonalen Fachstelle.

Es ist zu beachten, dass Weihnachtsbaumkulturen und Baumschulen ausserhalb des Waldes auch von Inhaberinnen und Inhabern einer Fachbewilligung L oder G behandelt werden dürfen.

Für die berufliche und gewerbliche Anwendung von Insektiziden gegen Schädlinge ausserhalb des Pflanzenschutzes (z.B. Gliederfüssler), Nagerbekämpfungsmitteln (Rodentiziden) oder Pflanzenschutzmitteln zum Schutz von Erntegütern im Auftrag Dritter muss eine separate Fachbewilligung «Allgemeine Schädlingsbekämpfung» erlangt werden.



### Richtlinie Chemische Vegetationskontrolle auf und an Gleisanlagen

Die Richtlinie «Chemische Vegetationskontrolle auf und an Gleisanlagen» des BAV legt die Rahmenbedingungen für die Verwendung von Herbiziden auf und an Gleisanlagen und Bahnbauwerken fest.

- [www.bav.admin.ch](http://www.bav.admin.ch) > Rechtliches > Weitere Rechtsgrundlagen und Vorschriften > Richtlinien > Chemische Vegetationskontrolle auf und an Gleisanlagen



### Wichtige Regelungen aus der Direktzahlungsverordnung

Die schweizerische Agrarpolitik zielt darauf ab, eine nachhaltige Nutzung der natürlichen Ressourcen zu unterstützen, eine tierfreundliche und klimaschonende Produktion zu fördern sowie die sichere Versorgung der Bevölkerung zu gewährleisten.

Die Reduktion von PSM in der Landwirtschaft erfolgt auf Ebene der Direktzahlungsverordnung (DZV) im Rahmen des ökologischen Leistungsnachweises (ÖLN). Hier wird zum Beispiel auch der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln in Sömmerungsgebieten und auf Biodiversitätsflächen genauer geregelt. Die Anforderungen werden in den Richtlinien der Koordinationsgruppe Tessin und Deutschschweiz (KIP) für die ganze Schweiz konkretisiert.

### Fachstellen und Beratung für PSM-Fragen

In der Schweiz gibt es verschiedene Fachstellen und Beratungsdienste, die vor allem Landwirtinnen und Landwirte in Bezug auf PSM und deren Einsatz unterstützen. Im Folgenden sind einige wichtige Anlaufstellen aufgeführt:

**Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen (BLV):** Führt das Pflanzenschutzmittelverzeichnis und stellt Weisungen und Merkblätter zur Reduktion der Risiken bei der PSM-Anwendung zur Verfügung.

- [www.psm.admin.ch](http://www.psm.admin.ch)
- [www.blv.admin.ch](http://www.blv.admin.ch) > Zulassung Pflanzenschutzmittel > Anwendung und Vollzug > Weisungen und Merkblätter

**Bundesamt für Umwelt (BAFU):** Hilfreiche Informationen zum PSM-Einsatz in verschiedenen Bereichen (z. B. Gemeinden) und zum Umgang mit dem Herbizidverbot auf Strassen, Wegen und Plätzen.

- [www.bafu.admin.ch](http://www.bafu.admin.ch) > Themen > Thema Chemikalien > Pflanzenschutzmittel

**Kantonale Pflanzenschutzdienste (KPSD):** In den einzelnen Kantonen gibt es landwirtschaftliche Beratungsdienste, die spezifische Informationen zu PSM-Richtlinien und bewährten Praktiken bieten. Diese Dienste stehen Landwirtinnen und Landwirten für persönliche Beratungen zur Verfügung.

- [www.agroscope.admin.ch](http://www.agroscope.admin.ch) > Themen > Pflanzenbau > Pflanzenschutz > Agroscope Pflanzenschutzdienst > Pflanzenschutzdienste

**Kantonale Chemikalienfachstellen (chemsuisse):** Die Vertreterinnen und Vertreter der kantonalen Fachstellen für Chemikalien in der Schweiz und Liechtenstein sind in der chemsuisse zusammengeschlossen. Sie erteilen Auskünfte zu produktrechtlichen Aspekten (Bewilligung, Kennzeichnung, Sicherheitsdatenblatt), Abgabevorschriften und zur Verwendung von PSM im Nichtkulturland.

- [www.chemsuisse.ch](http://www.chemsuisse.ch) > Merkblätter

**Agroscope** ist das Kompetenzzentrum für landwirtschaftliche Forschung in der Schweiz. Es führt Studien zu verschiedenen agrarwissenschaftlichen Themen, einschliesslich Pflanzenschutz, durch. Landwirtinnen und Landwirte können auf Forschungsergebnisse und Empfehlungen von Agroscope zugreifen.

- [www.agroscope.admin.ch](http://www.agroscope.admin.ch)

# 2

## Grundlagen der Ökologie

# 2. Grundlagen der Ökologie

## Das Ökosystem

### Einführung in die Ökologie

Die Beziehungen und Wechselwirkungen zwischen Lebewesen und der Umwelt werden im Fachgebiet der **Ökologie** untersucht. Natürliche Lebensräume beherbergen eine Vielzahl von Pflanzen, Tieren und Mikroorganismen. Welche Art wo auf der Welt vorkommt, hängt von unbelebten, sogenannten abiotischen Umweltfaktoren wie Temperatur, Feuchtigkeit, Licht und Beschaffenheit des Untergrunds ab. Neben den abiotischen Umweltfaktoren wird das Vorkommen einer Art auch von den übrigen im Lebensraum vorkommenden Arten und der Nahrungsgrundlage bestimmt. Grundkenntnisse über die Funktionsweise von Ökosystemen bilden die Basis eines nachhaltigen Pflanzenschutzes.

### Aufbau eines Ökosystems

Die Vernetzung der Lebewesen untereinander und mit ihrer nicht lebenden Umwelt wird als **Ökosystem** bezeichnet. Welche Dimension ein Ökosystem hat, ist von der Betrachtungsweise abhängig. So kann ein einzelner Gartenteich, ein See, ein Getreidefeld, ein Gemüsegeld, eine Hecke oder die ganze Erde als Ökosystem betrachtet werden.

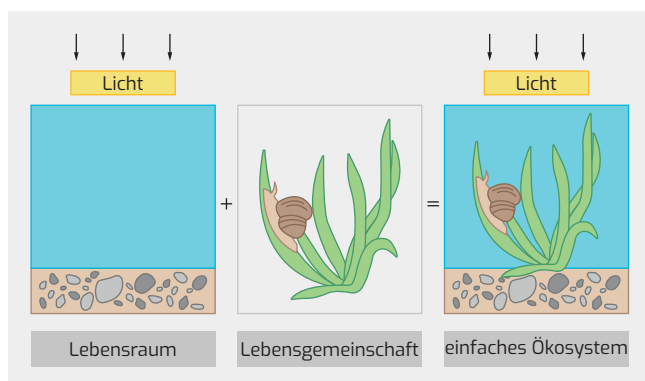


Abb. 2: Grundzüge eines Ökosystems dargestellt in Form eines einfachen Aquariums

Das Ökosystem Magerwiese zum Beispiel besteht unter anderem aus den folgenden Elementen und Beziehungen:

- ▶ **Lebensraum:** Boden, Sonne, Luft, Wasser, Steine, Holz etc.
- ▶ **Lebensgemeinschaft:** Pflanzen, Tiere, Pilze, Bakterien
- ▶ **Beziehungen** der Lebewesen untereinander
- ▶ **Beziehungen** der Lebewesen mit der Umwelt

### Nährstoffkreislauf und Energiefluss im Ökosystem

Um wachsen und existieren zu können, benötigen Lebewesen neben Wasser auch Nährstoffe und Energie. In fast allen Ökosystemen der Erde wird die gesamte Energie von der Sonne bereitgestellt. Grüne Pflanzen sind in der Lage, Sonnenenergie aufzunehmen und diese in Form von Traubenzucker und anderen Kohlenhydraten zu speichern (Fotosynthese). Diese Kohlenhydrate dienen als Energiequelle für alle Lebewesen, die selbst keine Fotosynthese betreiben können.

#### ☀️ Fotosynthese

Die Pflanze wandelt Kohlendioxid und Wasser zu Traubenzucker und Sauerstoff um. Voraussetzung dafür ist Blattgrün, das Chlorophyll. Um die chemische Energie des Traubenzuckers zu nutzen, bauen sowohl Pflanzen als auch alle anderen Lebewesen den Traubenzucker wieder zu Kohlendioxid und Wasser ab. Die freiwerdende Energie wird für den Erhalt des Stoffwechsels genutzt. Diese Rückreaktion der Fotosynthese wird **Zellatmung** genannt.

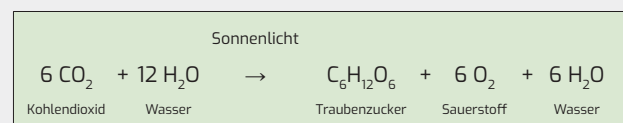


Abb. 3: Fotosyntheseformel

Grüne Pflanzen sind die Grundlage unserer Nahrungsketten. Sie produzieren im Ökosystem einen Grossteil der Biomasse und werden **Produzenten** genannt

Tiere, Pilze und die meisten Mikroorganismen können weder die Energie der Sonnenstrahlung noch Nährstoffe aus anorganischen Verbindungen nutzen. Sie sind auf die von den Pflanzen produzierte Biomasse angewiesen.

Tiere und andere Organismen, die sich direkt oder indirekt von Pflanzen ernähren, sind im Ökosystem die **Konsumenten**. Dabei werden **Pflanzenfresser** als **Konsumenten erster Ordnung** (Primärkonsumenten) und **Fleischfresser** als **Konsumenten zweiter und dritter Ordnung** (Sekundär- respektive Tertiärkonsumenten) bezeichnet. Konsumenten bauen die Nährstoffe aus Zucker, Fett und Eiweiss in ihren Organismus ein.

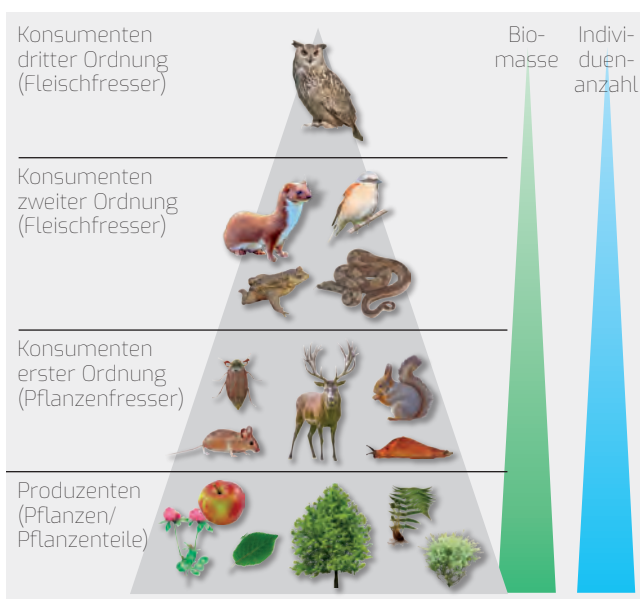


Abb. 4: Zusammenhang von Produzenten, Konsumenten, Biomasse und Individuenzahl

Spezialisierte Arten, die sogenannten Destruenten, zu denen vor allem Bakterien und Pilze gehören, ernähren sich von den Ausscheidungen der Tiere sowie von abgestorbenen Organismen. Sie zerkleinern die organische Substanz so lange, bis wieder anorganische Verbindungen entstehen. Diese können von den Pflanzen wiederum als Nährstoffe aufgenommen werden. Somit befinden sich die Nährstoffe in einem ständigen Kreislauf.

Bodenlebewesen bauen die tote Biomasse wiederum zu Pflanzennährstoffen ab. Sie sind im Nährstoffkreislauf die **Destruenten** oder **Zersetzer**.

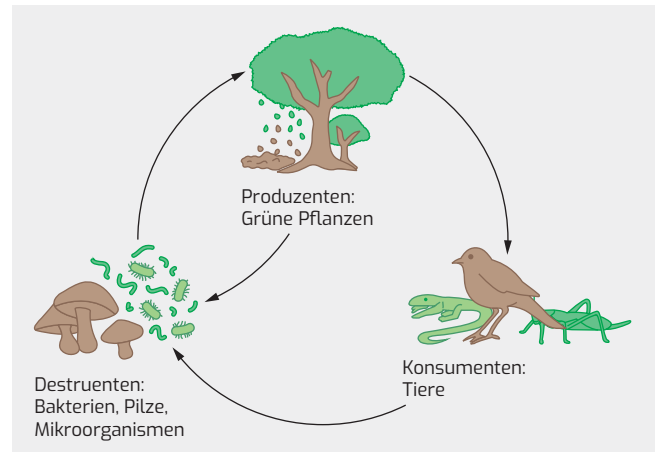


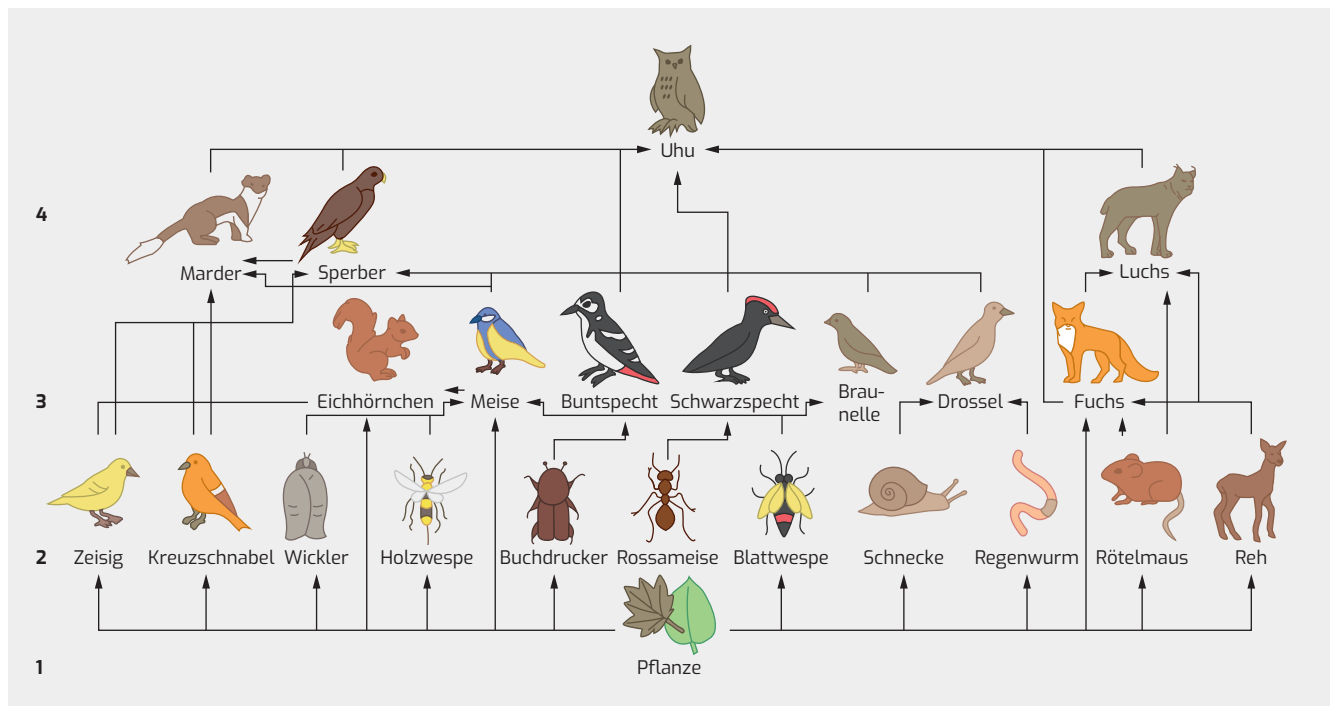
Abb. 5: Nährstoffkreislauf im Ökosystem Obstgarten

In einer Hecke ist beispielsweise die Buchspflanze der Produzent. Der Buchsbaumzünsler stellt einen potenziellen Konsumenten erster Ordnung dar und Rotschwänze oder Buchfinken sind mögliche Konsumenten zweiter Ordnung. Diese kleinen Tiere stellen die Nahrungsgrundlage für grössere Vögel wie Falken oder Elstern dar (Konsumenten dritter Ordnung). Sterben diese, werden sie von Destruenten wie Hornmilben, Nematoden (Fadenwürmer) und Pilzen zersetzt und zu neuen Nährstoffen umgewandelt.

Wird eine Pflanze verzehrt, werden etwa 10 % der Energie im Körper des Pflanzenfressers gespeichert. Der Rest der Energie wird für Stoffwechsel und Bewegung genutzt und schlussendlich als Abwärme an die Umwelt abgegeben. Von Pflanze zu Pflanzenfresser und von Pflanzenfresser zu Fleischfresser entweichen somit jeweils 90 % der Energie als nicht nutzbare Abwärme aus dem System. Damit ist der Energiefluss eine «Einbahnstrasse», und das Ökosystem ist auf eine konstante Energiequelle von aussen – spricht die Sonne – angewiesen.

## Nahrungsnetz

Nahrungsketten sind in allen Ökosystemen der Welt ähnlich aufgebaut. Sie stellen eine lineare Beziehung zwischen verschiedenen Organismen dar, wobei jeder Organismus die Nahrungsgrundlage eines anderen Organismus ist, mit Ausnahme des Organismus am Ende der Nahrungskette (siehe Abb. 6). Das Nahrungsnetz besteht aus verschiedenen miteinander verknüpften Nahrungsketten. Es handelt sich um ein komplexes Netz von Lebewesen, die voneinander abhängig sind. Von jeder Pflanzenart ernähren sich beispielsweise mehrere Tierarten, die ihrerseits einen oder mehrere Feinde haben. Ein Lebewesen kann in einem Ökosystem verschiedene Rollen einnehmen. Die Beziehungen zwischen allen Bewohnern eines Lebensraums sind so vielfältig und komplex, dass oft schwer abschätzbar ist, wie sich eine Veränderung auf das gesamte Öko-



**Abb. 6: Schema der vernetzten Nahrungskette des einheimischen Waldes: unterste Ebene der Nahrungskette (1), zweites Glied (2), drittes Glied (3) und am Ende der Kette die Raubtiere (4)**

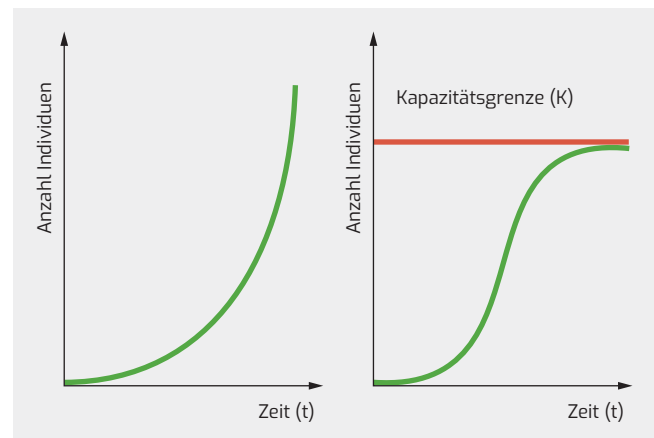
system auswirkt. Vom Aussterben einer Pflanzenart sind durchschnittlich zwölf andere Arten direkt betroffen. Aber auch das Aussterben eines Pflanzen- oder Fleischfressers verändert die Artenzusammensetzung im Ökosystem. Die Konstellation aus verschiedenen Pflanzen- und Tierarten erschafft ganz spezifische Lebensgemeinschaften, ohne deren Existenz spezialisierte Arten nicht überleben können.

### Populationsentwicklung

Alle Lebewesen, vom Einzeller bis zum Säugetier, bestehen aus Zellen und besitzen gemeinsame Eigenschaften: Sie haben einen Stoffwechsel, wachsen, pflanzen sich fort und sterben. Ein einzelnes Lebewesen bzw. dessen Körper wird Organismus oder Individuum genannt. Mehrere Individuen einer Art, die in einem bestimmten geografischen Gebiet leben und sich untereinander fortpflanzen, bilden eine Population. Innerhalb einer Population sind die Individuen näher miteinander verwandt als solche aus verschiedenen Populationen.

Das Wachstum einer Population wird von der Fortpflanzungsrate bestimmt. Wenn die Anzahl der Tiere von Generation zu Generation um denselben Faktor zunimmt, wird dies als exponentielles Wachstum bezeichnet (siehe Abb. 7). Bakterien, die einen neuen Lebensraum besiedeln, pflanzen sich durch Zellteilung sehr schnell fort. Somit verdoppelt sich die Anzahl der Bakterien von einer Generation zur nächsten. Werden aber Ressourcen wie Platz und Nah-

rung knapp, wird das Wachstum gebremst und die Größe der Population pendelt sich an der Kapazitätsgrenze ein.



**Abb. 7: Exponentielles Wachstum (links) und logistisches Wachstum mit natürlicher Begrenzung (rechts)**

Wie viele Individuen in einer Population leben, wird von der Geburten- und der Sterberate sowie der Zu- und Abwanderung reguliert. Gibt es genügend Platz und Nahrung, steigt die Geburtenrate und es wandern mehr Individuen aus anderen Populationen ein. Übersteigt die Anzahl der Individuen in einer Population die Kapazitätsgrenze, werden Krankheiten und Hunger begünstigt, es sterben mehr Tiere und die Abwanderung nimmt zu. In kleinen, isolierten Populationen nimmt die genetische Vielfalt ab, es kommt zu einer



Häufung von Erbkrankheiten. Damit eine Population über eine längere Zeit bestehen kann, muss sie eine gewisse Grösse haben. Zusätzlich muss die Zu- und Abwanderung von Tieren aus anderen Populationen gewährleistet sein. Eine grosse genetische Vielfalt ermöglicht darüber hinaus die Anpassung an sich ändernde Umweltbedingungen – zum Beispiel die Klimaerwärmung.

## Wechselwirkungen im Ökosystem

Alle Lebewesen stehen in Beziehung zueinander und in Beziehung mit ihrer Umwelt. Diese Wechselwirkungen sind von zentraler Bedeutung, da sie die Anpassungsfähigkeit und das Überleben der Arten beeinflussen. Die Wechselwirkungen manifestieren sich in vielfältigen Formen, sei es durch Nahrungsketten, Konkurrenz um Ressourcen oder gegenseitige Abhängigkeiten (siehe Symbiosen). Die Komplexität dieser Verflechtungen verdeutlicht, wie jede Art in einem Ökosystem einen einzigartigen Platz einnimmt, der in einem empfindlichen Gleichgewicht steht.

### Konkurrenz

Artgenossen, aber auch Individuen verschiedener Arten, die auf die gleichen Ressourcen angewiesen sind, stehen miteinander in Konkurrenz. Die verschiedenen Pflanzenarten sind grundsätzlich von den gleichen Ressourcen wie Licht, Wasser, Wärme und Nährstoffe abhängig. Ist eine Art deutlich stärker, das heisst besser an den spezifischen Lebensraum angepasst, kann sie die unterlegene Art verdrängen. Die schwächere Art kann durch Anpassung versuchen, die nötigen Ressourcen an einem anderen Ort oder zu einer anderen Zeit zu beziehen.

### Räuber-Beute-Beziehung

Räuber- und Beutepopulationen sind voneinander abhängig und beeinflussen sich gegenseitig in ihrer Grösse. Ein typisches Beispiel bilden Marienkäfer und Blattläuse: Die Marienkäfer-Population kann erst zunehmen, wenn genügend Blattläuse als Nahrung vorhanden sind. Sobald allerdings die Räuber überhandnehmen, bricht die Blattlaus-Population zusammen. Dies führt zum Rückgang der Marienkäfer, die nicht mehr genügend Nahrung finden. Durch das Fehlen der Räuber kann sich die Blattlaus-Population wieder erholen, der Zyklus beginnt von vorn. Über eine längere Zeit betrachtet, ergibt sich so ein konstanter Mittelwert der Populationsgrössen, der für die Beute immer grösser ist als für die Räuber. Nützlinge wie der Marienkäfer werden sich in einem Garten nur ansiedeln und vermehren, wenn genügend Beutetiere vorhanden sind.

☛ Als **Nützlinge** bezeichnen wir in erster Linie die natürlichen Feinde der Schädlinge: Insekten, Spinnen, Milben, Nematoden und Krankheitserreger. **Schädlinge** sind Organismen, welche die normale Entwicklung und Gesundheit der Nutzpflanzen beeinträchtigen.

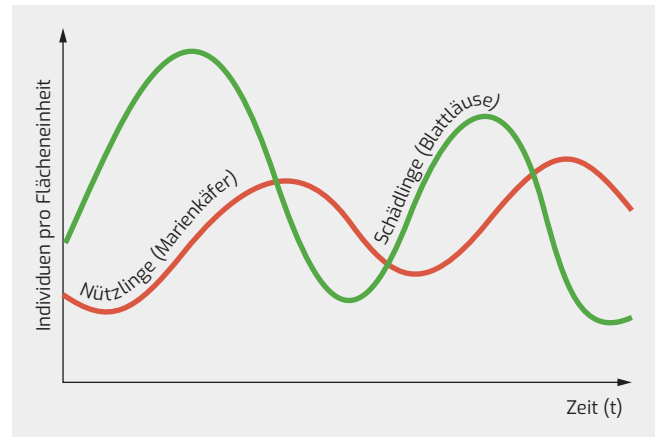


Abb. 8: Schematische Beziehung zwischen Räuber und Beute

### Parasitismus

Der Parasitismus ist eine Form des Zusammenlebens zweier Partner unterschiedlicher Art, bei der nur ein Partner profitiert. Der Parasit lebt in oder auf seinem Wirt und ernährt sich von dessen Organismus. Der Wirt wird dadurch zwar geschädigt, aber nicht getötet. Viele Schädlinge und Erreger von Pflanzenkrankheiten sind Parasiten. Beispiele dafür sind saugende Insekten wie Blattläuse oder pflanzenpathogene Pilze wie Rost- oder Mehltaupilze.

### Symbiosen

Auch bei einer Symbiose leben zwei Partner unterschiedlicher Art zusammen. Im Unterschied zum Parasitismus profitieren hier beide Partner voneinander. In der Pflanzenwelt sind zwei Symbionten von grosser Bedeutung: Mykorrhiza-Pilze und Knöllchenbakterien.

#### ☛ Mykorrhiza-Pilze und Knöllchenbakterien

Als Mykorrhizen wird eine Form der Symbiose zwischen Pilzen und Pflanzen bezeichnet, bei der ein Pilz mit dem Wurzelsystem einer Pflanze in Kontakt ist. Mykorrhiza-Pilze besiedeln den Wurzelraum von Nut- und Wildpflanzen. Dabei kommt es zu einem Stoffaustausch und das Pflanzenwachstum und die Pflanzengesundheit werden dadurch positiv beeinflusst.

Knöllchenbakterien sind häufig und weitverbreitet vorkommende Bodenbakterien. Ihre besondere Bedeutung liegt in ihrer Fähigkeit, mit Pflanzenwurzeln aus der Familie der Leguminosen (Hülsenfrüchtler) eine Symbiose einzugehen. Knöllchenbakterien besitzen die Fähigkeit, elementaren molekularen Luftstickstoff ( $N_2$ ) zu binden und für die Pflanzen verfügbar zu machen. Dies ist ihnen jedoch nur in der Symbiose mit Pflanzen möglich.

## Stoffkreisläufe

Die Kreisläufe des Kohlenstoffs (C) und des Sauerstoffs ( $O_2$ ) sind eng miteinander verknüpft (siehe Abb. 9). Auch Stickstoff (N) und Phosphor (P) befinden sich in einem natürlichen geschlossenen Stoffkreislauf und sind von Bedeutung, weil sie in der Biomasse in grösseren Mengen vorhanden sind.

### Kohlenstoff und Sauerstoff

Lebewesen und Atmosphäre tauschen ständig Kohlenstoff aus – u.a. während der Fotosynthese und bei der Zellatmung. Kohlendioxid ( $CO_2$ ) wird aber auch zwischen der Atmosphäre und den Ozeanen ausgetauscht. Durch die Nutzung, d. h. Verbrennung fossiler Brennstoffe wird gespeichertes  $CO_2$ , das in Erdöl, Erdgas und Kohle gebunden war, wieder frei und wirkt als Treibhausgas. Auch durch Brandrodungen verursacht der Mensch weitere  $CO_2$ -Emissionen, die zusätzlich zum Treibhauseffekt beitragen. Der Anstieg der Treibhausgase hat bereits eine messbare Erwärmung des globalen Klimas bewirkt. Die Folgen sind u. a. Hitze- und Trockenperioden, eine Häufung von Starkregenereignissen und stark abschmelzende Gletscher. Wärmere Temperaturen verschieben auch die Anbauggebiete für die landwirtschaftliche Produktion, haben Auswirkungen auf die Vitalität unserer Bäume, fördern die Verbreitung invasiver, gebietsfremder Schadinsekten und Neophyten.

➤ Mehr Informationen dazu finden Sie im Kapitel «5. Problempflanzen und deren direkte Bekämpfung» unter dem Titel «Invasive Neophyten» auf der Seite 63.

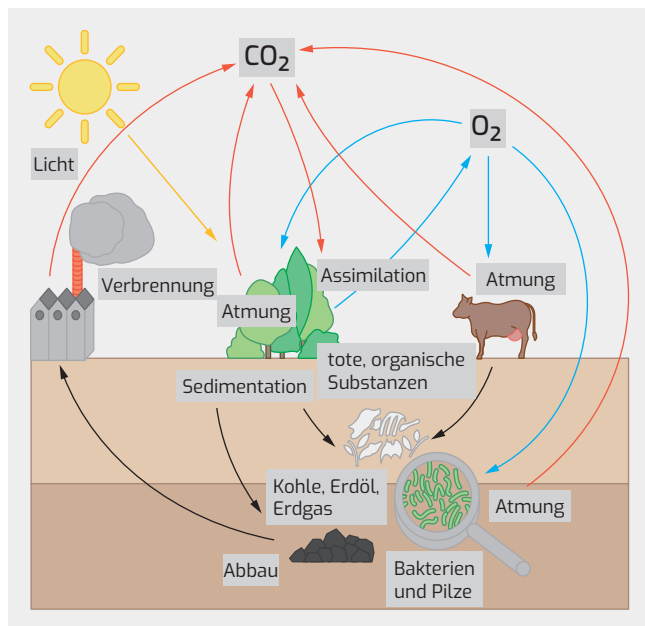


Abb. 9: Kreisläufe von Kohlenstoff und Sauerstoff

### Fachbegriffe

**Organismus:** Körper eines Lebewesens

**Anorganische Stoffe:** körperfremde Stoffe; chemische Verbindungen, die in der unbelebten Natur vorkommen, beispielsweise phosphathaltiges Gestein

**Organische Stoffe:** körpereigene Stoffe; chemische Verbindungen, die von Lebewesen hergestellt werden, beispielsweise von Pflanzen produzierter Traubenzucker

**Biomasse:** Masse sämtlicher Lebewesen (lebende und tote Körper bzw. Körperteile)

**Stickstoff** ist mit 78 % das häufigste Gas in der Atmosphäre. Pflanzen können diesen Luftstickstoff ( $N_2$ ) allerdings nicht nutzen, da die  $N_2$ -Bindung so stabil ist, dass sie diese Verbindung nicht spalten können. Sie sind für die Stickstoffaufnahme auf die Verbindungen Nitrat und Ammonium angewiesen.

Einige Mikroorganismen, Knöllchenbakterien und Cyanobakterien, sind in der Lage, Luftstickstoff zu binden und für die Pflanzen verfügbar zu machen.

Neben dem natürlichen elementaren Stickstoff befinden sich in der Luft auch Stickoxide – beispielsweise aus Verbrennungsmotoren von Fahrzeugen – und Ammoniak, welches in der Tierhaltung bei der Verbindung des Enzyms Urease im Kot mit dem Stickstoff im Harn (Harnstoff) entsteht. Diese Stoffe können vom Regen ausgewaschen werden und eine weiträumige Überdüngung von Ökosystemen bewirken. Das Stickoxid Lachgas ( $N_2O$ ) ist ein stark klimaschädliches Treibhausgas, welches u. a. in der Landwirtschaft, bei Verbrennungsprozessen und in der chemischen Industrie freigesetzt wird.

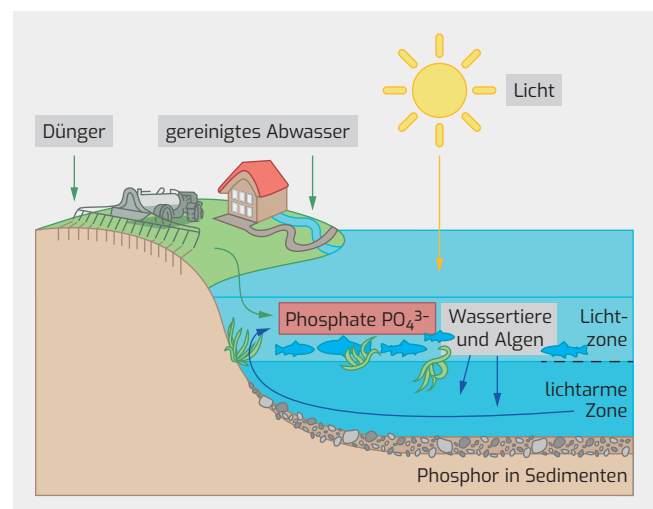


Abb. 10: Der Phosphorkreislauf in einem See

Durch das Ausbringen von Gülle und mineralischen Düngern können grössere Mengen von Nährstoffen wie Phosphor und Stickstoff in Oberflächengewässer gelangen (siehe Abb. 10). In der Folge kann es zum «Umkippen» (Eutrophierung) des Gewässers kommen: mehr Phosphor führt zu einer starken Vermehrung der Algen. Diese brauchen Sauerstoff, der dann den Fischen und anderen Wasserbewohnern fehlt und die dadurch absterben. Wenn die Algen nach einigen Tagen ebenfalls absterben, sinken sie auf den Grund des Sees, wo sie von Bakterien und anderen Organismen abgebaut werden. Der Stickstoff, der in den Algen gespeichert war, wird zu Ammonium abgebaut. Durch die Tätigkeit der Destruenten wird dem See viel Sauerstoff entzogen. Sobald der Sauerstoff aufgebraucht ist, wird Ammonium zu Giftstoffen wie Ammoniak umgewandelt. Fische, die bis dahin nicht durch den Sauerstoffmangel gestorben sind, werden vergiftet.

## Lebensraum Boden

Der Boden ist ein zentrales Element im Ökosystem. In ihm wachsen die Pflanzenwurzeln und er dient als Lebensraum für Bodenlebewesen sowie als Speicher von Wasser und Nährstoffen. Ohne Lebewesen würde allerdings kein Boden existieren. Am Anfang der Bodenbildung beginnt das Ausgangsgestein durch Regen, Eis, Wind und Temperaturwechsel zu verwittern. Dadurch werden Mineralien freigesetzt. Bakterien, Pilze und Flechten sowie erste Bodentiere beginnen die feinen Risse im Gestein zu besiedeln und abgestorbene Pionierpflanzen zu zerkleinern. Dadurch entsteht Humus, zersetztes organisches Material. Der mit fortschreitender Verwitterung und Zersetzung entstehende Boden besteht aus einem Gemisch aus unterschiedlich grossen mineralischen Teilchen (v.a. Sand, Schluff, Ton), lebenden und toten Organismen, Poren sowie Humus (siehe Abb. 11). Mit der Zeit bilden sich so die typischen Bodenhorizonte, wobei die Bodenbildung ein sehr langsamer Prozess ist. Für die Entstehung eines Millimeter Bodens braucht es zehn bis dreissig Jahre.

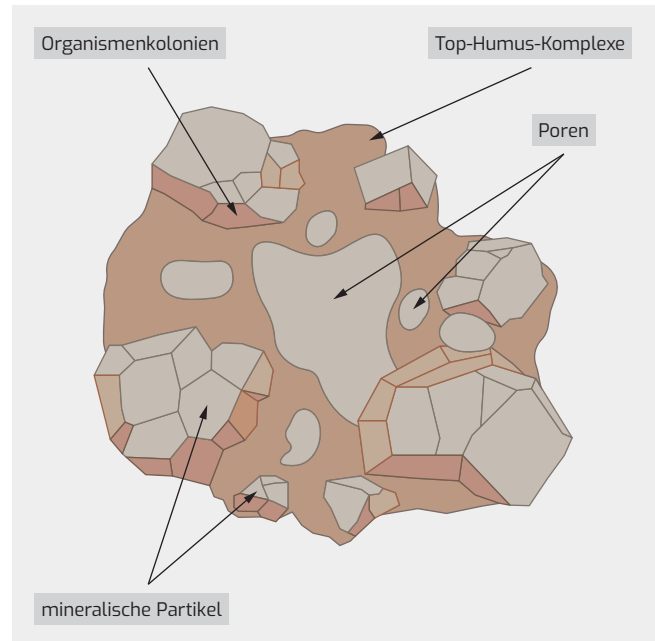


Abb. 11: Gefüge des Bodens

### Zersetzung von organischem Material

Organisches Material kann entweder vollständig zu mineralischen Nährstoffen abgebaut (Mineralisierung) oder zu Humus (Humifizierung) umgewandelt werden. Für die Humifizierung braucht es eine Vielzahl von Lebewesen. Beteiligt sind Bodentiere wie Springschwänze, Tausendfüssler und Asseln, verschiedene Bakterien sowie Pilze (siehe Abb. 12). Humus ist leicht mineralisierbar, das heisst, er kann von Mikroorganismen zu Kohlendioxid, Wasser und anorganischen Nährstoffen abgebaut werden.

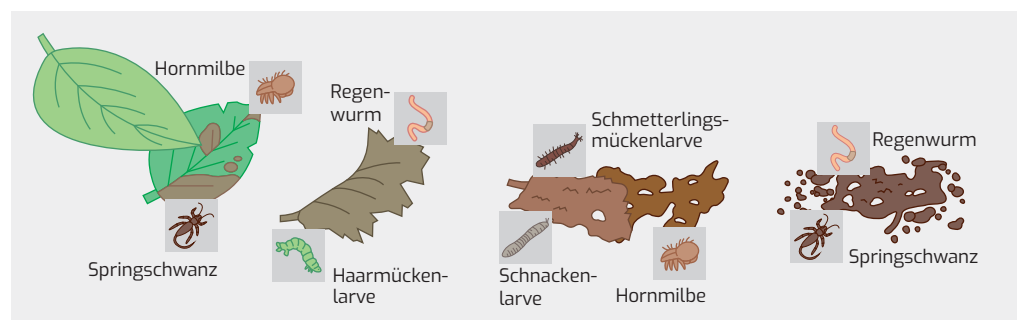


Abb. 12: Abbau von Pflanzenresten im Boden

Sogenannter Dauerhumus bildet mit mineralischen Bestandteilen Ton-Humus-Komplexe, die für die Bildung von Bodenkrümeln verantwortlich sind. Bodenkrümel sind essenziell für die Stabilität, die Luft- und Wasseraufnahmefähigkeit des Bodens sowie seine Kapazität, Nährstoffe zu speichern.

## Biodiversität

### Bedeutung und Nutzen der Biodiversität

Biodiversität – auch «biologische Vielfalt» genannt – ist ein Oberbegriff für die Fülle des auf der Erde existierenden Lebens.

Zur Biodiversität gehören die Artenvielfalt, die genetische Vielfalt sowie die Vielfalt der Ökosysteme.

Eine hohe biologische Vielfalt ist für uns Menschen zentral. Artenreiche Ökosysteme versorgen uns mit Nahrung und sauberem Trinkwasser und erfüllen grundlegende Funktionen wie Bodenfruchtbarkeit, Sauerstoffproduktion und Klimaregulation. Biodiversität ist nicht nur ein Anliegen der Öffentlichkeit, sondern liegt auch im Interesse der Landwirtinnen und Landwirte. In einem stabilen, artenreichen Ökosystem verändert sich die Zusammensetzung der Lebensgemeinschaft nur sehr langsam und die Lebewesen stehen in vielfältigen Beziehungen zueinander. Dadurch verringert sich das Risiko, dass sich eine Art übermässig vermehrt und die Nahrungsgrundlage übernutzt. Nützlinge können Schädlinge eher in Schach halten und das System ist weniger anfällig auf Wetterkapriolen und klimatische Veränderungen.

Ein Wald mit einem Reinbestand ist anfälliger auf Schädlinge und Krankheiten und fällt eher stürmischen Winden zum Opfer als ein Mischwald. Mit einer grossen Vielfalt an einheimischen Baumarten kann der Wald seine Funktionen am besten erfüllen. In einem sterilen, naturfernen Garten mit wenigen und teilweise exotischen Pflanzenarten sind nur vereinzelt Nützlinge vorhanden. Werden diese beispielsweise durch einen Pflanzenschutzmitteleinsatz dezimiert, können sich Schadorganismen ungehindert vermehren und schnell grössere Schäden anrichten.

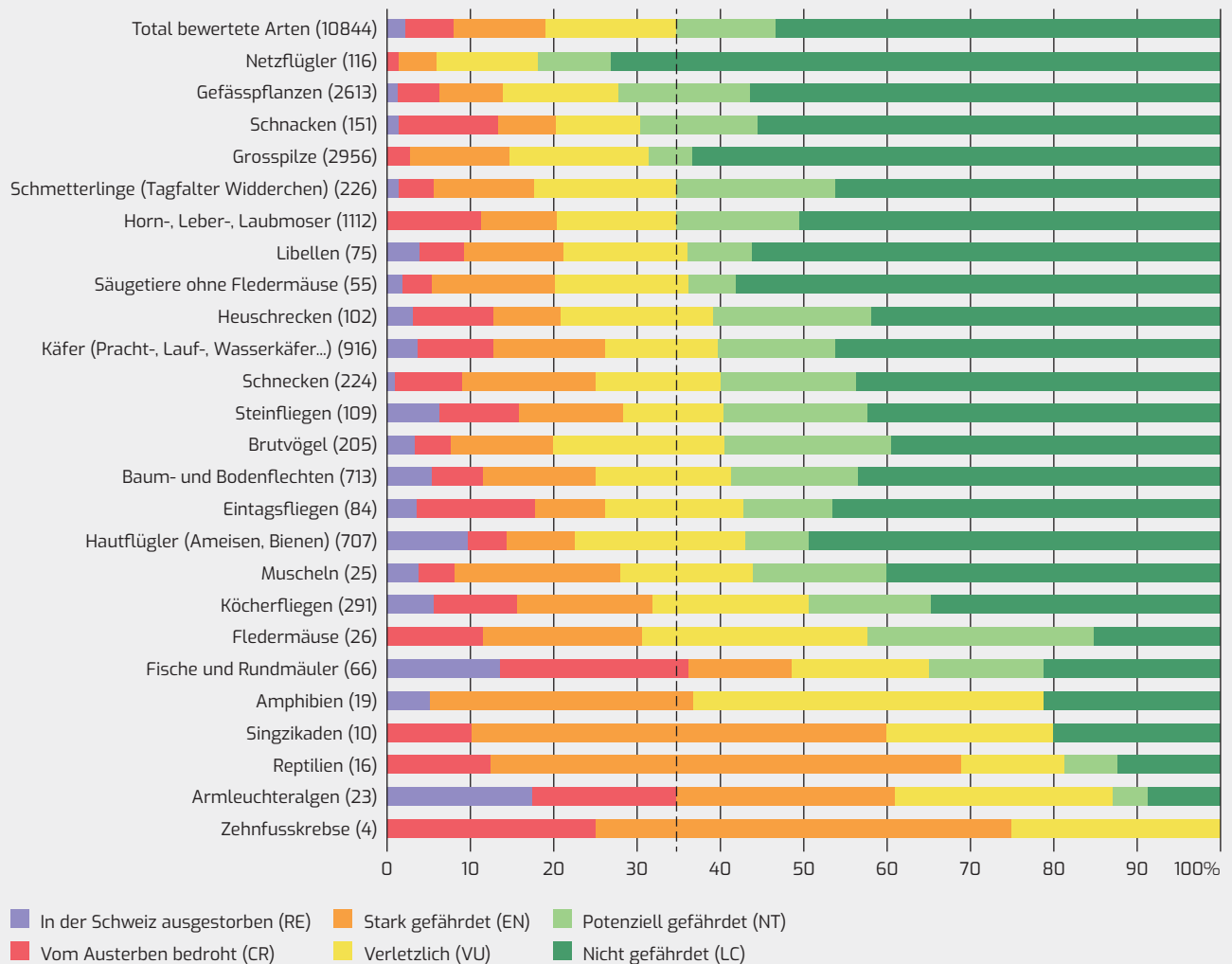
### Zustand der Biodiversität in der Schweiz

Die Schweiz bietet aufgrund ihrer Topografie eine grosse Anzahl unterschiedlicher Lebensräume auf kleiner Fläche. Dadurch ist auch die Artenvielfalt überdurchschnittlich hoch. Der steigende Platzbedarf für Wohnen, Verkehrsinfrastruktur, Industrie und Energiegewinnung sowie die zunehmende Intensivierung der Landwirtschaft haben im letzten Jahrhundert zu einem starken Rückgang der Biodiversität geführt (siehe Abb. 13). Neben dem Verlust natürlicher Lebensräume und der Umweltverschmutzung ist auch die Zerschneidung von Biotopen problematisch, weil dadurch die Vernetzung von Lebensräumen abnimmt. Dies hat zur Folge, dass die genetische Vielfalt reduziert wird, Erbkrankheiten häufiger auftreten und die Fähigkeit zur Anpassung an sich ändernde Umweltbedingungen sinkt. Das ist in Bezug auf den Klimawandel sehr problematisch.

**Tab. 3: Biodiversität: Vielfalt der Ökosysteme und Arten sowie genetische Vielfalt**

Die Vielfalt der Ökosysteme	Die Artenvielfalt	Die genetische Vielfalt
Ein Getreideacker, ein Auenwald, ein Bach oder ein Hochmoor sind verschiedene Ökosysteme.	Sie zeigt sich in der Anzahl an Pflanzen- und Tierarten und beinhaltet auch Kleinlebewesen wie Bakterien und Pilze.	Sie beschreibt die verschiedenen Rassen von Wild- und Nutztieren und Sorten von Kultur- und Wildpflanzen.
		

Von den 10'844 bewerteten Arten gelten 35% als gefährdet oder ausgestorben (vertikale Linie: Durchschnitt über alle).  
In Klammern: absolute Anzahl der bewerteten Arten.



Quelle: Gefährdete Arten und Lebensräume in der Schweiz, BAFU, 2023

**Abb. 13: Gefährdete Arten nach Kategorie**

💡 Negative Auswirkungen von Chemikalien, aber auch Schwermetallen und Mikroplastik sind nicht nur in der Schweiz ein Thema, sondern ein internationales Problem. Das wissenschaftliche Modell der Planetaren Grenzen (engl. planetary boundaries) zeigt, dass sowohl bei der Artenvielfalt wie auch beim Einbringen neuartiger Substanzen – wozu auch die PSM gehören – die ökologischen Grenzen überschritten werden. Dadurch wird die Stabilität der Ökosysteme der Erde gefährdet.

### Natur im Siedlungsraum und entlang von Verkehrsflächen

Gebäudeumgebungen, öffentliche Grünflächen, Strassenränder, Bahnböschungen und private Gärten haben bei geeigneter Gestaltung ein grosses Potenzial für biologische Vielfalt. Die kleinräumigen Strukturen, der Wechsel von schattigen und sonnigen Flächen und die unterschiedlichen Bodengegebenheiten führen dazu, dass viele Siedlungen eine höhere Tier- und Pflanzenvielfalt aufweisen als das umgebende Landwirtschaftsland.



Der ökologische Wert hängt u. a. von der Pflanzenwahl, der Vernetzung von Lebensräumen sowie dem Unterhalt ab. In den letzten Jahren hat sich in der Schweiz viel verändert: Die meisten Städte und viele Gemeinden setzen auf eine differenzierte Pflege, verzichten vermehrt auf den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln und begünstigen extensive Grünflächen. Naturnah gestaltete Gebäudeumgebungen werden von der Bevölkerung zunehmend geschätzt und tragen zur Lebensqualität bei.



Abb. 14: Naturnah gestalteter Spielplatz

Beispiele für ökologisch wertvolle Flächen im Siedlungsraum sind Blumenwiesen statt Einheitsrasengrün, Ruderalflächen, extensive Kreisel und Strassenbegleitflächen, mit einheimischen Strauchpflanzen gestaltete Hecken, grosse Parkbäume oder ausgedolte Bäche. Damit Wasser vermehrt versickern und verdunsten kann, spielen unversiegelte Bodenbeläge im Zusammenhang mit der Klimaerwärmung eine zunehmend wichtige Rolle. Ein grosses Potential für die Biodiversität und die Minderung von Hitzeinseln stellen auch begrünte Gebäudedächer und Fassaden dar.

Bahnanlagen und Strassen zerschneiden Lebensräume und bergen Risiken für Tiere. Ihre Böschungen bieten aber auch Chancen für seltene Arten. Gemäss Leistungsvereinbarungen zwischen dem Bundesamt für Verkehr und den Bahnunternehmen sollen die Bahnstrecken für die einheimische Tierwelt durchlässiger und die Böschungen ökologisch aufgewertet werden. Mit ihrer Längserstreckung weisen auch Strassenböschungen ein grosses Vernetzungspotential und wertvolle Lebensräume für Pflanzen und Tiere auf. Entscheidend sind eine angepasste, extensive Pflege und die Eindämmung von gebietsfremden Pflanzenarten, welche sich entlang von Verkehrswegen besonders rasch ausbreiten.

### Landwirtschaftliche Nutzflächen und biologische Vielfalt

Auch landwirtschaftlich genutzte Flächen können für die Biodiversität sehr wertvoll sein. Seit den grossflächigen Meliorationsarbeiten in den 1970er-Jahren, die mit einer zunehmenden Mechanisierung, dem Zusammenlegen von Flächen, Eindolten kleiner Gewässer und Entfernen von Hecken und Feldgehölzen einhergingen, ist heute ein gegenläufiger Trend sichtbar. Ackerrandstreifen werden extensiv bewirtschaftet, ökologische Ausgleichsflächen geschaffen, Hecken gepflanzt, Bachläufe renaturiert und Felder zunehmend biologisch bewirtschaftet. Neben Vernetzungselementen wie Säumen, Hochstammobstgärten, Kleingehölzen und Magerwiesen sind auch mineralische Strukturelemente wie Trockensteinmauern und Steinhäufen ökologisch wertvoll, weil sie Kleintieren und Nützlingen Unterschlupf bieten.



Abb. 15: Nicht mit Kulturpflanzen bewirtschafteter Ackerrandstreifen mit angrenzendem Hochstammobstgarten

**Beispiel:** Extensiv genutzte Wiesen, besonders solche auf mageren, gut besonnten Böden, gehören zu den artenreichsten Lebensräumen der Schweiz. Die Trockenheit, Nährstoffarmut, der späte Schnitzeitpunkt des ersten Aufwuchses und der Verzicht auf Düngung ermöglichen, dass eine grosse Anzahl von Pflanzenarten auf kleinstem Raum zusammenleben kann. Dieser Pflanzenreichtum ist wiederum die Grundlage für eine grosse Vielfalt an Tierarten. Um diese spezifische Artenvielfalt zu fördern, müssen extensive Wiesen sorgfältig bewirtschaftet werden. Zu den schonenden Massnahmen gehören u. a.:

- ▶ Später Schnitt des ersten Aufwuchses und lange Nutzungsintervalle zwischen zwei Schnitten → Bodenbrüter und viele Insekten können ihre Jungen aufziehen, spätblühende Pflanzen können versamen
- ▶ Grasinseln stehen lassen → Rückzugsorte für die Lebewesen schaffen
- ▶ Altgrasstreifen über den Winter stehen lassen → In Altgrasstreifen finden Tiere im Winter Deckung und Nahrung
- ▶ Messerbalkenschnitt und Verzicht auf Mähauflbereiter → Boden und Lebewesen werden besser geschont



# 3

## Pflanzenschutzmittel, Human- und Ökotoxikologie

# 3. Pflanzenschutzmittel, Human- und Ökotoxikologie

## Pflanzenschutzmittel

### Definition und Abgrenzung

Pestizide ist die Bezeichnung für Chemikalien und Mikro- und Makroorganismen, mit denen Schaderreger getötet oder im Wachstum oder der Vermehrung gehemmt werden. Pestizide werden in die Gruppen der Biozide und Pflanzenschutzmittel eingeteilt.

- ▶ **Biozide** sind Substanzen oder Gemische, die dem Schutz der menschlichen Gesundheit dienen und zur Haltbarmachung von Materialien (ohne pflanzliche Lebens- und Futtermittel) benutzt werden. Hierzu gehören zum Beispiel Desinfektionsmittel, Insektizide gegen Schaben oder Holzschutzmittel.
- ▶ Als **Pflanzenschutzmittel** (PSM) gelten alle Produkte, die zum Schutz der Kulturen vor Schadorganismen eingesetzt werden. Je nach Verwendungszweck wird hauptsächlich zwischen Herbiziden zur Bekämpfung der Konkurrenz durch Unkräuter, Insektiziden zur Bekämpfung von Schädlingen und Fungiziden zur Bekämpfung von Krankheiten unterschieden. Zu den Pflanzenschutzmitteln gehören natürliche und synthetische Wirkstoffe, aber auch Organismen wie räuberische Insekten oder pilzliche Antagonisten. Somit gehören auch im Biolandbau zugelassene Produkte zu den Pflanzenschutzmitteln.

### Zulassung von Pflanzenschutzmitteln

PSM sind folglich eine Gruppe innerhalb der Pestizide. Pflanzenschutzmittel dürfen in der Schweiz nur in Verkehr gebracht und verwendet werden, wenn sie zugelassen sind. Im Rahmen des Zulassungsverfahrens werden Pflanzenschutzmittel anhand detailliert festgelegter Prüfkriterien beurteilt. Sie dürfen nur dann zugelassen werden, wenn sie eine Wirkung auf den Schaderreger haben und wenn sie keine unannehmbaren Nebenwirkungen auf Menschen, Tier und Umwelt haben. Die hierfür festgelegten Anwendungsbedingungen sind ein zentraler Bestandteil der Zulassung. Wichtig: Es dürfen nur in der Schweiz bewilligte PSM eingesetzt werden.

Die bewilligten PSM werden im Online-Pflanzenschutzmittelverzeichnis des Bundesamtes für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen (BLV) aufgelistet (siehe Abb. 16).

➤ Pflanzenschutzmittelverzeichnis: [www.psm.admin.ch](http://www.psm.admin.ch)

Das Verzeichnis enthält Angaben

- ▶ zur zugelassenen Anwendung
- ▶ zu Anwendungseinschränkungen
- ▶ zu Aufwandmengen
- ▶ zur Gefahrenkennzeichnung inkl. Hinweisen für eine sichere Verwendung
- ▶ zu Anwendungsaufgaben
- ▶ zur W-Nummer (Zulassungsnummer)
- ▶ zur BewilligungsinhaberIn
- ▶ zum Wirkstoff mit Gehaltsangabe

Allenfalls geltende **Ausverkaufs- und Verwendungsfristen**, wenn das Produkt vom Markt zurückgezogen wird, sind ebenfalls im BLV-Verzeichnis aufgeführt.

### Zulassung und Umweltrisiken

Vor der Zulassung werden für jedes PSM die Umweltrisiken nach dem aktuellen Stand von Wissenschaft und Technik geprüft (siehe Abb. 17). Nachteilige Auswirkungen auf die Umwelt – und diese gibt es immer – werden bei der Zulassung akzeptiert, wenn sie als vertretbar eingestuft werden. Die Anwendungsbedingungen wie Aufwandmenge, Anzahl der Behandlungen usw. sind ein zentraler Bestandteil der Zulassung. Wird die Gebrauchsanleitung des PSM nicht genau befolgt, erhöht sich das Risiko für potenzielle Nebenwirkungen.

Bei der Beurteilung des Risikos im Zulassungsverfahren werden die erwarteten Konzentrationen dieser Wirkstoffe und ihrer Metaboliten (Umwandlungsprodukte) modelliert, um sicherzustellen, dass sie die Qualitätskriterien für Trinkwasser nicht überschreiten. Wenn eine Überschreitung der Grenzwerte nicht ausgeschlossen werden kann, werden Massnahmen zur Verringerung des Kontaminationsrisikos ergriffen, z.B. ein Verbot der Verwendung in Gewässerschutzzonen S2 oder eine Beschränkung der Verwendung jedes 2. oder 3. Jahr (Satz SPe 1).

➤ Mehr Informationen dazu finden Sie im Kapitel «1. Rechtliche Grundlagen» unter dem Titel «Pflanzenschutzmittelverordnung» auf der Seite 13.

[Zulassung Pflanzenschutzmittel BLV](#)

**Pflanzenschutzmittelverzeichnis**

Produkte

Wirkstoffe

Produktkategorien

Kulturen

Schaderreger

Anwendungsgebiete

Firmenadressen

Standardsuche

# Handelsbezeichnung: Simplex

Pflanzenschutzmittelverzeichnis (Stand: 17.12.2024)

<p><b>Produktkategorie:</b></p> <p>Herbizid</p> <p><b>Stoff(e):</b></p> <p>Wirkstoff: Fluroxypyr</p> <p>Wirkstoff: Aminopyralid</p> <p>Beistoffe, zusätzlich zu deklarieren: Solvent Naphtha</p> <p>Beistoffe, zusätzlich zu deklarieren: dodecanol, ethoxylated, monoether with sulfuric acid, ammonium salt</p> <p>Beistoffe, zusätzlich zu deklarieren: 2-methylpentane-2,4-diol</p>	<p><b>Bewilligungsinhaber:</b></p> <p>Corteva Agriscience International Sàrl</p> <p><b>Gehalt:</b></p> <p>9.8 % 100 g/l</p> <p>[als Fluroxypyr-meptyl (145 g/L, 14.2%)]</p> <p>2.96 % 30.1 g/l</p>	<p><b>Eidg. Zulassungsnummer:</b></p> <p>W-7433</p> <p><b>Formulierungscodes:</b></p> <p>ME Mikroemulsion</p>
---	--	---

**Anwendungen**

A	Kultur	Schaderreger/Wirkung	Dosierungshinweise	Auflagen
F	Wiesen und Weiden	Brombeersträucher Giftige Kreuzkräuter (Senecio spp.) Japanischer Knöterich Mehrjährige Disteln	Konzentration: 1 % Wartezeit: 3 Woche(n) Anwendung: Mit Rückenspritze.	1, 2, 3, 4, 5

**Abb. 16: Pflanzenschutzmittelverzeichnis mit dem Produktbeispiel Simplex**

Natur lässt sich schwer nachbauen

Standard-Zulassungsprüfungen betrachten nur einen Ausschnitt möglicher Pestizideffekte auf die Umwelt.

- ✓ Wird geprüft
- ✗ Wird nicht geprüft

Vereinfachte Test-Umwelt

- ✓ Wirkung einzelner Pestizide
- ✓ Auswirkungen auf wenige Arten

Komplexe echte Umwelt

- ✗ Wirkungen von Pestizid-Gemischen
- ✗ Wirkungen auf Nahrungsnetze & Ökosysteme

**Abb. 17:** Im Rahmen des Zulassungsverfahrens für PSM können die Auswirkungen auf einzelne Tierarten in Laboren nachgestellt werden. Die Wirkungen innerhalb der freien Natur sind schwieriger zu bewerten.

#### Einschränkungen und Rückzug von Bewilligungen

Zulassungen von PSM können in folgenden Fällen angepasst, eingeschränkt oder zurückgezogen werden:

- ▶ auf Anfrage der Bewilligungsinhaberin
- ▶ wenn aufgrund neuer Erkenntnisse ein Wirkstoff aus der Liste der genehmigten Wirkstoffe (Anhang 1 Pflanzenschutzmittelverordnung) gestrichen wurde
- ▶ als Ergebnis der gezielten Überprüfung der PSM

Produkte, die zurückgezogen wurden oder bei denen die Bewilligung ausgelaufen ist, erhalten im Normalfall eine Ausverkaufsfrist von 1 Jahr. Das heisst, sie dürfen während dieser Zeit noch durch den Handel verkauft werden. Die Aufbrauchsfrist (im Normalfall 1 Jahr nach der Ausverkaufsfrist) legt fest, wie lange das Produkt noch verwendet werden darf. Diese Fristen können aber auch kürzer ausfallen, weshalb das Pflanzenschutzmittelverzeichnis des BLV regelmässig konsultiert werden muss.

Anwenderinnen und Anwender dürfen keine Pflanzenschutzmittel verwenden, deren Aufbrauchsfrist abgelaufen ist. Produkte, deren Bewilligung abgelaufen ist oder die von der Parallelimportliste (gleichartige, im Ausland zugelassene PSM können über den Parallelimport in der Schweiz in Verkehr gebracht werden) zurückgezogen wurden, werden bis zum Ablauf der Frist, innerhalb derer ihre Anwendung noch erlaubt ist, im PSM-Verzeichnis geführt. Die Ausverkaufs- und Aufbrauchsfristen werden in der Detailansicht der jeweiligen Produkte angezeigt. Das BLV führt eine Liste über die zurückgezogenen PSM.

➔ [www.blv.admin.ch](http://www.blv.admin.ch) > Zulassung Pflanzenschutzmittel > Anwendung und Vollzug > Zurückgezogene PSM

💡 Die Vereinigung Schweizer Stadtgärtnereien und Gartenbauämter VSSG stellt ihren Mitgliedern ein Instrument zur Verfügung, mit dem die Wirkstoffe der am häufigsten eingesetzten PSM hinsichtlich ihrer Einflüsse auf Wasser, Boden und Nichtzielorganismen bewertet werden. In diesem Anwendungstool «BEP» (Bewertung und Erfassung von Pflanzenschutzmitteln) können die Betriebe ihre PSM-Verbrauchsdaten erfassen und bekommen daraufhin eine PSM-Etikette generiert, die ähnlich aufgebaut ist wie die Energieetikette. Die Nutzung des Tools ist gebührenpflichtig.

➔ [www.vssg.ch](http://www.vssg.ch) > Arbeitsgruppen > Nachhaltigkeit und Ökologie

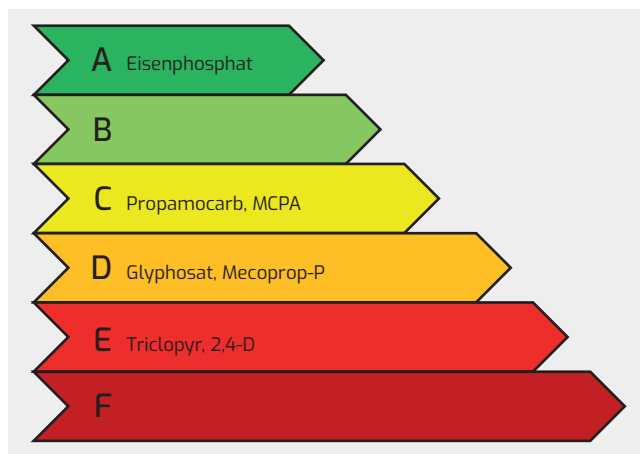


Abb. 18: Einstufung der Pflanzenschutzmittel gemäss Anwendungstool BEP

#### Herbizide

In diesem Lehrmittel wird weder auf Insektizide noch auf Fungizide eingegangen, weil die Fachbewilligung in den Speziellen Bereichen ausschliesslich zur Einzelstockanwendung von Herbiziden berechtigt.

Herbizide umfassen sowohl klassische chemische Mittel als auch biologische Mittel. Die klassischen chemisch-synthetischen Mittel werden in der Regel industriell hergestellt und basieren auf synthetischen chemischen Verbindungen. Biologische Mittel können entweder natürlichen Ursprungs oder synthetisch hergestellt sein.

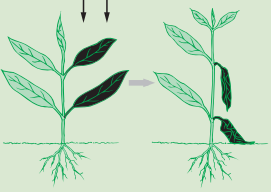
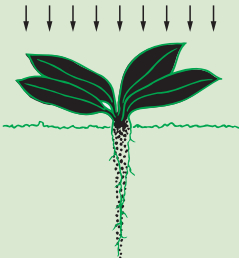
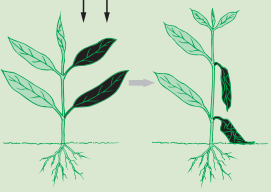
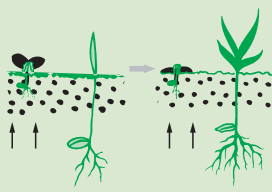
#### Total- und Selektivherbizide

Totalherbizide schädigen alle Pflanzen. Selektivherbizide werden von einzelnen Pflanzenarten unter bestimmten Voraussetzungen vertragen. Manchmal entscheidet jedoch nur die ausgebrachte Menge darüber, ob die Behandlung mit einem Herbizid selektiv auf gewisse Pflanzen oder total wirkt.

Je nach Wirkstoff nimmt die Pflanze das Herbizid über ihre Blätter und/oder ihre Wurzeln auf. Für Einzelstockbehandlungen sind Wuchsstoffherbizide und Kombinierte Herbizide erhältlich. Die Herbizide werden nach ihren Aufnahmewegen unterschieden (siehe Tab. 4 auf Seite 31)

**Tab. 4: Einteilung der Herbizide nach ihrer Wirkungs- und Anwendungsweise**

Achtung: Bodenapplikationen sind mit der Fachbewilligung Spezielle Bereiche nicht erlaubt. Gewisse hier aufgeführte Wirkstoffe (u. a. Pyridate, Aclonifen) sind nur im Feld- und Gemüsebau zugelassen.

1	Blattapplikation		Bodenapplikation	Blatt-, Bodenapplikation
2	Aufnahme via Blatt = Blattherbizide		Aufnahme via Wurzel oder Spross	Aufnahme via Blatt und Wurzel/Spross
3	ohne Transport in der Pflanze	mit Transport in der Pflanze	zurzeit alle mit Transport	mit Transport in der Pflanze
4	= nichttranslokale Blattherbizide	= translokale Blattherbizide	= bodenapplizierte Herbizide	(im Nachauflauf eingesetzt)
5	«Kontaktherbizid» (z.B. Wirkstoff Pyridate)	«Wuchsstoffherbizid» (z.B. Wirkstoffe Clopyralid, 2,4-D, Glyphosat)	«Bodenherbizid» (z.B. Wirkstoff Aclonifen)	«Kombinierte» Herbizide» (z.B. Wirkstoffe Metsulfuron, Triclopyr)
				
				

Legende: 1) Applikationsort, 2) Aufnahmeweg, 3) Verfrachtung in der Pflanze, 4) Gruppenzuteilung, 5) Bezeichnung in der Praxis

#### Blattherbizide ohne Transport in der Pflanze (Kontaktherbizide)

Diese dringen ausschliesslich oder vorwiegend über das Blatt ein und werden in der Pflanze nicht weitertransportiert. Sie schädigen nahe der Stelle ihres Eindringens, wo die Spritzbrühe in Kontakt mit der Pflanzenoberfläche kommt, daher der Begriff «Kontaktherbizid». Sie bewirken eine Störung der Atmung, Photosynthese und anderer Stoffwechselvorgänge. Für eine gute Wirkung sind Wärme und Licht nötig.

#### Blattherbizide mit Transport in der Pflanze (Systemische oder Wuchsstoffherbizide)

Die Aufnahme erfolgt über das Blatt, es kommt zu einer Verteilung in der Pflanze. Der Weitertransport vollzieht sich hauptsächlich mit dem Saftstrom (Assimilationsstrom/Phloem). Für eine gute Wirkung ist wüchsiges Wetter nötig (Stofftransport aus den Blättern). Alte Blattherbizide mit Transport, z.B. 2,4-D, regen die Zellteilung und Zelldifferenzierung an. Damit ist der ursprüngliche Begriff «Wuchsstoffe» nachvollziehbar, weil sich die Pflanzen wortwörtlich «zu Tode wachsen». Andere Blattherbizide hemmen die Photosynthese, den Eiweissstoffwechsel oder greifen an anderen Stellen der Pflanzen an.

#### Wurzelherbizide mit Transport (Bodenherbizide)

Diese werden auf den Boden ausgebracht und bleiben während einiger Zeit wirksam (Residualherbizid; Residuum = Rückstand). Die Aufnahme erfolgt über Wurzeln, Spross oder andere unterirdische Organe, der Transport vollzieht sich meist im aufsteigenden Saftstrom (Xylem). Aufnehmbar ist nur der im Bodenwasser gelöste Wirkstoff, ein Teil des Wirkstoffes wird von den Bodenteilchen adsorbiert (gebunden).

#### Blatt- und Wurzelherbizide mit Translokation («Kombinierte» Herbizide)

Eine ganze Reihe von Herbiziden werden sowohl von oberirdischen (Blätter, Stängel) wie auch von unterirdischen Organen (Wurzeln, Spross) aufgenommen, so z. B. die Herbizide aus der Gruppe der Sulfonylharnstoffe. Sie hemmen zum Beispiel die Synthese lebenswichtiger Aminosäuren, was zu einem Wachstumsstillstand und schliesslich zum Absterben der Pflanze führt.

#### Zusatzstoffe (Beistoffe, Adjuvantien)

In gewissen Fällen können Zusatzstoffe die Wirkung von PSM deutlich verbessern, z. B. indem sie die Aufnahme ins Blatt optimieren oder Drift verringern. Netz- und Haftmittel können die Benetzung und Haftung auf der Zielfläche verbessern. Zusatzstoffe sind oftmals bereits im Produkt enthalten und können umweltschädlicher sein als der Wirkstoff selbst. Auf der Etikette sind die Zusatzstoffe meist nicht ersichtlich.

## Humantoxikologie

#### Grundsätzliches zur Toxikologie

Die Toxikologie ist die Lehre von den Giften und ihren Wirkungen auf den menschlichen Organismus und die Umwelt. Als Gift im weitesten Sinn wird jede Substanz bezeichnet, die eine schädliche Wirkung auf Lebewesen hat. Im Zentrum der Humantoxikologie liegt der Schutz und die Erhaltung der menschlichen Gesundheit. Die Giftigkeit eines Produkts für den Menschen ist kein Massstab für seine Umweltverträglichkeit. Es gibt Wirkstoffe, die als vergleichsweise schwach giftig für den Mensch eingestuft sind, jedoch in der Umwelt erheblichen Schaden anrichten können. Umgekehrt gibt es Wirkstoffe, die stark gesundheitsgefährdend sind, aber wenig Wirkung in der Umwelt zeigen.

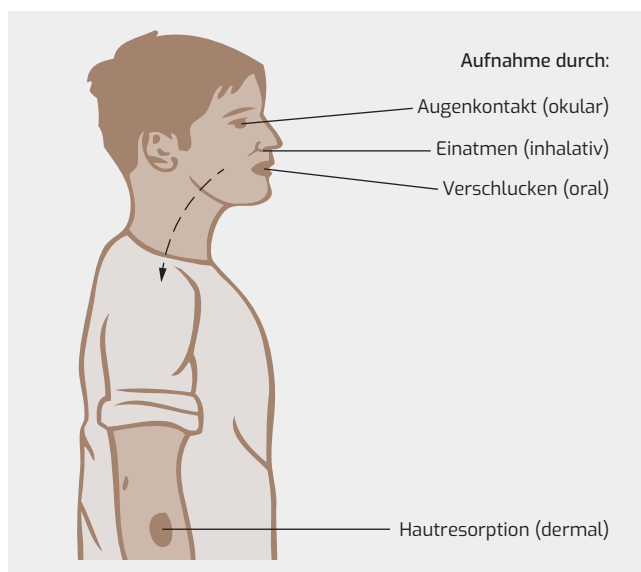
#### Aufnahmewege von Pflanzenschutzmitteln in den menschlichen Körper

Pflanzenschutzmittel können über folgende Wege in den menschlichen Körper gelangen:

- ▶ durch die Haut (dermal)
- ▶ durch Einatmen (inhalativ)
- ▶ durch Verschlucken (oral)
- ▶ durch Augenkontakt (okular)

##### Haut schützen

Die Haut ist mit Abstand der wichtigste Aufnahmeweg von Giften. Gelangen bei der beruflichen Anwendung PSM in den menschlichen Körper, dann geschieht dies zu 90 Prozent über die Haut. Die Aufnahme über die Atemwege ist dagegen vergleichsweise gering.



**Abb. 19: Mögliche Aufnahmewege von PSM in den menschlichen Körper**

#### Akute und chronische Wirkungen

##### Akute Wirkung

Wenn ein Stoff sofort nach dem Kontakt zu einer Schädigung führt, handelt es sich um eine akute Wirkung (z. B. Verätzungen). In diesem Fall sind sofort eingeleitete Erste-Hilfe-Massnahmen von entscheidender Bedeutung.

##### Chronische Wirkung

Wenn eine Person anhaltend oder wiederholt mit einer chemischen Substanz in Kontakt kommt und langfristige Schädigungen (z. B. Krebs) davonträgt, handelt es sich um eine chronische Wirkung. Auch geringe Giftmengen (geringer als bei einer akuten Wirkung), über einen langen Zeitraum aufgenommen, können zu Schädigungen führen. Eine solche Vergiftung wird nicht sofort, sondern erst nach Jahren bemerkt.

Die Haut ist mit zwei Quadratmetern das grösste Organ des Menschen. Es überrascht daher nicht, dass PSM am häufigsten über die Haut in den menschlichen Körper gelangen. Die aufgenommene Menge hängt zudem auch von der Intensität und Dauer sowie der Häufigkeit der Exposition ab.



## Kennzeichnung und Informationen auf Pflanzenschutzmitteln

### Risiko und Exposition

Chemikalien, einschliesslich PSM, sind potenziell gefährlich, da sie schädliche Auswirkungen auf Organismen haben können. Beispiele für solche Gefahren sind Hautirritationen, Verätzungen, Allergien und eine Vielzahl weiterer Wirkungen, die Krankheitssymptome oder Erkrankungen hervorrufen können. Der berühmte Arzt Paracelsus (1493-1541) definierte den Begriff «Gift» folgendermassen: «Alle Dinge sind Gift und nichts ist ohne Gift, allein die Dosis macht, dass ein Ding kein Gift sei.» Eine gefährliche Chemikalie bedeutet nicht zwingend ein Gesundheitsrisiko. Was Paracelsus für Arzneien postulierte, gilt auch für Stoffe. Diese können einen Organismus nur schädigen, wenn zwei Voraussetzungen erfüllt sind: Erstens muss die Chemikalie gefährlich sein, und zweitens muss der Organismus mit ihr in Kontakt kommen (Exposition = Unmittelbares Ausgesetztsein gegenüber gefährdenden Bedingungen/Stoffen).

$$\text{Risiko} = \text{Gefahr} \times \text{Exposition}$$

Risiken können minimiert werden, wenn die Exposition verhindert oder begrenzt wird. Deshalb müssen Anwenderinnen und Anwender die Etiketten sorgfältig lesen, verstehen und befolgen, um sicherzustellen, dass PSM sicher und wirksam eingesetzt werden.

### Etikette

Auf der Etikette befinden sich in Kurzform die wichtigsten Informationen hinsichtlich der möglichen Gefahren des Produkts und die zu beachtenden Schutzmassnahmen bei der Verwendung. Wenn diese vollständig berücksichtigt werden, geht von dem Produkt nur ein geringes Risiko für Mensch und Umwelt aus. Welche Informationen auf der Etikette aufgeführt sein müssen, ist in Abb. 20 ersichtlich.

**H-Sätze** (Hazard Statements) beschreiben Gefährdungen (engl. hazard, «Gefahr»), die von den chemischen Stoffen oder Zubereitungen ausgehen können.

**P-Sätze** (Precautionary Statements) geben Sicherheitshinweise an, die beim Umgang mit den entsprechenden Stoffen oder Zubereitungen zu beachten sind (engl. precaution «Vorsicht»).

Auf der Etikette sind beim Piktogramm sogenannte Signalwörter angebracht:

- **Achtung:** Achtung weist auf eine eher weniger schwerwiegende Gefahrenkategorie hin.
- **Gefahr:** Gefahr gibt den Hinweis auf eine schwerwiegende Gefahrenkategorie.

### Gebrauchsanweisung

In der Gebrauchsanweisung wird die Anwenderin oder der Anwender über die fachgerechte und sichere Anwendung des PSM-Produktes aufgeklärt. Sie enthält insbesondere die Dosierungsvorschriften bzw. erforderlichen Aufwandsmengen sowie weitere applikationsspezifische Hinweise. Die Gebrauchsanleitung befindet sich auf der Verpackungsaufschrift (Etikette) oder als Beipackzettel innerhalb der Verpackung oder bei Kunststoffflaschen unterhalb der Aufreissetikette (die Etikette kann gelöst und abgewickelt werden, darunter ist die Gebrauchsanweisung zu finden).






### Sicherheitsdatenblatt

Im Sicherheitsdatenblatt (SDB) finden sich detaillierte Informationen über mögliche Gefahren des Produkts und es gibt Anweisungen u.a. zum fachgerechten Umgang, zu geeigneten Schutzmassnahmen, zur Lagerung, zum Transport und zur Entsorgung sowie zum Vorgehen im Unglücksfall. Zusätzlich sind produktspezifische Angaben im PSM-Verzeichnis zu beachten. Vorsicht: Die im SDB aufgeführten persönlichen Schutzmassnahmen werden bei PSM nicht von den Behörden geprüft und nur von den PSM-Herstellerinnen festgelegt. Massgebend sind bei PSM einzig die in der Zulassung aufgeführten behördlich festgelegten Schutzmassnahmen. Gemäss der Pflanzenschutzmittelverordnung (PSMV) müssen diese von der BewilligungsinhaberIn auf der Etikette oder in der Gebrauchsanweisung aufgeführt werden.

Etikette und Sicherheitsdatenblatt:

- Etikette und Sicherheitsdatenblatt: [www.cheminfo.ch](http://www.cheminfo.ch) > Informationsmaterial > Informationsmaterial downloaden > Berufliche Verwendung
- Sicherheitsdatenblatt: [www.seco.admin.ch](http://www.seco.admin.ch) > Arbeit > Arbeitsbedingungen > Chemikalien und Arbeit > Sicherheitsdatenblatt

Sicherheitsdatenblätter müssen im Betrieb so lange aufbewahrt werden, wie das Produkt im jeweiligen Betrieb vorhanden ist. Sie müssen im Unglücksfall schnell und einfach zugänglich sein.

Name der Bewilligungsinhaberin und Logo <b>Name des Pflanzenschutzmittels</b>	
Kontaktfungizid mit vorbeugender Wirkung für den Feld-, Wein-, Beeren- und Obstbau	
<b>Allgemeine + agronomische Auflagen / Verwendungsbedingungen</b> Aufwandmenge: Feldbau: 0,11 % (1,8 kg/ha), Weinbau: 0,125 % (2 kg/ha), Beerenbau: 0,15 % (2 kg/ha), Obstbau: 0,15 % (2,4 kg/ha für 10 000 m³ Baumvolumen) Wartefrist: 3 Wochen Phytotoxizität: Unerwünschte Nebenwirkungen auf Pflanzen: <b>1</b> Frist zwischen Anwendung und Ansaat: Nachfolgekulturen: Benachbarte Kulturen: Mischbarkeit: Mischbar mit den gebräuchlichen Insektiziden und Akariziden. Mischbrühe sofort verwenden. Lagerung: Das Produkt in der Originalverpackung in einem kühlen, trockenen und gut belüfteten Ort aufbewahren. Entsorgung: Produktreste/Verpackung der Verkaufsstelle zurückgeben oder einem berechtigten Entsorgungsbetrieb übergeben. Leere und gereinigte Verpackung der Kehrtafelfuhr übergeben.	
<b>Gefahr 2</b> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">   Ätzend </div> <div style="text-align: center;">   Hochgiftig </div> <div style="text-align: center;">   Gewässergefährdend </div> <div style="text-align: center;">   Gesundheitsschädigend </div> </div>	
Nur für die berufsmässige Verwendung. Vor Gebrauch beiliegendes Merkblatt lesen <b>2</b> Risiken für Mensch und Umwelt die Gebrauchsanleitung einhalten. <b>H317</b> Kann allergische Hautreaktionen verursachen. <b>H318</b> Verursacht schwere Augenschäden. <b>H331</b> Giftig bei Einatmen. <b>H351</b> Kann vermutlich Krebs erzeugen. <b>H410</b> Sehr giftig für Wasserorganismen mit langfristiger Wirkung. <b>P102</b> Darf nicht in die Hände von Kindern gelangen. <b>P270</b> Bei Gebrauch nicht essen, trinken oder rauchen. <b>3</b> <b>P305+351+338</b> BEI KONTAKT MIT DEN AUGEN: einige Minuten lang behutsam mit Wasser spülen. Vorhandene Kontaktlinsen nach Möglichkeit entfernen. Weiter spülen. <b>P273</b> Freisetzung in die Umwelt vermeiden. <b>P301+315+101</b> BEI VERSCHLUCKEN: sofort ärztlichen Rat einholen / ärztliche Hilfe hinzuziehen. Ist ärztlicher Rat erforderlich, Verpackung oder Kennzeichnungsetikett bereithalten. Die Wiederverwendung der Verpackung ist verboten. <b>SP1</b> Mittel und/oder dessen Behälter nicht in Gewässer gelangen lassen. Erste Hilfe Notfallnummer: Tox Info Suisse Tel. Nr. 145	
<b>Weitere Auflagen</b> Grundwasser: <b>SPe 1</b> zum Schutz von Grundwasser insgesamt nicht mehr als 10 Anwendungen mit Captan-haltigen Produkten pro Parzelle und Jahr. Resistenzen: Auflagen zu Rückständen: <b>4</b> Bienen: Weitere Umweltauflagen: Anwenderschutz: Ansetzen der Spritzbrühe: Schutzhandschuhe + Schutzanzug + Schutzbrille oder Visier tragen, Ausbringen der Spritzbrühe: Schutzhandschuhe + Schutzanzug tragen Reinigung der Geräte: Spritzgerät nach Gebrauch gründlich durchspülen. Spülwässer dürfen nicht in die Kanalisation oder Umwelt gelangen.	
WG Wasserdispergierendes Granulat Gehalt: 80 % (800 g/kg) Captan <b>5</b> Eidg. Zulassungsnummer: V-xxxx Chargennummer / Herstellungsdatum: XYZ20103/YMMDD Verfalldatum: YMMDD Nettomenge 5 kg	
Firma Muster Musterstrasse 1 <b>6</b> 1010 Muster Telefonnummer Firma www.musterfirma.com	 7 612345 678900

#### Legende

- 1** Allgemeine Auflagen zur Verwendung, Lagerung und Entsorgung des PSM
- 2** Hinweise auf mögliche Gefahren werden durch Gefahrenpiktogramme, das Signalwort, sowie die H-Sätze angegeben
- 3** Hinweise zur sicheren Verwendung des PSM
- 4** Auflagen zu Gefahren für den Menschen und die Umwelt (z.B. Anwenderschutz und Gewässerschutz)
- 5** Angaben über Wirkstoffmenge, Zulassungsnummer und Gebindegrösse
- 6** Adresse und Telefonnummer der Bewilligungsinhaberin

Abb. 20: Darstellung Musteretikette eines PSM-Produktes

## Gefahrensymbole (GHS) und Gefahrenkennzeichnung

Sobald Chemikalien über gefährliche Stoffeigenschaften verfügen, unterliegen sie der Einstufungs- und Kennzeichnungspflicht (GHS-System = Global harmonisiertes Sys-

tem zur Einstufung und Kennzeichnung von Chemikalien, englisch «Global Harmonized System») und sind mit entsprechenden Gefahrenpiktogrammen, den H- und P-Sätzen sowie dem Signalwort (siehe Etikette) gekennzeichnet.

Tab. 5: Gefahrensymbole, ihre Bezeichnung und typische Eigenschaften<sup>5</sup>

Pikto- gramm	Bezeichnung	Typische Eigenschaften (siehe Gefahrenhinweise = H-Sätze auf der Etikette)
	VORSICHT GEFÄHRLICH	Kann die Haut irritieren, Allergien oder Ekzeme auslösen, Schläfrigkeit verursachen. Kann nach einmaligem Kontakt Vergiftungen auslösen. Kann die Ozonschicht schädigen.
	HOCHENTZÜNDLICH	Kann sich durch Kontakt mit Flammen und Funken, durch Schläge, Reibung, Erhitzung, Luft- oder Wasserkontakt entzünden. Kann sich bei falscher Lagerung auch ohne Fremdeinwirkung entzünden.
	BRANDFÖRDERND	Kann Brände verursachen oder beschleunigen. Setzt beim Brand Sauerstoff frei, lässt sich daher nur mit speziellen Mitteln löschen. Ein Erstickten der Flammen ist unmöglich.
	EXPLOSIV	Kann explodieren durch Kontakt mit Flammen oder Funken, nach Schlägen, Reibung oder Erhitzung. Kann bei falscher Lagerung auch ohne Fremdeinwirkung zu Explosionen führen.
	GAS UNTER DRUCK	Enthält komprimierte, verflüssigte oder gelöste Gase. Geruchlose oder unsichtbare Gase können unbemerkt entweichen. Behälter mit komprimierten Gasen können durch Hitze oder Verformung bersten.
	GEWÄSSERGEFÄHRDEND	Kann Wasserorganismen wie Fische, Wasserinsekten und Wasserpflanzen in geringen Konzentrationen akut oder durch Langzeitwirkung schädigen.
	ÄTZEND	Kann schwere Hautverätzungen und Augenschäden verursachen. Kann bestimmte Materialien auflösen (z.B. Textilien). Ist schädlich für Tiere, Pflanzen und organisches Material aller Art.
	GESUNDHEITSSCHÄDIGEND	Kann bestimmte Organe schädigen. Kann zu sofortiger und langfristiger massiver Beeinträchtigung der Gesundheit führen, Krebs erzeugen, das Erbgut, die Fruchtbarkeit oder die Entwicklung schädigen. Kann bei Eindringen in die Atemwege tödlich sein.
	HOCHGIFTIG	Kann schon in kleinen Mengen zu schweren Vergiftungen und zum Tod führen.

⚡ Die Verkaufsstelle bzw. die Abgeberin oder der Abgeber von PSM ist verpflichtet, den beruflich-gewerblichen Anwenderinnen und Anwendern das Sicherheitsdatenblatt unaufgefordert mitzuliefern oder elektronisch zu übermitteln. Falls dies nicht erfolgt, sollten Bezügerinnen und Bezüger von PSM und anderer chemischer Produkte (z. B. Reinigungsmittel) das Sicherheitsdatenblatt einfordern. Wird ein solches trotz Verlangen nicht geliefert oder übermittelt, ist die kantonale Chemikalienfachstelle zu informieren.

## Pflanzenschutzmittel in der Umwelt

PSM gelangen selbst bei korrekter Anwendung in die Umwelt. Es handelt sich um biologisch aktive Substanzen, die nicht nur Schadorganismen abtöten oder ihre Verbreitung verhindern, sondern auch Auswirkungen auf andere Lebewesen (Nichtzielorganismen) haben können.

Wie gefährlich ein Produkt für einen Organismus ist, hängt einerseits von der Giftigkeit des Stoffes (Toxizität) ab und andererseits von der Menge und Zeit, mit der der Organismus mit dem Stoff in Berührung kommt (Exposition). Ein gewisses Risiko für die Umwelt ist bei jeder Anwendung von PSM gegeben. Es erhöht sich allerdings um ein Vielfaches durch Fehlverhalten bei der Dosierung und Ausbringung/Applikation.

## Eintragswege von Pflanzenschutzmitteln in die Umwelt

PSM können auf verschiedenen Wegen in die Umwelt gelangen (siehe Abb. 21) und dadurch Nichtzielorganismen schädigen sowie Oberflächengewässer und das Grundwasser beeinträchtigen.

### Punkteinträge

Punkteinträge können beim Befüllen und Reinigen des Spritzgerätes, bei der Beseitigung von Brühresten sowie bei der Lagerung und beim Transport von PSM entstehen. Schätzungsweise werden zwischen 20 und 60 % der Oberflächengewässerbelastung durch PSM durch Punkteinträge verursacht und sind vermeidbar. Sie können mit technischen Massnahmen wie der Einrichtung eines sicheren Waschplatzes oder organisatorischen Vorkehrungen wie dem Spülen und Reinigen des Spritzgerätes auf der behandelten Fläche, vermieden werden.

### Abdrift (Verwehung durch Wind)

Durch Abdrift können PSM in benachbarte Parzellen oder Oberflächengewässer gelangen. Kleine Tropfen und hohe Windgeschwindigkeiten erhöhen das Risiko für Drift. Eine Möglichkeit zur Verringerung von Drift ist z. B. der Einsatz von Injektordüsen mit einem max. Druck von 3 bar. Die Windgeschwindigkeit sollte 5 m/s (18 km/h) nicht überschreiten.

### Abschwemmung

Durch grosse Regenmengen können im Wasser gelöste PSM entweder direkt oder indirekt über Strassen durch Entwässerungsschächte in Oberflächengewässer gelangen. Zudem vermögen grössere Regenmengen bei spärlich begrünten Flächen Bodenerosion auszulösen, durch welche

nicht nur Bodenpartikel, sondern auch PSM weggeschwemmt werden. Das Abschwemmungsrisiko ist abhängig von der Neigung der behandelten Fläche, der Bodenart, der Bodenbearbeitung und -verdichtung sowie dem Bewuchs resp. der Bodenbedeckung. Massnahmen wie begrünte Fahrspuren, Querstreifen entlang von Wegen können dieses Risiko reduzieren. Zudem verringert jede Reduktion des PSM-Einsatzes die Gefahr von Einträgen in Gewässer.

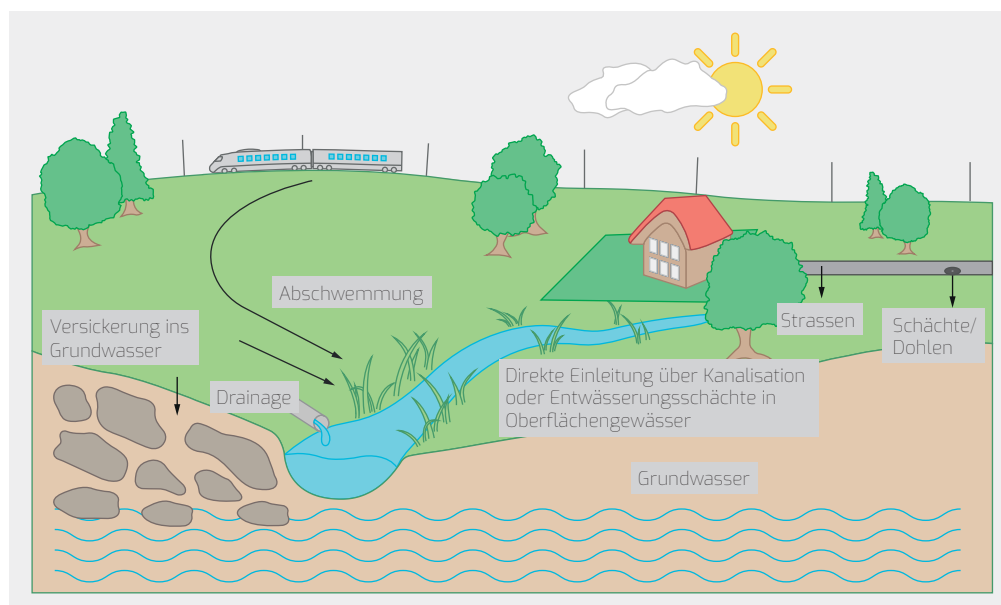


Abb. 21: Mögliche Eintragspfade von PSM in Gewässer und Nichtzielflächen

### Verdunstung

Wirkstoffe können je nach ihren chemischen Eigenschaften vom flüssigen in den gasförmigen Zustand übergehen. Wenn die PSM verdunsten, werden sie mit der Luft verfrachtet und weiträumig verteilt. Hohe Temperaturen und tiefe Luftfeuchtigkeit begünstigen diesen Vorgang. PSM sollten daher bei hoher Luftfeuchtigkeit und Temperaturen unter 25 °C ausgebracht werden.

### Exposition von nicht Zielorganismen

Nichtzielorganismen können über verschiedene Wege mit PSM in Kontakt kommen:

- ▶ Direkter Kontakt mit der Spritzbrühe: Dies betrifft alle Lebewesen, die sich während oder kurz nach der Behandlung in der Kultur befinden.
- ▶ Bodenlebewesen: Bei geringer Bodenbedeckung oder Abtropfen der Spritzbrühe gelangen PSM auf und in den Boden. Käfer, Regenwürmer, Springschwänze, aber auch andere nützliche Organismen wie Mykorrhiza-Pilze können geschädigt werden.
- ▶ Aufnahme über das Trinkwasser: Fällt kurze Zeit nach der Behandlung Regen, kann der Spritzbelag abgewaschen werden. Wirkstoffe können sich in Pfützen sammeln, aus denen Insekten, Vögel oder Säugetiere trinken.
- ▶ Verzehr von PSM: Schneckenkörner und gebeiztes Saatgut zum Beispiel können bei unsachgemässer Ausbringung von Igeln und anderen Kleinsäugetern verzehrt werden.
- ▶ Generell gelangen PSM über die Nahrungsketten in Nichtzielorganismen.

### Potenzielle Umweltauswirkungen chemischer Pflanzenschutzmittel

Umweltprobleme entstehen auf verschiedenen Ebenen. Im Folgenden werden mögliche Auswirkungen auf Zielflächen, Eintragswege in andere Ökosysteme sowie nötige Vorsichtsmassnahmen aufgezeigt.

Potenzielle Umweltauswirkungen können in folgende Gruppen eingeteilt werden:

- ▶ **Schädigung von anderen Pflanzen und Tieren:** z. B. Bienen, Nützlinge, Säuger, Vögel, Fischnährtiere, Fische und Amphibien oder Kulturpflanzen, für die der Wirkstoff keine Indikation hat
- ▶ **Anreicherung in der Nahrungskette:** In Raubtieren, z. B. Greifvögeln, können sich hohe Konzentrationen von Wirkstoffen befinden, wenn sie vergiftete Tiere fressen.
- ▶ **Anreicherung im Boden:** Schwer abbaubare Wirkstoffe können lange Zeit im Boden verbleiben und in Pflanzen gelangen, für die sie nicht bestimmt waren.
- ▶ **Eintrag in Gewässer:** PSM können über verschiedene

Wege in Gewässer gelangen, Wasserlebewesen gefährden und das Trinkwasser verschmutzen.

- ▶ **Synergistische Effekte:** Wirkstoffe und deren Metaboliten können sich gegenseitig in ihrer Giftigkeit verstärken oder die Wirkung auch verlieren, wenn z. B. zwei PSM oder andere Zusatzstoffe zusammen verwendet werden. Es ist jedoch aufgrund der vielen möglichen Kombinationen der einzelnen chemischen Bestandteile schwer vorherzusagen, ob und ab welcher Konzentration dies passiert.
  - ▶ **Resistenzen** entstehen, wenn Unkräuter durch Mutationen unempfindlich gegen ein Mittel werden und sich bei weiterem Einsatz desselben Wirkstoffs vermehren.
- Mehr Informationen zur Anreicherung in der Nahrungskette finden Sie im Kapitel «2. Grundlagen der Ökologie» auf der Seite 18.

### Störung von Ökosystemen

Grundsätzlich ist jede Anwendung eines PSM ein Eingriff in das Ökosystem. Wenn immer möglich, sind nützlingsschonende und selektive Mittel den breit wirksamen Mitteln vorzuziehen.

Bienen gelten als die wichtigsten Bestäuber von Kultur- und Wildpflanzen und müssen bei der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln besonders geschützt werden. Bienengefährliche PSM müssen auf der Verpackung oder auf der Etikette mit dem Umweltsicherheitshinweis (SPe 8 «Gefährlich für Bienen») gekennzeichnet werden.

Beim Ausbringen von bienengefährlichen Pflanzenschutzmitteln müssen bestimmte Anwendungsvorschriften beachtet werden – u. a. sind Bienenflugzeiten zu beachten, darf kein direkter Kontakt des Produkts mit blühenden Pflanzen bestehen und müssen Pufferzonen zu blühenden Pflanzen auf benachbarten Parzellen angelegt sein.

### Pflanzenschutzmittel im Boden und deren Abbau

#### Anreicherung im Boden

Im Boden können Pflanzenschutzmittelwirkstoffe im Sickerwasser gelöst oder an Bodenteilchen gebunden sein. Wie gross der gelöste und gebundene Anteil eines Wirkstoffes ist, hängt von den chemischen und physikalischen Eigenschaften des Stoffes (z. B. der Abbaubarkeit oder Mobilität), aber auch von den Bodeneigenschaften ab. Die Abbaugeschwindigkeit wird als Halbwertszeit (DT50) angegeben. Die Halbwertszeit gibt an, nach welcher Zeitspanne die Hälfte des Stoffes abgebaut ist (siehe Tab. 6). Da die Abbaugeschwindigkeit schwer abgeschätzt werden kann, ist ungewiss, wie lange es bis zum vollständigen Abbau dauert. Die Halbwertszeit ist je nach Stoff sehr unterschiedlich und hängt auch von der Bodenbeschaffenheit, Temperatur, Feuchtigkeit und weiteren Faktoren ab.

Tab. 6: Einige Beispiele von Halbwertszeiten von Herbiziden

Wirkstoff	Wirkungsweise	DT50 Labor (20 °C) in Tagen	DT50 Feld in Tagen
Pyridate	Blattherbizid	0,8	2,2
Mecoprop-P	Blattherbizid	5	21
Metsulfuron-methyl	Blattherbizid	43	78
Triclopyr	Blatt- und Bodenherbizid	105	30

#### 💡 Abbau von Glyphosat

Laut Zulassungsdaten beträgt beispielsweise die Halbwertszeit von Glyphosat in sauren Böden (pH < 6,5) durchschnittlich 70 Tage und in neutralen und alkalischen Böden (pH > 6,5) 6,2 Tage (EFSA 2023).

#### Abbau

PSM können in der Regel abgebaut werden (Ausnahmen sind z.B. Kupfer und Chlorpyrifos). Beim Abbau entstehen jedoch Metaboliten (Abbauprodukte). Diese sind häufig noch chemisch wirksam und beeinflussen die Umwelt, wenn auch nicht immer auf die gleiche Weise wie das ursprüngliche PSM. Der vollständige **Abbau** bedeutet die Mineralisierung zu einfachen Grundsubstanzen wie Wasser, Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>), Stickstoff, Schwefel usw. Der Abbau eines PSM kann durch folgende Mechanismen erfolgen.

- **Chemischer Abbau:** Der Boden bietet zwar ideale Bedingungen für einen chemischen Abbau, doch spielt er bei den meisten PSM eher eine kleine Rolle.
- **Biologischer Abbau:** Der biologische Abbau von PSM durch Mikroorganismen ist meist wichtiger als der chemische. Die Abbaugeschwindigkeit hängt von den chemischen Eigenschaften des Stoffes sowie von Temperatur, Feuchtigkeit, pH-Wert, Nährstoff- und Humusgehalt des Bodens ab. In einem humosen, belebten Boden werden PSM viel besser abgebaut als im kiesig-sandigen Boden, wo viel weniger Lebewesen vorhanden sind. Ideal wären Stoffe, die sich schnell und vollständig abbauen, was jedoch häufig der für PSM angestrebten langen Wirkungsdauer widerspricht.
- **Abbau durch Sonnenlicht:** Das Sonnenlicht kann Moleküle spalten. Dieser Abbau spielt, ausser bei natürlichen Wirkstoffen, nur eine kleine Rolle.
- **Abbau im Wasser:** PSM können im Wasser abgebaut werden, dies allerdings nur schwer. Daher spielt dieser Mechanismus eine stark untergeordnete Rolle.

💡 Ton-Humus-Komplexe binden Pflanzenschutzmoleküle. Bestimmte Moleküle sind so stark an den Boden gebunden, dass sie dort jahrelang verbleiben können, ohne abgebaut zu werden. Sie werden dann langsam freigesetzt und können so das Grundwasser über Jahre hinweg verunreinigen (z. B. Atrazin).

#### Auswaschung ins Grundwasser

Im Idealfall bauen die Bodenorganismen die Wirkstoffe und deren Metaboliten vollständig ab. PSM können auch im Wasser abgebaut werden, dies allerdings nur schwer. Der Abbau im Wasser spielt eine stark untergeordnete Rolle.

In der Realität kann es je nach Bodenbedingungen, Mobilität und Persistenz der Wirkstoffe und ihrer Metaboliten vorkommen, dass einige von ihnen ins Grundwasser gelangen.

Aber auch weniger mobile Stoffe können durch Makroporen im Boden (Regenwurmlöcher, Mausegänge, Kiesnester usw.) direkt in den Unterboden gelangen. Fehlt der humusreiche Oberboden, gelangen die PSM ungefiltert in den Unterboden und schlussendlich ins Grundwasser. Alle Massnahmen zur Reduktion des PSM-Einsatzes können diesem Effekt entgegenwirken.

#### 💡 PSM im Grundwasser

80 % des Trinkwassers in der Schweiz stammt aus dem Grundwasser. Deshalb sollte der Eintrag von PSM ins Grundwasser unbedingt vermieden werden. Grundwasser erneuert sich nur sehr langsam, weswegen sich vor allem Abbauprodukte (Metaboliten) dort anreichern und auf Jahrzehnte hinaus Probleme verursachen können.

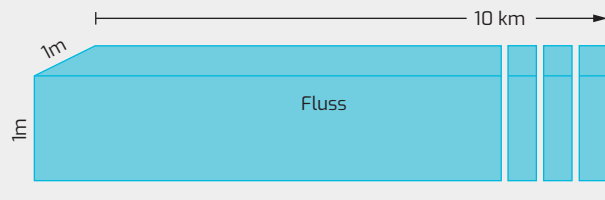
#### Pflanzenschutzmittel in Gewässern

Generell gilt: PSM sind in Gewässern unerwünscht (siehe Abb. 22). Sauberes Oberflächen- und Grundwasser ist ein kostbares Gut, das Lebensraum für Wasserorganismen bietet und die Trinkwasserversorgung der Menschen sichert. In den letzten 10 Jahren wurden grosse Fortschritte gemacht, aber vor allem kleine Fließgewässer sind immer noch stark mit PSM belastet. Analysen der Wasserqualität in solchen Fließgewässern weisen oft erhöhte PSM-Konzentrationen oder sogar Überschreitungen ökotoxikologischer Grenzwerte auf. Es handelt sich hier um unerwünschte Auswirkungen von Stoffen auf die belebte Umwelt.



**Jedes Gramm weniger zählt!**

1 Gramm Pflanzenschutzmittel kann einen Fluss von 1m Breite und 1m Tiefe auf 10km Länge verunreinigen



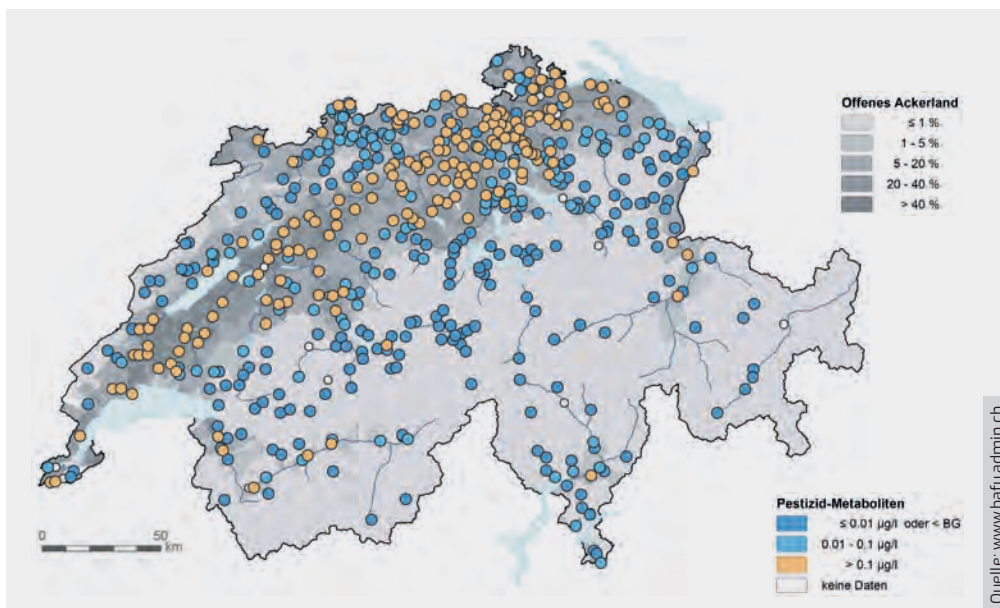
**Abb. 22: Verunreinigungspotential einer Kleinmenge PSM**

Auch das Grundwasser der Schweiz ist mit PSM sowie deren Abbauprodukten (Metaboliten) belastet. In der Schweiz erfasst die Nationale Grundwasserbeobachtung NAQUA an über 500 Messstellen Wirkstoffe von PSM resp. deren Abbauprodukte im Grundwasser. Pro Jahr wird der Grenzwert der Gewässerschutzverordnung von 0.1 Mikrogramm Wirkstoff pro Liter an jeweils 1 bis 2 % der NAQUA-Messstellen durch Pestizide überschritten (siehe Abb. 23). Die Abbauprodukte von Wirkstoffen treten landesweit an jeder dritten Messstelle in Konzentrationen über 0.1 Mikrogramm pro Liter auf und beeinträchtigen die Grundwasserqualität, insbesondere im Mittelland, erheblich.

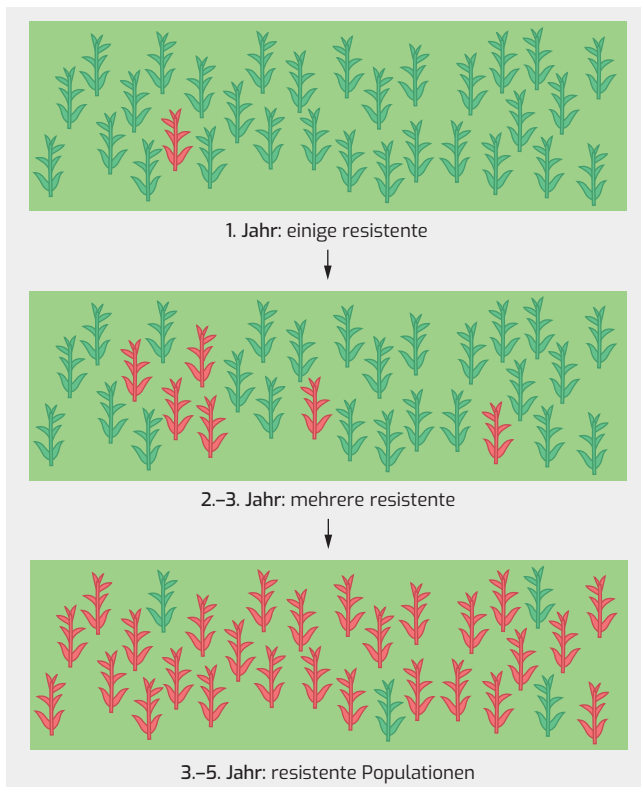
## Resistenzen

Wenn sich Pflanzen an gewisse Wirkstoffe anpassen und widerstandsfähige Populationen entwickeln, wird von Resistenzen gesprochen. In einem Unkrautbestand gibt es immer einzelne Pflanzen, die durch eine natürliche genetische Mutation plötzlich eine Resistenz gegenüber einem Herbizid entwickeln können. Kommt immer dieselbe Wirkstoffgruppe zum Einsatz, wird das resistente Unkraut herausselektioniert und breitet sich dadurch immer stärker aus (siehe Abb. 24). Durch eine Resistenz wird die Wirksamkeit eines PSM reduziert, im Extremfall sogar ganz aufgehoben. Eine wichtige Herausforderung im Pflanzenschutz ist es, Resistenzen gegenüber PSM zu vermeiden.

💡 Weltweit sind 272 Unkrautarten mit Resistenz bekannt ([www.weedscience.org](http://www.weedscience.org)). Für die Schweiz sind Ackerfuchsschwanz, Windhalm, Raigras und Weisser Gänsefuss von Bedeutung, wobei die beiden Erstgenannten am häufigsten resistent sind. Insgesamt sind in der Schweiz Resistenzen von 5 Herbizidgruppen bekannt.



**Abb. 23: Pestizid-Metaboliten im Grundwasser sowie offenes Ackerland 2022**



**Abb. 24: Wie sich Resistenzen durch Mutation und Selektion ausbreiten können.**

Um Herbizidresistenzen zu verhindern, sollten keine unnötigen Behandlungen durchgeführt werden. Zudem sind, soweit möglich, Mittel mit unterschiedlichem Wirkungsmechanismus einzusetzen, wodurch der Selektionsdruck gesenkt wird (Resistenzcodes beachten!). Auch die Mischung von Wirkstoffen mit verschiedenen Wirkungsmechanismen sowie die Verwendung der vollen vom Hersteller empfohlenen PSM-Dosis können zu einer Reduktion von Resistenzerscheinungen beitragen. Präventive Massnahmen wie das Pflanzen konkurrenzstarker Sorten sowie mechanische Unkrautbekämpfungsverfahren helfen, der Entwicklung von Resistenzen vorzubeugen. Bei Verdacht auf Resistenzen sollte der kantonale Pflanzenschutzdienst kontaktiert werden.

# 4

## Nachhaltiger Pflanzenschutz

# 4. Nachhaltiger Pflanzenschutz

## Prinzipien des integrierten Pflanzenschutzes

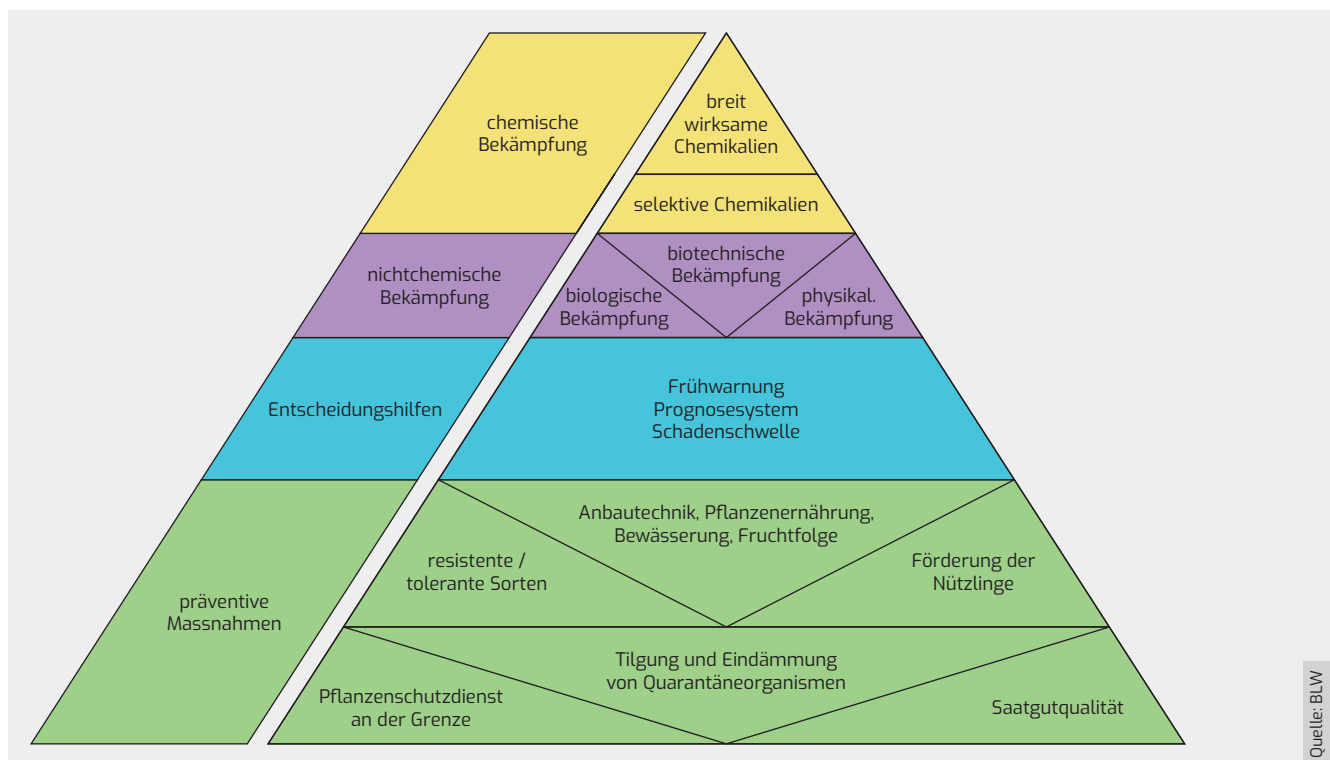


Abb. 25: Prinzipien des integrierten Pflanzenschutzes

Nachhaltiger oder integrierter Pflanzenschutz bedeutet, dass chemische Bekämpfungsmassnahmen nur dann zum Einsatz kommen, wenn mit den verfügbaren präventiven und nicht chemischen Massnahmen kein ausreichender und wirtschaftlich tragbarer Schutz der Kulturen vor Schadorganismen gewährleistet werden kann. Das Prinzip des integrierten Pflanzenschutzes wird vorstehend in Form einer Pyramide anschaulich dargestellt (siehe Abb. 25).

Zunächst soll die Anzahl direkter Eingriffe durch präventive Massnahmen niedrig gehalten werden. Entscheidungshilfen erleichtern die Beurteilung, ob eine direkte Bekämpfung notwendig ist oder nicht. Ist eine direkte Bekämpfung erforderlich, sind die für die Bekämpfung des unerwünschten Bewuchses verfügbaren biologischen oder physikalischen Massnahmen anzuwenden. Erst als letzte Massnahme soll die chemische Bekämpfung zur Anwendung gelangen. Dabei haben selektive Pflanzenschutzmittel Vorrang vor breit wirksamen, wobei auch andere Faktoren wie die Umweltgiftigkeit oder die Wirkstoffgruppe aufgrund der Resistenzgefährdung zu berücksichtigen sind.

In diesem Kapitel werden verschiedene präventive, pflegerische und gestalterische Massnahmen beleuchtet, mit denen eine direkte Bekämpfung möglichst verhindert werden soll. Sämtliche Massnahmen werden nach den folgenden Spezialisierungen unterschieden (Symbole bei den Kapitel-titeln beachten):

- Strassen, Wege, Plätze
- Bahn- und Gleisanlagen
- Wiesen und Weiden

## Nachhaltige Vegetationskontrolle auf und an Strassen, Wegen und Plätzen

Auf Strassen, Wegen, Plätzen, Dächern und Terrassen ist das Ausbringen von Herbiziden seit vielen Jahren generell verboten. Seit Dezember 2020 dürfen auf diesen Flächen auch keine Biozide zur Algen- und Moosbekämpfung mehr eingesetzt werden. Im Vergleich zu den heute bekannten alternativen Unterhaltsmethoden waren Herbizide und Biozide eine kostengünstige und effiziente Art der Bekämpfung von Unkraut, Algen und Moosen. Um die

knappen personellen und finanziellen Ressourcen gezielt einzusetzen, sind eine Ursachenanalyse und ein gezieltes Vorgehen unabdingbar.

### Analyse Bewuchssituation

Handelt es sich um ein rein ästhetisches Problem, kann der unerwünschte Bewuchs in vielen Fällen toleriert werden. In den letzten Jahren hat diesbezüglich ein deutlicher Paradigmenwechsel stattgefunden. Was früher als Unkraut galt und störend war, wird heute als Beikraut oder Spontanvegetation bezeichnet und in seinem ökologischen Wert eher anerkannt. Solange es sich nicht um invasive Neophyten oder andere Problempflanzen handelt, können einheimische Wildpflanzen wie Wegwarte, Kompasslatte, Natternkopf, Karde etc. stehen gelassen werden. Sie bieten wertvollen Lebensraum und Nahrung für Insekten, haben einen positiven Effekt auf das Mikroklima und die Aufenthaltsqualität im Siedlungsraum.

Die Toleranzgrenze wird hingegen überschritten, wenn der unerwünschte Bewuchs ein Sicherheitsrisiko darstellt, Gehölze aufkommen oder der Wasserabfluss behindert wird. Dann sollten, wenn möglich, die Ursachen für den Bewuchs behoben werden (siehe Abb. 26).

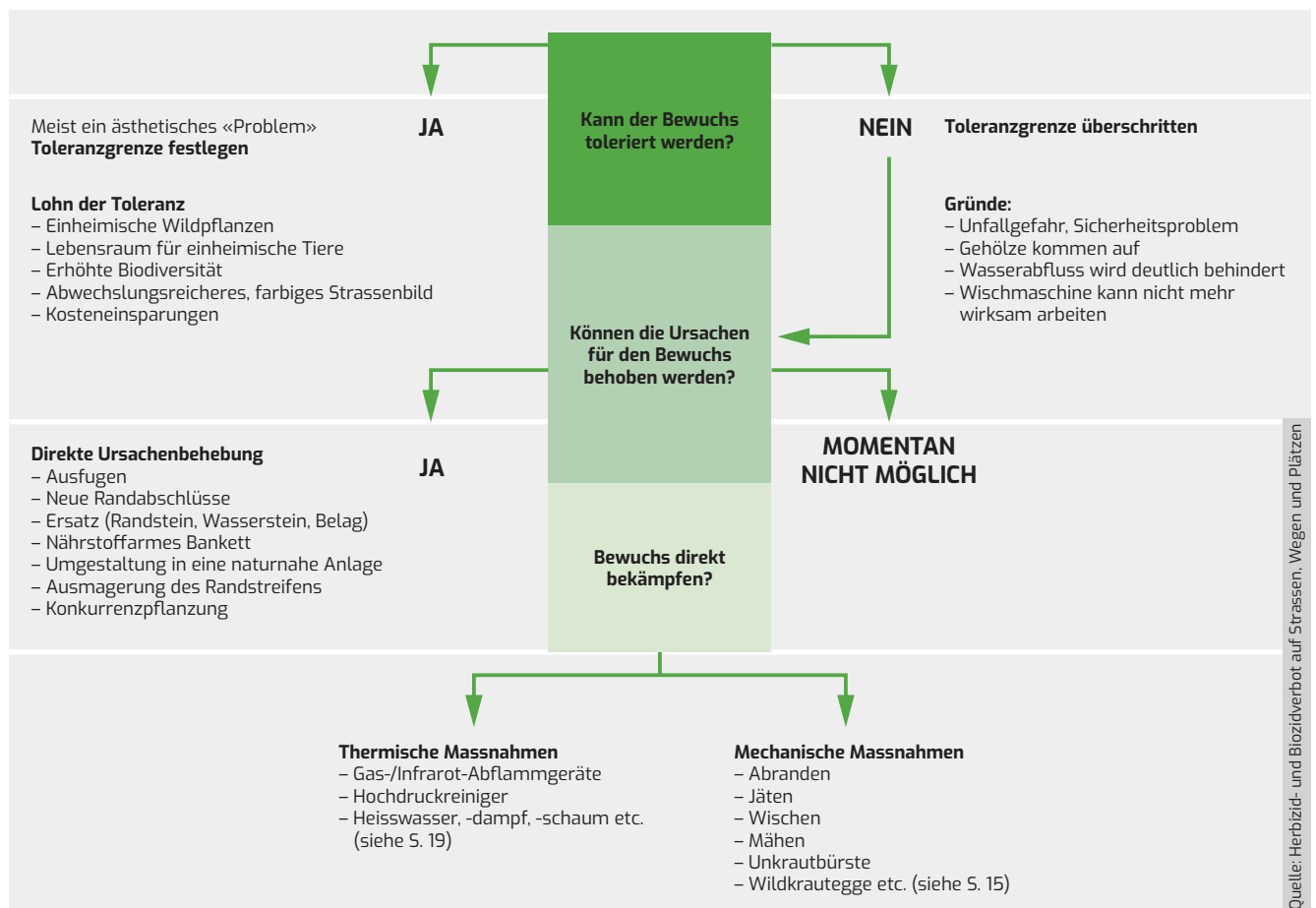


Abb. 26: Entscheidungshilfe bei der Beurteilung einer Verunkrautung von Wegen, Plätzen und Strassenrändern



### Präventive Massnahmen

#### Belagssanierungen, Ausfugen von Rissen

Bewuchs entsteht auf versiegelten Flächen überall dort, wo sich in Ritzen, Fugen und Rissen Feinmaterial ansammelt. Dies kommt vor allem auf Flächen vor, die wenig intensiv von Fussgängerinnen und Fussgängern sowie dem Verkehr genutzt werden. Pflanzenbewuchs auf befestigten Flächen ist stets die Folge von schadhafte Belägen und nicht die Ursache dafür. Werden die Ritzen ausgefugt und der Belag saniert, können die unerwünschten Pflanzen nicht mehr wachsen. Eine einfache Möglichkeit besteht ausserdem darin, die Platten eng zu verlegen, damit die Fugen möglichst klein sind und die Beikräuter so nur sehr wenig Platz haben.



Abb. 27: Belagssanierung als Massnahme gegen unerwünschten Bewuchs

#### Abranden

Das Abranden ist eine vorbeugende Massnahme, die vor allem im Strassenunterhalt zum Einsatz kommt. Dabei werden einwachsendes Material und verdichtete Schmutzschichten periodisch entfernt. Dies kann von Hand oder mit einer entsprechend ausgerüsteten Maschine geschehen.

#### Regelmässiges Rechen und Wischen

Regelmässiges Wischen verhindert die Ansammlung von Feinmaterial, in dem die Pflanzen keimen können. Bereits gekeimte Pflanzen werden durch das Wischen gestört und in ihrem Wachstum gehemmt. Wischen ist eine rationelle und sehr effektive vorbeugende Bekämpfungsmethode.

#### Konkurrenz statt Behandlung

Statt das Beikraut aufwändig zu bekämpfen, können Fugen von Pflasterungen auch mit speziellen Fugenmischungen eingesät werden. Böden sollten nicht «offen» gelassen, sondern dicht (mit schnell wachsenden Bodendeckern) bepflanzt werden. Dadurch erhalten Wildkräuter weniger Licht und wachsen langsamer.



Abb. 28: Regelmässiges Wischen verhindert die Ansammlung von organischem Material und schädigt bereits bestehenden Bewuchs.

#### Abdecken

In Rabatten oder auf Verkehrsinseln können Abdeckungen wie Getreide- und Schilfstroh, Splitt, Rinde oder Kompost helfen, die Ansiedlung von unerwünschtem Bewuchs zu erschweren. Da organische Materialien abgebaut werden, ist eine regelmässige Erneuerung in unterschiedlichen Zeitabständen erforderlich.



Abb. 29: Hackschnitzel als Bodenabdeckung

#### Böschungspflege

Entlang von Verkehrswegen konzentrieren sich vorbeugende Massnahmen primär auf das regelmässige Mähen – vor allem im Intensivstreifen direkt an der Strasse oder dem Weg. Weitere Massnahmen orientieren sich an den Prinzipien der präventiven Massnahmen auf Wiesen und Weiden – mit dem Unterschied, dass die Erzeugung von Erträgen entlang von Verkehrsflächen keine Rolle spielt. Dementsprechend braucht es nur eine gezielte Regulierung der Problempflanzen.



## Umgestaltungen anspruchsvoller Flächen

Eine Umgestaltung bestehender, unterhaltsintensiver Flächen kann sich in verschiedener Hinsicht lohnen. Natur-nah gestaltete Plätze, Parkanlagen, Verkehrsinseln oder Grünstreifen entlang von Verkehrswegen fördern die ökologische Vernetzung und die Biodiversität. Urbane Gebiete bilden wichtige Rückzugsorte und Lebensräume für einheimische Pflanzen- und Tierarten. Eine Umgestaltung kann zudem die Attraktivität einer Fläche und das Wohlbefinden der Anwohnenden erhöhen; der mittel- bis langfristige Pflegeaufwand wird meist reduziert.

Bei der Gestaltung naturnaher Flächen sollten standort-gerechte Pflanzen verwendet, vielfältige Kleinstrukturen angelegt und keine Hilfsstoffe wie Dünger und Pflanzenschutzmittel eingesetzt werden. Zudem gilt es, die lokalen Gegebenheiten (Mikroklima, Bodentyp, historische Aspekte, Bedeutung des Standorts, Verkehrsaufkommen etc.) zu berücksichtigen. Wird mit lokal vorhandenen Materialien gearbeitet, kann graue Energie eingespart werden, welche bei der Herstellung und dem Transport von Rohstoffen entsteht. Wichtig ist es, den Bodenbelag entsprechend der Nutzung und der zukünftigen Pflege auszuwählen. Für wenig genutzte, unversiegelte Flächen eignen sich z.B. Schotterrasen, Rasengittersteine oder Kiesflächen.

Mit der Wahl geeigneter Materialien und einer zukunfts-gerichteten Freiraumgestaltung kann den aktuellen Herausforderungen wie Klimawandel, Biodiversitätsverlust, Siedlungsverdichtung, Bewegungsmangel, gesellschaftliche Veränderungen etc. begegnet und zur Lebensqualität der Bevölkerung beigetragen werden. So heizen sich etwa helle und begrünte Flächen weniger schnell auf als dunkle Asphaltbeläge. Nach dem Schwammstadtprinzip gebaute Siedlungen vermögen anfallendes Niederschlagswasser vor Ort besser aufzunehmen und zu speichern. Darüber hinaus leisten attraktive, integral geplante und bewegungsfreundliche Grünflächen einen wichtigen Beitrag zur menschlichen Gesundheit. Pflegekonzepte helfen, die angestrebten Ziele, verfügbaren Ressourcen, Verantwortlichkeiten und den späteren Unterhalt von Anfang an zu definieren.



Abb. 30: Umgestaltung zu einer extensiven Ruderalfläche



Abb. 31: Aufwertung Gebäudeumgebung mit extensiver Stauden- und Kräuterbepflanzung

## Differenzierte Pflege und Pflegeplanung

Um die vorhandenen Ressourcen gezielt einzusetzen und eine wirksame Vegetationskontrolle zu erreichen, empfiehlt es sich, für alle Städte und Gemeinden ein langfristiges Pflegekonzept mit einem entsprechenden Pflegeplan zu erstellen (siehe Tab. 7). Eine gesamtheitliche und vorausschauende Planung ermöglicht eine gezielte Einteilung der personellen, technischen und finanziellen Ressourcen und gibt Sicherheit. Sie stellt sicher, dass bei Stellenwechseln oder Pensionierungen von Schlüsselpersonen das Know-how nicht verloren geht und der Unterhalt fachgerecht weitergeführt wird. Gegenüber der Politik sowie kritischen Anwohnenden kann das Pflegekonzept als Argumentationsgrundlage und für die Qualitätskontrolle genutzt werden.

Abgeleitet vom Pflegekonzept werden für alle zu unterhaltenden Strassen, Plätze und Grünanlagen konkrete Pflegepläne erstellt. Diese geben Auskunft über den angestrebten Zustand und sämtliche Unterhaltsmassnahmen in ihrer jahreszeitlichen Abfolge. Dazu gehören beispielsweise Maschinen und Arbeitseinsatz, durchschnittlicher Zeitbedarf und Häufigkeit der Pflegemassnahme, Pflegeintensität und Pflegestufen, Entsorgung des Materials, lokale Besonderheiten etc.

Die meisten Städte und Gemeinden können sich eine flächendeckende intensive Strassen- und Grünflächenpflege kaum mehr leisten. Kostendruck und knappe personelle Ressourcen machen einen differenzierten Unterhalt unabdingbar. Mit anderen Worten: Wird das Stadtzentrum oder die Umgebung eines Schlosses intensiv unterhalten, beispielsweise durch häufiges Jäten oder Abflammen, müssen andernorts entsprechend Ressourcen eingespart werden. Dies geschieht zum Beispiel durch eine erhöhte Toleranz gegenüber Beikräutern in anderen Siedlungsbe-reichen oder einer Minimierung der Mähdurchgänge auf Blumenwiesen.

Tab. 7: Ausschnitt aus Jahrespflegeplaner

Code	Profil	Massnahme	Bemerkung	Zeitpunkt	Intervall	Material/Maschinen
BLW Referenz	Blumenwiese	Heuen und abführen	Mehrmaliges Wenden des Heues vor dem Abführen	Juni bis Nov.	1–3x/Jahr	Heugabel, mechanischer Heuwender
		Wegränder pflegen	Nach Bedarf Sauberkeitsstreifen am Rand mähen, auch entlang von Gebäuden	Juni, Sept.	4–6x/Jahr	Sense, Balkenmäher, Rasenmäher (hoch)
		Gehölzränder pflegen	Wenn möglich Krautsaum stehen lassen, Abschnittsweise mähen	Sept.	1x/Jahr	Balkenmäher, Sense
		Lauben	Nach Bedarf	Okt., nach letztem Schnitt	1–2x/Jahr	Rechen

Quelle: Grün Stadt Zürich und ZHAW

Weitere Informationen zur Differenzierten Pflege und Tipps zur Gestaltung von Grünflächen:

- Informationsbroschüre Herbizid- und Biozidverbot: [www.bafu.ch](http://www.bafu.ch) > Themen > Thema Chemikalien > Pflanzenschutzmittel > In der Gemeinde > Informationsbroschüre Herbizid- und Biozidverbot
- Der Klima Garten: [www.bafu.admin.ch](http://www.bafu.admin.ch) > Themen > Thema Klima > Der Klima-Garten
- Mehr als Grün: [www.stadt-zuerich.ch](http://www.stadt-zuerich.ch) > Umwelt & Energie > Natur > Naturschutz und Stadtökologie > Naturnahe Pflege und Unterhalt > Mehr als Grün: Praxishandbuch naturnahe Pflege



## Nachhaltige Vegetationskontrolle auf und an Gleis- und Bahnanlagen

Bahnanlagen stellen aus sicherheitstechnischen Gründen spezifische Anforderungen an den Umgang mit unerwünschtem Bewuchs. Die fachgerechte Gestaltung der Anlagen und ein optimaler Unterhalt sind von entscheidender Bedeutung, um den Einsatz von Herbiziden auf ein Minimum zu reduzieren.

### Analyse Bewuchssituation

Bahnanlagen gliedern sich unter anderem in Schotterbett, Bankett, Gehwege, Fluchtwege, allgemeine Gleisrandbereiche und Böschungen. Jeder dieser Bereiche erfüllt andere Funktionen und stellt deshalb spezifische Anforderungen an die Vegetationskontrolle, die grundsätzlich vom BAV geregelt wird. Einzelne Bahnunternehmen haben zusätzliche Leitfäden und Vorgaben definiert.

Neben den baulichen Bereichen ist vor allem die Unterscheidung in intensive und extensive Unterhaltszone wichtig. Für den Unterhalt speziell bedeutungsvoll ist dabei der in der intensiven Unterhaltszone liegende, ca. 1 bis 2 m breite Übergangsstreifen zwischen dem Gleis und der Böschung.

Bevor der Pflanzenbewuchs im Bereich der Gleis- und Bahnanlagen bekämpft wird, gilt es folgende Fragen zu beantworten:

- ▶ Wo müssen Gleis- und Bahnanlagen frei von Bewuchs sein?
- ▶ Welche Pflanzen können toleriert werden?
- ▶ Wo kann entsprechend dem Alter, dem baulichen Zustand, den Nutzungsansprüchen und der Zeitspanne bis zur Erneuerung der Anlage ein gewisser Bewuchs akzeptiert werden?

Innerhalb der intensiven Unterhaltszone stehen der Sicherheitsaspekt und die Anlagenlebensdauer im Vordergrund. Während im eigentlichen lastabtragenden Gleisbereich, dem Schotterbett (bis ca. 1 m neben der Schiene), kein Bewuchs erwünscht ist, soll im Übergangsstreifen durch regelmässiges Mähen ein dichter Grasstreifen zwischen dem Gleisrandbereich/Bankett und der Böschung gefördert werden, um Problempflanzen am Einwachsen zu hindern.

In der extensiven Unterhaltszone sind neben der Sicherheit auch ökologische und wirtschaftliche Aspekte zu berücksichtigen. Einzelstockbehandlungen sind nur dann erlaubt, wenn Problempflanzen – insbesondere invasive Neophyten – mit mechanischen Massnahmen nicht erfolgreich bekämpft werden konnten.

Tab. 8: Unterhaltsziele der verschiedenen Unterhaltszonen

	Intensive Unterhaltungszone		Extensive Unterhaltungszone
	Gleisbereich	Übergangsstreifen	Böschung
Unterhaltsziele	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Stabilität des Schotterbetts</li> <li>▶ Langlebigkeit von Material und Bankett</li> <li>▶ freier Zugang</li> <li>▶ freie Sicht</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Stabilität von Böschung und Vegetation</li> <li>▶ Schutz vor einragendem oder fallendem Holz</li> <li>▶ Schutz gegen Naturereignisse</li> <li>▶ freie Sicht</li> <li>▶ Vegetationsschranke</li> </ul>
Vegetation	▶ keine	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ dichtes Gras</li> <li>▶ keine Gehölze</li> </ul>	▶ verschiedene Vegetationstypen
Massnahmen	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ baulich</li> <li>▶ mechanisch</li> <li>▶ thermisch</li> <li>▶ chemisch</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ biologisch</li> <li>▶ mechanisch</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Einhaltung des Lichtraumprofils</li> <li>▶ Unterhalt nach ökologischen Grundsätzen unter Berücksichtigung ästhetischer Aspekte</li> </ul>
Zu beachten	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Gewässerschutz</li> <li>▶ Wirtschaftlichkeit</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Natur- und Landschaftsschutz</li> <li>▶ Wirtschaftlichkeit</li> </ul>

Quelle: Vegetationskontrolle auf Bahnanlagen, BAFU 2001

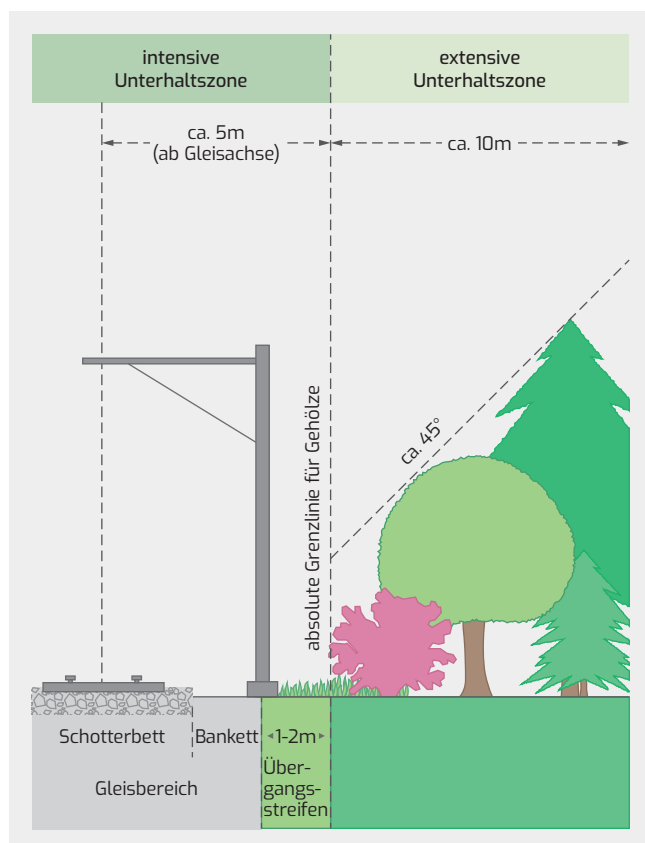


Abb. 32: Intensive und extensive Unterhaltungszone

### Interessensabwägung

Bei der Vegetationskontrolle auf Bahn- und Gleisanlagen müssen Sicherheit, Funktionstüchtigkeit, Lebensdauer, Inspezierbarkeit und Umweltschutz gleichermassen beachtet werden. Auf wenig befahrenen Gleisen oder Abstellgleisen kann mehr Bewuchs toleriert werden, sofern keine Ausbreitung von Neophyten gefördert wird. Unterschiedliche Unterhaltungszone bestimmen, wo und wie die Vegetation kontrolliert wird, wobei die Übergangsbereiche zwischen intensiver und extensiver Pflege je nach Gleisanlage variieren und idealerweise ca. zwei Meter breit sein sollten.

### Präventive Massnahmen

Pflanzenbewuchs bildet sich insbesondere dort, wo feinkörniges Material (Humus, Sand, Feinkies), Feuchtigkeit und Licht vorhanden sind. Oft breiten sich Pflanzen im verschmutzten Schotter, auf Kiesflächen, in Spalten, Fugen, Mauerkrönen und in Öffnungen für die Drainage aus. Werden keine Lebensgrundlagen geboten, können Gleisanlagen und Bahnbauwerke wirkungsvoll von Pflanzenbewuchs freigehalten werden. Bei Neubauten, Umbauten und Erneuerungen ist daher auf eine konsequente aufwuchshemmende Bauweise zu achten.



Dies bedeutet:

- ▶ Kein feinkörniges Material (z.B. Sand, Kiessand, Feinkies, Humus) einbauen, wo dies aus funktionaler Sicht nicht verlangt wird. Generell: je grobkörniger, desto lebensfeindlicher für Pflanzen,
- ▶ Grosse Wasserdurchlässigkeit, wirksame Entwässerung, kein Wasserrückstau,
- ▶ Kein wasserspeicherndes Material und kein organisches Material auf nicht begrünten Flächen (Ausnahme: Holzschwellen und Kleinstrukturen für Tiere),
- ▶ Durch vertikale und horizontale Barrieren (z.B. Trennvliese) den Einwuchs von Pflanzen begrenzen,
- ▶ Fugen, Ritzen und Hindernisse vermeiden, wo sich Samen, Staub und Blätter ansammeln können.

Durch die gezielte Anwendung dieser vorbeugenden Massnahmen können Bahnanlagen nicht nur effizient gepflegt, sondern auch umweltverträglicher und nachhaltiger gestaltet werden. Im folgenden Kapitel werden präventive bauliche Massnahmen sowie präventive Unterhaltsmassnahmen vorgestellt.

#### Bituminöse Sperren (AC Rail)

Eine unter dem Schotter eingebaute, ausreichend dicke und kompakte Bitumenschicht dient als wirksame Barriere gegen aufsteigende Bodenfeuchtigkeit. Sie schützt den Unterbau vor Verschmutzung und Aufweichen durch eindringende Niederschläge, wodurch die langfristige Stabilität der Bahnanlagen gewährleistet wird. Andererseits stellt sie langfristig eine potenzielle Altlast dar, derer sich zukünftige Generationen entledigen werden müssen.

#### Bankett- und Gleisrandgestaltung

Bankette und Gleisrandbereiche mit einem grobkörnigen, feinmaterialfreien Aufbau von mindestens 50 cm Tiefe (z.B. mit Brechschotter 8/32 oder 16/32) hemmen das Pflanzenwachstum (siehe Abb. 33). Falls eine feinkörnigere Abdeckung zur Verbesserung der Begehrbarkeit notwendig ist (z.B. für Gehwege im Gleisbereich), hat sich eine tonwassergebundene oder kalkwassergebundene Schicht beispielsweise aus geschlammtem, gebrochenem Kiesel sand bewährt. Durch den Einbau von Trennvliesen oder anderen Barrieren kann zusätzlich das seitliche oder unterirdische Einwachsen von Pflanzen gebremst werden.

#### Seitliche Hindernisse

Aufwuchshemmend gebaute Randbereiche und Bankette sind effektive Barrieren gegen unerwünschten Pflanzen einwuchs im lastabtragenden Gleisbereich. Ihre Wirksamkeit wird durch den Einbau von seitlichen Hindernissen wie Kabelkanälen, Bankethalterungen oder auch Trennvliesen erhöht. In jedem Fall muss jedoch die Entwässerung des Gleiskörpers ohne Wasserstau sichergestellt sein.



**Abb. 33:** Ein grobkörnig aufgebautes Bankett bildet gemeinsam mit einem grasbewachsenen und regelmässig gemähten Übergangstreifen eine ideale Vegetationssperre gegen Problem-pflanzen.

#### Sickerbetonriegel

Sickerbetonriegel können je nach Situation eine sinnvolle Barriere gegen einwachsende Pflanzen sein, besonders beim Umbau bestehender Strecken. Sie dürfen das Mähen des angrenzenden Grünstreifens nicht beeinträchtigen.

#### Einbau von Unkrautvliesen und Folien

Insbesondere bei der Sanierung von Banketten und Gleisrandbereichen, wo kein tiefer Aushub gemacht wird, ist der Einbau von überdeckten, unverrottbaren und witterungsbeständigen Unkrautvliesen oder -folien eine kostengünstige und effektive den Bewuchs verzögernde Massnahme (siehe Abb. 34). Nicht alle Vliese und Folien sind jedoch geeignet und bieten einen 100 %-igen Schutz, da gewisse Problempflanzen durchwachsen können. Beim Einbau ist eine seitliche Entwässerung des Schotterbettes sicherzustellen und die Trennvliese/Folien müssen mit ca. 10–20 cm Material überdeckt werden.



**Abb. 34:** Einbau einer Folie zwischen Kabelkanal und Lärmschutzwand

### Wasserrückstau verhindern

Wird das Versickern oder das Abfließen von Wasser behindert, so kann sich auch im Schotterbett ein umfangreicher Pflanzenbewuchs etablieren. Ein typisches Beispiel sind die oft auf Gleisanlagen anzutreffenden Schachtelhalmkulturen. Unebenheiten im Planum oder seitlich neben dem Gleis vorhandene Hindernisse, die zu einem Wasserrückhalt führen, sind deshalb konsequent zu vermeiden.

### Begrünung statt Bekämpfung

Durch die Begrünung des extensiven Bereichs entsteht eine Pflanzenkonkurrenz, die das Aufkommen von Problempflanzen erheblich einschränkt. Die Begrünung kann durch Heusaat oder spezielle Samenmischungen erfolgen, wobei diese auf den Standort abgestimmt sein sollten.

Nach Abschluss von Bauarbeiten müssen Brachflächen mit einer dem Standort angepassten Samenmischung und idealerweise im Frühjahr begrünt werden. Eine «Selbstbegrünung» ist nicht zu empfehlen, da hieraus oft Pflanzenbestände mit einem hohen Anteil an Problemarten hervorgehen.

Im Gleisbereich wird eine nachträgliche aktive Begrünung in der Regel nicht empfohlen. Eine erfolgreiche Ansiedlung der Wunschvegetation ist zeitaufwändig und mit hohen Unterhaltskosten verbunden und steht oft in Konflikt mit der Sicherheit und der Inspizierbarkeit der Bahnanlagen. Ausnahmen können Abstellgleise sein, wo mit entsprechenden Vorbereitungsmaßnahmen eine aktive Begrünung im Gleisbereich unter gewissen Bedingungen und mit einer regelmässigen Pflege möglich ist.

### Gummimatten als temporäre Massnahme gegen Bewuchs

Abdecklösungen mit witterungsbeständigen Gummimatten mit einer Stärke von 8 bis 12 mm können einen guten Schutz gegen unerwünschten Bewuchs bieten. Und zwar insbesondere dann, wenn ein bestehender Pflanzenbewuchs aus Sicherheitsgründen nicht tolerierbar ist. Abdecklösungen mit Gummimatten sind jedoch nur als befristete und kleinräumige Übergangslösung zu wählen, wenn andere Massnahmen zur Verhinderung von Bewuchs (z.B. neuer Bodenaufbau) oder zur Kontrolle von Bewuchs (z.B. regelmässiges Mähen) unverhältnismässig sind.

Die Matten sind je nach Situation mit Erdnägeln o.Ä. zu sichern, um Stolpergefahren zu verhindern und damit die Matten durch Wind, Sturm oder vorbeifahrende Fahrzeuge nicht weggerissen werden können. In der Regel werden die Gummimatten nicht überdeckt, um einen raschen Rückbau zu gewährleisten.



Abb. 35: Gummimatten um Zwergsignal

### Schotterreinigung

In einem sauberen, trockenen Schotterbett ohne Feinmaterial ist Pflanzenwachstum, abgesehen von unterirdisch einwachsenden Arten, nahezu unmöglich. Die Schotterreinigungsmaschinen entfernen den verschmutzten Schotter mit einer Schürfkette oder einem Becherwerk, reinigen ihn mechanisch und bauen ihn anschliessend wieder ein. Durch die Reinigung kann somit präventiv Pflanzenwachstum verzögert werden.

### Absaugverfahren

Beim Absaugverfahren entfernen grosse Sauganlagen resp. Saugfahrzeuge oberflächlichen Schmutz wie Zigarettenstummel, Abfälle, Laub und zum Teil auch Feinmaterial aus dem Schotterbett. Dies trägt präventiv gegen die Verkrautung der Gleise bei. Das Kosten-Nutzen-Verhältnis ist jedoch nur in spezifischen Situationen angemessen.

### Stopfen

Durch Stopfen der Gleise wird angesammeltes Feinmaterial (z.B. Brems sand) in die Tiefe des Schotters befördert. Dies trägt präventiv dazu bei, Pflanzenbewuchs zu verzögern.

### Konsequente Entfernung von Problempflanzen im Umfeld der Bahnanlagen

Die konsequente Bekämpfung von problematischen Pflanzen im Umfeld von Bahnanlagen (extensive Unterhaltszone) ist entscheidend, um unerwünschten Pflanzenbewuchs im Gleisbereich zu verhindern. Dazu gehören insbesondere zu Wurzelausschlägen neigende Gehölzarten oder stark absamende Problempflanzen, die auch im Schotter gedeihen können.



## Nachhaltige Vegetationskontrolle auf Wiesen und Weiden

### Analyse der Verunkrautung

Wiesen und Weiden – dazu gehören auch Sömmerungsflächen – setzen sich aus einer Vielzahl verschiedener Pflanzenarten zusammen, die unterschiedliche Ansprüche an Standort, Nutzung und Düngung stellen. Wenn immer möglich, sollte der Pflanzenbestand durch vorbeugende Massnahmen gesteuert werden. Die Hauptursache von verunkrauteten Graslandbeständen ist oft eine ungenügende Abstimmung von Nutzung und Düngung. Durch eine an den Standort und Pflanzenbestand angepasste und sorgfältige Bewirtschaftung kann einer Verunkrautung in den meisten Fällen vorgebeugt werden. Verunkrautete Bestände lassen sich mit einer Anpassung der Bewirtschaftung und etwas Geduld meistens wieder in nachhaltig stabile Bestände mit einer erwünschten Artenzusammensetzung zurückführen. Wichtig ist, die Ursachen einer Verunkrautung zu kennen und diese anzugehen.

Mögliche Ursachen für Verunkrautungen auf Wiesen und Weiden:

- ▶ Überdüngung: zu viel Gülle und Mist bezogen auf den Bedarf des Pflanzenbestandes
- ▶ Übernutzung: der Pflanzenbestand wird zu häufig geschnitten oder beweidet
- ▶ Einsatz schwerer Maschinen mit ungeeigneter Bereifung, Schlupf
- ▶ Narbenschäden durch zu tief eingestellte Mähwerke und Erntemaschinen oder bei starker Beweidung bei nassen Bedingungen
- ▶ Späte erste Nutzung kombiniert mit zu vielen Nährstoffen
- ▶ Zu geringer Weidedruck: wenig Weidetiere ohne Weidewechsel auf zu grosser Fläche
- ▶ Fehlende wirksame Weidepflege
- ▶ Tiefe Boden-pH-Werte können je nach Muttergestein und Niederschlagshäufigkeit einen wesentlichen Einfluss auf die Pflanzengesellschaften haben

Die Strategie zur Unkrautregulierung umfasst die Analyse des Ist-Zustands, die Identifizierung der Ursachen, das Festlegen von bestandeslenkenden Massnahmen und Umsetzen von Sanierungsschritten sowie die regelmässige Kontrolle und Anpassung der Massnahmen.

### 1. Analyse des Ist-Zustandes: Beurteilung von Wiesenbeständen

- ▶ Hilfsmittel: Merkblatt AGFF 8 Beurteilung von Wiesenbeständen

- ▶ Aufnahme und Beurteilung des vorhandenen Pflanzenbestandes
  - ▷ Welcher Anteil an erwünschten Pflanzenarten ist vorhanden? Welche Problempflanzen sind vorhanden und sollen zurückgedrängt werden?
- ▶ Beurteilung des Standorts
  - ▷ Welche Wiesenbestände und Pflanzenarten sind am Standort möglich und sollen gefördert werden?
- ▶ Festlegung des Zielbestandes in Abhängigkeit des Standorts und der Nutzung
  - ▷ Welche Arten sollen gefördert werden? Welche Arten sollen zurückgedrängt werden?

### 2. Welches sind die Ursachen der Verunkrautung?

Eine nachhaltige Verbesserung des Pflanzenbestandes ist nur möglich, wenn die Ursachen der Verunkrautung identifiziert und behoben werden können. Verantwortlich ist in vielen Fällen eine unangepasste Bewirtschaftung der Wiesen und Weiden oder eine nicht ideale Abstimmung von Nutzung und Düngung.

### 3. Festlegung von bestandeslenkenden Massnahmen

- ▶ Stufe der Verunkrautung bestimmen
- ▶ Grundsätzlich sollte immer versucht werden, den Pflanzenbestand durch eine Anpassung der Bewirtschaftung (Nutzung, Düngung) in eine gewünschte Richtung zu «lenken»
- ▶ Direkte Massnahmen wie mechanische oder chemische Regulierung sollten nur zum Einsatz kommen, wenn Problempflanzen Überhand nehmen oder sich der Bestand nicht mehr durch Bewirtschaftungsmassnahmen verbessern lässt

Weiterführende Informationen und zusätzliche Merkblätter sind auf der Wissensplattform eAGFF zu finden:

- [www.eagff.ch](http://www.eagff.ch) > Problempflanzen – Schädlinge – Pflanzenkrankheiten
- [www.eagff.ch](http://www.eagff.ch) > Downloads > Merkblätter AGFF > 5 Wiesenverbesserung
- [www.eagff.ch](http://www.eagff.ch) > Downloads > Merkblätter AGFF > 8 Beurteilung von Wiesenbeständen



Grad der Berunkrautung (Ist-Zustand)			Sanierungskonzept		
	Unkrautproblematik	Abstufung	Pflanzenbestand	Vorbeugende Massnahmen	Direkte Massnahmen
	Stufe 1	Stufe 1: Keine oder nur geringe, kaum störende Verunkrautung	<ul style="list-style-type: none"><li>• Ausgewogen oder gräserreich</li><li>• &gt; 30 – 50% starke Futtergräser</li><li>• Nur kleiner Anteil unerwünschter Pflanzen (z.B. Blacken)</li><li>• Dichte Pflanzendecke</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Gute futterbauliche Praxis fortführen</li><li>• Gezielte vorbeugende Massnahmen realisieren</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Nur Einzelpflanzen bekämpfen</li></ul>
	Stufe 2	Stufe 2: Mittlere, störende Verunkrautung	<ul style="list-style-type: none"><li>• Kräuterreich</li><li>• Maximal 30% Futterkräutern</li><li>• viele geringwertige Arten und Unkräuter / Ungräser</li><li>• Lückige Pflanzendecke</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Düngung/Nutzung anpassen</li><li>• Wo sinnvoll: Frühlings-/Mähweide</li><li>• Übersaaten, öfters umbrechen</li><li>• Kunstwiesen: umbrechen</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Einzelpflanzen mechanisch / chemisch bekämpfen</li><li>• Flächenbehandlung mit selektiven Herbiziden</li></ul>
	Stufe 3	Stufe 3: Vollständige Verunkrautung, „Sackgass-Bestand“	<ul style="list-style-type: none"><li>• Degenerierter Bestand</li><li>• &lt; 15% Futtergräser</li><li>• Problempflanzen-dominierend</li><li>• Verfilzte oder sehr lückige Pflanzendecke</li><li>• Viele Unkrautsamen im Boden</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Düngung / Nutzung für die Zukunft anpassen</li></ul>	<p>Einziger Ausweg: Wiesenerneuerung</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Umbruch und Neusaat</li><li>• Totalherbizid und Neuansaat</li></ul>
			Quelle: www.eaggf.ch		

Abb. 36: Strategie mit Verunkrautungsstufen und Sanierungskonzept

### Präventive Massnahmen

Verschiedene vorbeugende Massnahmen helfen, Wiesen und Weiden in einem erwünschten Zustand zu halten.

#### Frühlingsweide

In Wiesen mit reiner Schnittnutzung können Lücken entstehen, die von Unkräutern gefüllt werden. Eine frühzeitige Frühlingsweide mit grossflächiger Überweidung fördert die rasenbildenden Gräser und hilft, unerwünschte Kräuter zurückzudrängen.



Abb. 37: Frühjahrsweide mit Kühen

### Eggen und Striegeln im Frühjahr

Um den Abbau von totem Material zu beschleunigen und Mäusehäufen auszuebnen, können Wiesen im Frühjahr mit der Wiesenegge oder dem Striegel gepflegt werden. Die Pflege fördert die Bestockung der Gräser und damit das Schliessen von Lücken. Damit die Pflege wirksam ist und die vorhandenen erwünschten Gräser nicht schädigt, müssen die Geräte richtig eingestellt sein. Eine Pflege im Frühjahr kann auch mit einer Übersaat kombiniert werden.



Abb. 38: Traktor mit Wiesenegge auf dem Feld

### Reine Weidenutzung mit Schnittnutzung ergänzen

Mehrjährige reine Weidenutzung kann zu ungleichmässig genutzten Flächen führen und zur Folge haben, dass sich unerwünschte Arten stark ausbreiten. Eine gelegentliche Mahd hilft dabei, Problempflanzen zu unterdrücken und Futtergräser zu fördern. Um eine gleichmässige Beweidung der Fläche sicherzustellen, muss der Weidedruck hochgehalten werden.

### Unkräuter nicht versamen lassen

Eine frühzeitige Nutzung verhindert die Samenbildung von Unkräutern. In extensiv genutzten Flächen sollten die Blütenstände von Problemunkräutern vor der Blüte abgeschnitten und entsorgt werden. Bei unerwünschtem Aufwuchs hilft ein Säuberungsschnitt.

### Verbuschung vermeiden

Im Berggebiet verhindert eine angepasste Beweidungsintensität die Verbuschung. Falls Problempflanzen in die Weiden einwachsen, sollten diese regelmässig gemäht werden. Gefährdete Flächen werden, wenn möglich, als Mähweide genutzt. Direkte Regulierungsschritte anwenden, wenn präventive Massnahmen nicht ausreichen.



Abb. 39: Beginn der Verbuschung durch Adlerfarn

## Monitoring und Controlling von Problempflanzen

Die Überwachung der zu pflegenden Flächen sowie die genaue Beurteilung von Schadenssituationen sind zentrale Bestandteile eines nachhaltigen Pflanzenschutzes.

Ein effektives Monitoring- und Kontrollsystem ist unerlässlich, um Problempflanzen, insbesondere invasive Neophyten und ausdauernde Wurzelunkräuter, frühzeitig zu erkennen und gezielt zu bekämpfen. Da schon einzelne Pflanzen innerhalb weniger Jahre erhebliche Schäden verursachen können, sind regelmässige Kontrollgänge wichtig. Früherkennung ermöglicht eine ressourcenschonende Bekämpfung und reduziert den Aufwand langfristig (siehe Abb. 40).

### Die vier Phasen der Invasion

Die biologische Invasion, also die Einwanderung und Ausbreitung einer Art in einem Gebiet, in dem sie nicht heimisch ist, verläuft meistens in verschiedenen Phasen. Nach der Einführung folgt die Etablierung, in der sich die Art ohne direkte menschliche Mithilfe vermehren und halten kann. Die eingebürgerte Population kann dann rasch exponentiell zunehmen (Ausbreitung). Es ist wichtig, die verschiedenen Phasen der Invasion zu kennen, um frühzeitig und gezielt zu reagieren, den Bekämpfungsaufwand zu minimieren und langfristige Schäden zu vermeiden. Die Dynamik einer biologischen Invasion beschreibt die Ausbreitung invasiver Neophyten, kann jedoch ebenso auf die Verbreitung einer Art innerhalb einer spezifischen Fläche angewendet werden.

Jede Bekämpfungsmethode sollte eine nachfolgende Kontrollphase beinhalten. In dieser Phase werden Stockausschläge, Ausläufer (vegetative Vermehrung) und neue Sämlinge (generative Vermehrung) überwacht und gezielt bekämpft. Da die Samen vieler invasiver Arten über mehrere Jahre im Boden überdauern können, ist eine kontinuierliche mehrjährige Überwachung notwendig, um eine erneute Ausbreitung zu verhindern.

### 💡 Berufkraut

Eine einzelne Pflanze kann 10'000 bis 50'000 Samen produzieren, die bis zu 5 Jahre lang keimfähig bleiben. Die Blütezeit erstreckt sich von März bis Oktober. Daher ist eine mehrmalige Kontrolle der Fläche im Verlauf des Jahres unerlässlich.

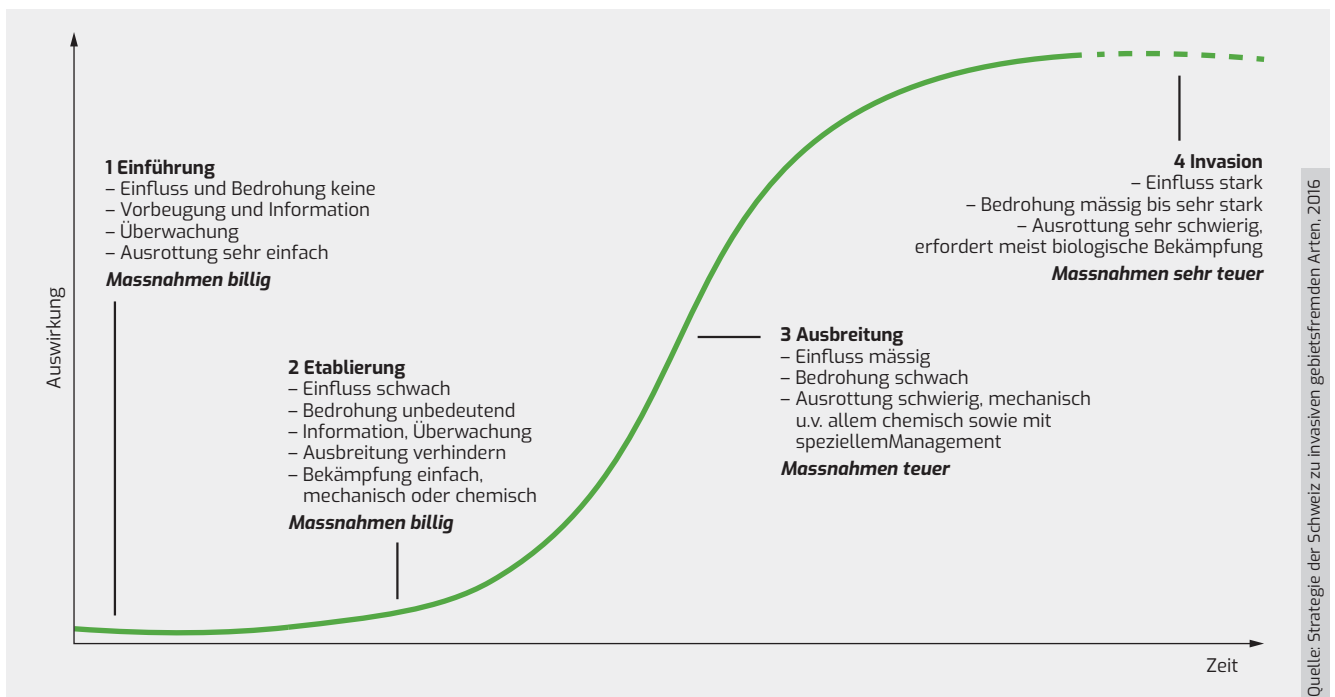


Abb. 40: Die vier Phasen der Invasionsdynamik

### Tools zur Überwachung von Neophytenbeständen

**Kantonale GIS-Systeme:** Viele Kantone bieten Geoinformationssysteme (GIS) an, die zur Erfassung und Überwachung von Neophyten eingesetzt werden können. Diese Systeme bieten oft interaktive Karten und Tools zur Planung und Auswertung von Kontrollmassnahmen.

**InvasivApp:** Eine praktische mobile App, die zur Meldung und Dokumentation von invasiven Pflanzen verwendet werden kann. Nutzende können Beobachtungen direkt über ihr Smartphone eintragen, was eine schnelle und unkomplizierte Datensammlung ermöglicht.

➔ [www.infoflora.ch](http://www.infoflora.ch) > Mitmachen > Daten melden > Apps > Invasivapp

**Automatisierte Erfassung invasiver Neophyten:** Besonders entlang von Autobahnen und anderen schwer zugänglichen Bereichen kann die automatisierte Erfassung invasiver Pflanzenarten, z.B. durch Drohnen oder spezielle Sensortechnik, eine effektive Lösung sein. Ein Beispiel hierfür sind die Projekte der WSL (Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft).

➔ [www.wsl.ch](http://www.wsl.ch) > Projekte > Automatisierte Erfassung invasiver Neophyten an Autobahnen



# 5

## **Problempflanzen und deren direkte Bekämpfung**

# 5. Problempflanzen und deren direkte Bekämpfung

## Unkräuter, Beikräuter, Problempflanzen

### Begriffserklärung

Trotz vorbeugender Massnahmen können im Grünland sowie auf Verkehrs- und Siedlungsflächen unerwünschte Pflanzen aufkommen. Diese können wirtschaftliche Einbussen verursachen, indem sie Kulturpflanzen um Platz, Licht, Nährstoffe und Wasser konkurrenzieren, Belagschäden hervorrufen oder ein Sicherheitsrisiko darstellen. Spontan aufkommende Pflanzen haben aber durchaus einen Nutzen. Sie dienen Insekten als Nahrungsquelle und Lebensraum, verbessern die Bodenstruktur und verhindern durch ihre Wurzeln oder ihre Bodenbedeckung bei Regen die Erosion. Deshalb wird heute statt von Unkräutern eher von Beikräutern, Begleitflora oder Spontanvegetation gesprochen. Es geht nicht darum, möglichst alle Beikräuter zu vernichten, sondern eine Regulierung zur Vermeidung von Schäden mit Hilfe wirtschaftlich und ökologisch vertretbarer Methoden anzustreben. Das Regulieren (oder Lenken) erfordert spezifische Kenntnisse hinsichtlich folgender Elemente:

- ▶ Art und Ausmass des Schadens, respektive Nutzen der Beikräuter
- ▶ Eigenschaften und Verhalten der Spontanvegetation (Biologie und Ökologie)
- ▶ Eigenschaften der Kulturpflanzen im Hinblick auf Unkrautkonkurrenz und Bekämpfungsmöglichkeiten
- ▶ Massnahmen zur Bekämpfung oder Lenkung der Unkrautbestände

Kommt trotz vorbeugender Massnahmen unerwünschter Bewuchs auf, sollte dieser zuerst mit nichtchemischen Methoden bekämpft werden. Welche dieser Methoden zum Einsatz kommen, hängt von der Kultur, dem Unkrautdruck, Flächentyp, den vorhandenen Ressourcen und zur Verfügung stehenden Geräten ab.

Der Begriff **Problempflanzen** wird nicht einheitlich definiert. In der Folge werden damit v.a. Beikräuter und Gehölze bezeichnet, die ökologische, gesundheitliche oder wirtschaftliche Probleme verursachen können. Dazu gehören sowohl einheimische wie auch gebietsfremde Arten (siehe Titel «Invasive Neophyten» auf der Seite 63). Nicht alle unerwünschten Pflanzen sind Problempflanzen.

- ➔ Mehr Informationen zu Problempflanzen gemäss Direktzahlungsverordnung finden Sie unter dem Titel «Ausgewählte Problempflanzen auf Wiesen und Weiden im Tal- und Alpgebiet» auf der Seite 61.

### ⚡ Unterschied biologische Bekämpfung und im Biolandbau zugelassene Massnahmen

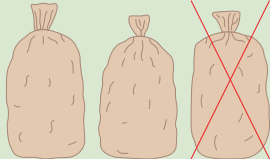
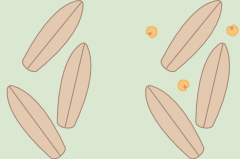
Die biologische Bekämpfung bezeichnet den gezielten Einsatz biologischer Mittel zur Regulierung von Schädlingen und Krankheiten wie beispielsweise den Einsatz von Nützlingen oder Pheromonen. Bei der Unkrautbekämpfung stehen nicht biologische Mittel im Vordergrund, sondern Massnahmen, die im Biolandbau zugelassen sind. Diese sind umfassender und beinhalten neben der biologischen Bekämpfung auch mechanische und präventive Massnahmen sowie die Verwendung zugelassener chemisch-mineralischer Stoffe (z.B. Schwefel oder Kupfer).

### Negative Auswirkungen

Die schädlichen Auswirkungen von unerwünschten Pflanzen unterscheiden sich zwischen den Bereichen und Flächentypen. Auf Wiesen und Weiden spielen kurzfristige Schäden wie qualitative und quantitative Ertragseinbussen durch Verdrängung, Beschattung, Nährstoffentzug und Fremdbesatz des Ernteguts eine wichtige Rolle.



Tab. 9: Ertragseinbussen aufgrund von Beikräutern

Ertrag	Erntegut
<p>Weniger Ertrag durch:</p>  <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Verdrängung (Platzkonkurrenz)</li> <li>▶ Beschattung (Lichtkonkurrenz)</li> <li>▶ Entzug von Nährstoffen (Nährstoffkonkurrenz)</li> <li>▶ Entzug von Wasser (Wasserkonkurrenz)</li> </ul>	<p>Schlechtere Qualität durch:</p>  <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ höhere Feuchte</li> <li>▶ Fremdbesatz (Unkrautsamen, Pflanzenteile)</li> <li>▶ Giftstoffe</li> </ul>

Durch das Versamen und die vegetative Vermehrung von Unkräutern entstehen nicht nur in der Landwirtschaft, sondern auch an Strassen- und Bahnböschungen sowie auf befestigten Flächen langfristige Schäden. Sich rasch ausbreitende Problempflanzen verdrängen einheimische Arten und gefährden dadurch die Biodiversität. Die Wurzeln aufkommender Gehölze können Mauern, Brücken und befestigte Beläge destabilisieren. Zudem dienen Beikräuter auch als Wirte oder Zwischenwirte bestimmter Krankheiten und Schädlinge. Darüber hinaus können Problempflanzen auch gesundheitliche Risiken mit sich bringen. Ambrosia beispielsweise löst bei empfindlichen Personen starke Allergien aus, während der Riesenbärenklau bei Hautkontakt in Kombination mit Sonnenlicht schwere Verbrennungen verursachen kann. Ein dichter Filz der Gemeinen Risse kann auf steilen Flächen die Tragfähigkeit des Bodens verringern und dadurch das Unfallrisiko für landwirtschaftliche Maschinen erhöhen.

### Lebenszyklen und Vermehrungsstrategien

Pflanzen können je nach ihrer Lebensdauer und Vermehrungsstrategie in einjährige, zweijährige und mehrjährige Arten unterteilt werden. Diese Einteilung ist nicht nur für die Botanik, sondern auch für die praktische Unkrautregulierung wichtig. Während einjährige Pflanzen ihre gesamte Energie auf die Samenproduktion konzentrieren, entwickeln mehrjährige Pflanzen spezielle Reserveorgane, die ihnen ein längeres Überleben und erneutes Wachstum ermöglichen.

### Einjährige Pflanzen

Die Entwicklung von der Keimung bis zur Samenreife ist innerhalb von 12 Monaten abgeschlossen = einjährige (annuelle) Pflanzen. Diese Pflanzen blühen während ihrer Lebensdauer nur einmal, die Vermehrung erfolgt über Samen, weshalb sie auch als Samenunkräuter bezeichnet werden. Dazu gehören zum Beispiel Ackersenf, Holzzahn, Gänsefußarten, Franzosenkraut und Hirsen.

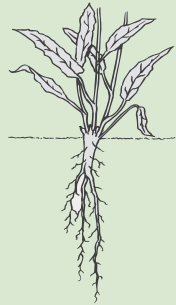
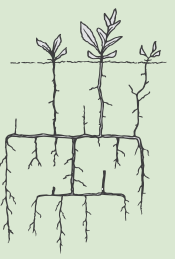

### Zweijährige Pflanzen

Diese keimen im Frühjahr bis Sommer und bilden im ersten Jahr einen vegetativen Spross (z.B. Blattrosette). Blüte und Fruchtbildung finden im zweiten Jahr statt. Als Beispiel kann die Wilde Möhre genannt werden.

### Ausdauernde (mehrjährige) Pflanzen

Diese blühen im Gegensatz zu den einjährigen Pflanzen mehrmals und besitzen ein Reserveorgan (z.B. Wurzel, Stängelausläufer, Knollen), das während der Vegetationsperiode mit Reservestoffen wie Glukose (Traubenzucker) und Stärke aufgefüllt wird. Im Frühjahr werden die angelegten Reserven mobilisiert, die dann die notwendige Energie für den Austrieb liefern. Ausdauernde Unkräuter können also während mehrerer aufeinanderfolgender Jahre zur Blüte und zur Samenbildung kommen. Neben dieser geschlechtlichen (generativen) Vermehrung ist auch die vegetative Vermehrung wichtig. Diese kann einerseits durch abgewandelte Stängelorgane (unterirdische Ausläufer) oder andererseits durch abgewandelte Wurzelorgane erfolgen.

Tab. 10: Wichtige mehrjährige Unkräuter und ihre Reserveorgane

Blacke	Ackerkratzdistel	Quecke
		
Pfahlwurzel	Wurzelausläufer	Stängelausläufer (Rhizome)

### Unkrautgruppen

Abgeleitet von der Art der Vermehrung und der Lebensdauer kann für die praktische Regulierung eine Einteilung in folgende vier Gruppen erfolgen.

**Tab. 11: Einteilung der Unkräuter für die praktische Regulierung**

<b>Unkräuter</b>	<b>Ungräser</b>
Zweikeimblättrige/ Dikotyle	Einkeimblättrige/ Monokotyle
<b>Samenunkräuter</b> (einjährige zweikeimblättrige Arten) z. B. Ehrenpreis, Ackerstiefmütterchen	<b>Samenungräser</b> (einjährige einkeimblättrige Arten) z. B. Windhalm, Hirsen
<b>Ausdauernde Wurzelunkräuter</b> (ausdauernde/mehrjährige zweikeimblättrige Arten) z. B. Blacke, Ackerkratzdistel	<b>Ausdauernde Wurzelungräser</b> (ausdauernde/mehrjährige einkeimblättrige Arten) z. B. Quecke

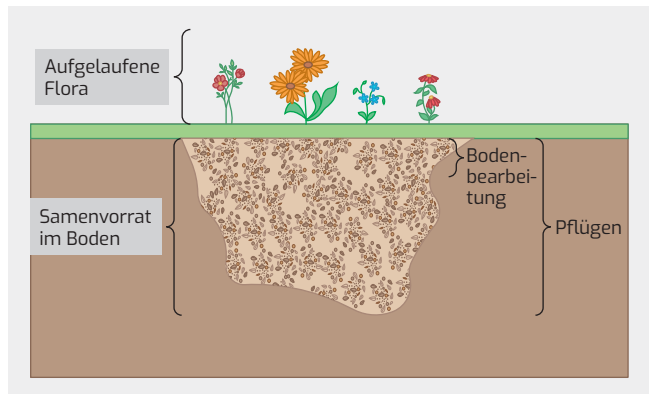
### Samenproduktion und Lebensdauer der Samen

Unter idealen Bedingungen (freistehende Einzelpflanze, genügend Wasser und Nährstoffe) können gewisse Unkräuter eine immense Anzahl an Samen produzieren. So können Amarant bis zu 1 Mio., das Kanadische Berufkraut bis zu 240 000 und der Klatschmohn bis zu 80 000 Samen produzieren. Wie problematisch sich die Samenproduktion auswirkt, hängt u.a. von der Mobilität der Samen und der Konkurrenz (untereinander oder durch Kulturpflanzen) ab.

Tab. 12 gibt eine Übersicht über die Samenproduktion und Lebensdauer der Samen einer Auswahl von Unkräutern.

### Samenvorrat im Boden

Da die meisten Unkrautsamen über eine längere Zeitperiode keimfähig bleiben, sammeln sie sich im Boden an. Die Anzahl der Samen schwankt stark und ist abhängig von Bodenart, Bodenbearbeitung und Unkrautbekämpfung. Versuche haben gezeigt, dass die Samenvorräte in den obersten 25 cm zwischen 6000 und 22 000 keimfähigen Samen pro m<sup>2</sup> schwanken. Der Samenvorrat im Boden bietet die Grundlage dafür, welche Unkrautpopulation sich daraus entwickelt und sich möglicherweise negativ auf die Kulturen auswirken kann. Von diesem Samenvorrat keimen jedes Jahr nur wenige Prozent. Untersuchungen von Agroscope haben gezeigt, dass je nach Unkrautart und klimatischen Bedingungen 6 % bis 28 % des Samenvorrats keimen. Die restlichen Samen verbleiben in der sogenannten «Samenruhe» (Dormanz) und können später noch keimen. Die aufgelaufenen, auf der Bodenoberfläche sichtbaren Unkräuter stellen also nur die Spitze des Eisbergs dar.



**Abb. 41:** Die im Feld beobachteten aufgelaufenen Unkräuter sind nur die Spitze des Eisbergs. Der Samenvorrat im Boden ist viel höher

**Tab. 12: Samenproduktion und Lebensdauer der Samen von ausgewählten Unkräutern**

<b>Pflanzenart</b>	<b>Ungefähre Samenzahl je Pflanze</b>	<b>Lebensdauer der Samen im Boden (Jahre)</b>
Rote Taubnessel	60–300	ca. 5
Vogelmiere	2000–20 000	30
Einjähriges Rispengras	ca. 450	> 65
Windhalm	1000–12 000	1–4
Ackerfuchsschwanz	80–2000	11
Ackersenf	50–250	> 35
Weisser Gänsefuss	3000–6000	40
Schwarzer Nachtschatten	ca. 500	> 40
Ampfer-Knöterich	800–850	> 30
Franzosenkraut	> 5000	> 10
Hühnerhirse	200–500	11
Bluthirse	bis 2000	3
Ackerkratzdistel (mehrjährig)	4000–6000	25
Blacke (mehrjährig)	3000–7000	50–60








## Ausgewählte Problempflanzen auf und an Strassen, Wegen und Plätzen

Auf und entlang von Strassen und Wegen sowie auf Plätzen und Grünflächen im Siedlungsgebiet sind teilweise andere Beikräuter relevant als in der Landwirtschaft oder

entlang von Gleisanlagen. Ihre chemische Bekämpfung ist in vielen Fällen nicht erlaubt.

➤ Weitere Problemarten werden unter dem Titel «Invasive Neophyten» auf der Seite 63 behandelt.

**Tab. 13: Ausgewählte Problempflanzen auf Strassen, Wegen und Plätzen und ihre Bekämpfung**

Problempflanze	Beschrieb	Gefahr/ Beeinträchtigung	Physikalische Bekämpfung	Chemische Bekämpfung
<b>Löwenzahn</b> 	Tiefwurzelnde, ausdauernde krautige Pflanze	Stolper- oder Rutschgefahr auf Trottoirs	Auskratzen; abtrimmen; ausstechen; thermische Methoden	Auf Verkehrsflächen nicht erlaubt; mechanische Methode wirksam
<b>Breitwegerich</b> 	Ausdauernde krautige Pflanze; 10–30 cm hoch	An heiklen Stellen Rutschgefahr	Auskratzen; abtrimmen; ausstechen; thermische Methoden	Auf Verkehrsflächen nicht erlaubt
<b>Ackerschachtelhalm</b> 	Ausdauernde Pflanze; bis 30 cm hoch; weitverzweigte Wurzel ausläufer	Keine Gefahr; kann an feuchten Stellen an Böschungen recht grosse Bestände bilden; optische Beeinträchtigung in Zierbeeten	Regelmässiges Abmähen und Einsäen von konkurrenzstarken Gräsern; Verdichtung des Bodens beheben	Auf Verkehrsflächen nicht erlaubt; in Zierkulturen chemische Bekämpfung wenig wirkungsvoll
<b>Grosse Brennnessel</b> 	Ausdauernde krautige Pflanze mit weitverzweigten unterirdischen Ausläufern; Nährstoffzeiger	Brennhaare an Blättern und Stielen; konkurrenzstark	Regelmässiges Zurückschneiden	Einzelstockbehandlung auf bewachsenem Boden oder in Pflanzung möglich
<b>Zaunwinde, Ackerwinde</b> 	Ausdauernde krautige Pflanze; mit bis zu 1 m langen, am Boden oder auf Stützpflanzen windenden Stängeln	Ästhetisches Problem	Jäten; regelmässig mit Schnitt plagen	Auf Verkehrsflächen nicht erlaubt; auf Grünflächen bedingt möglich
<b>Gehölze wie Weiden, Pappeln, Eschen, Ahorn</b>	Gehölze mit Stockausschlag und starken Wurzeln	Wurzeldruck; Schäden an Belägen und Bauwerken	Frühes Ausrupfen; Sträucher/ kleine Bäume mit Strauchzange entfernen; ringeln (inkl. Wurzelbrut)	Strunkbehandlung durch Auftupfen oder Pinseln, ideal im Herbst







## Ausgewählte Problempflanzen auf und an Gleis- und Bahnanlagen

Auf und entlang von Bahnanlagen sind Pflanzen im Schotterbereich generell nicht erwünscht. In nachstehender Tabelle sind ausgewählte Arten aufgeführt, die entlang von Bahnanlagen die Sicherheit gefährden können.

➤ Weitere Problemarten werden unter dem Titel «Invasive Neophyten» auf der Seite 63 behandelt.

Tab. 14: Ausgewählte Problempflanzen auf und entlang von Gleisanlagen und ihre Bekämpfung

Problem-pflanze	Beschrieb	Gefahr/ Beeinträchtigung	Physikalische Bekämpfung	Chemische Bekämpfung
Nachtkerzen 	Hochwachsende krautige Pflanze mit Pfahlwurzeln; zweijährig; Verbreitung durch Samen	Verdecken der Sicht auf Anlagen und Signale; Stolpergefahren; Einschränkung der Elastizität des Schotters	Ausreissen; Samenstände entfernen	Einzelstockbehandlung als letzte Massnahme
Storchenschnabel 	Krautige, oft unangenehm riechende Pflanze; zweijährig; 10–50 cm hoch; teils in dichten Ansammlungen	Stolpergefahr; Humusierung des Schotters; Problem bei dichten Ansammlungen	Ausreissen; Mähen	Nicht erlaubt, da eine reduzierte Wirksamkeit besteht
Schilf 	Ausdauernde Pflanze (1–4 m hoch) mit langen unterirdischen Ausläufern; Vermehrung durch Wurzelstücke	Verdecken der Sicht auf Anlagen und Signale; Stolpergefahr; Einschränkung der Elastizität des Schotters; unterirdisch aus ungepflegten Böschungen in den Gleisbereich einwachsend (gilt für alle Pflanzen mit unterirdischen Ausläufern)	Aufwendiges Jäten; Mähen im Juni/Juli (Reservenspeicher leeren); evtl. 2. Schnitt im Herbst	Einzelstockbehandlung als letzte Massnahme; Behandlung des kniehohen Wiederaustriebes im Bankett ab Ende August
Schachtelhalm 	Ausdauernde Pflanze mit dichtem Wuchs; problematisch in Ansammlungen	Verdecken der Sicht auf Anlagen und Signale; Stolpergefahr	Mehrmaliges Mähen zur Eindämmung; endgültige Entfernung durch bauliche Massnahmen (z. B. Drainage)	Nicht erlaubt; chemische Bekämpfung unwirksam; fördert ihn sogar, da Konkurrenzpflanzen entfernt werden



Tab. 14: Ausgewählte Problempflanzen auf und entlang von Gleisanlagen und ihre Bekämpfung (Fortsetzung)

Problempflanze	Beschrieb	Gefahr/ Beeinträchtigung	Physikalische Bekämpfung	Chemische Bekämpfung
<b>Brombeere</b> 	Ausdauernde Pflanze mit bis zu 7 m langen Ausläufern; Vermehrung durch Ranken, Wurzelstücke und Samen	Verdecken der Sicht auf Anlagen und Signale; Stolpergefahr (gilt für alle Kletterpflanzen)	Ausreissen mit möglichst vielen Wurzeln, ideal im Sommer; Mähen im Juni/Juli (Reservespeicher leeren), evtl. 2. Schnitt im Herbst	Einzelstockbehandlung als letzte Massnahme; Behandlungen selten vollständig wirksam
<b>Rosmarin-Weidenröschen</b> 	Krautiger Halbstrauch; unten verholzend; lange Pfahlwurzel; potenziell gefährdet (IUCN-Status)	Verdecken der Sicht auf Anlagen und Signale; Stolpergefahr	Mit möglichst vielen Wurzeln ausreissen	Einzelstockbehandlung als letzte Massnahme
<b>alle verholzenden Pflanzen (Bäume und Sträucher)</b> 	z.B. Flieder, Götterbaum, Ahorn, Pappel, Esche, Essigbaum, Hartriegel, Akazie, Robinie etc.	Beschädigungen der Anlagen; Einschränkung der Elastizität des Schotters; Reduktion der Lebensdauer; Stolpergefahr; Wurzelbrut	Frühes Ausrupfen; Sträucher/ kleine Bäume mit Strauchzange entfernen; ringeln (inkl. Wurzelbrut)	Einzelstockbehandlung als letzte Massnahme; Strunkbehandlung (Injektion, Auftupfen, Pinseln), ideal im Herbst








## Ausgewählte Problempflanzen auf Wiesen und Weiden im Tal- und Alpgebiet

Auf Wiesen und Weiden ist der Unkrautbegriff relativ. Ob eine Art als Problempflanze gilt, hängt im Wesentlichen von ihren Eigenschaften und ihrer Abundanz (Pflanzendichte) ab. In geringen Bestandesanteilen ist z.B. das Vorkommen von Löwenzahn wünschenswert, da er verzehrsfördernd wirkt. In höheren Anteilen hingegen gilt er als Problempflanze, da er auf einen lückigen Bestand hindeutet. Spezifische Merkmale (z.B. Toxizität, Vermehrungspotenzial, Platzräuber) einzelner Arten führen aber dazu, dass sie als absolute Unkräuter gelten. Unabhängig von ihrer Abundanz sollten sie mit der Nutzung zurückgedrängt und bei Bedarf direkt bekämpft werden. Typische Problempflanzen der Wiesen und Weiden sind in der untenstehenden Tabelle aufgeführt.

➤ Weitere Problemarten werden unter dem Titel «Invasive Neophyten» auf der Seite 63 behandelt.




Gemäss DZV zählen im **Sömmerungsgebiet** Blacken, Ackerkratzdisteln, Weisses Germer, Jakobskreuzkraut und Alpenkreuzkraut zu den Problempflanzen. Auf **Biodiversitätsförderflächen (BFF)** gelten Blacken, Ackerkratzdisteln und Jakobskreuzkraut als Problempflanzen.

Tab. 15: Ausgewählte Problempflanzen auf Wiesen und Weiden und ihre Bekämpfung

Problempflanze	Beschrieb	Gefahr/ Beeinträchtigung	Physikalische Bekämpfung	Chemische Bekämpfung
<b>Jakobskreuzkraut</b> 	Krautige zwei- bis mehrjährige Pflanze; 30–100 cm hoch; Blätter unterschiedlich tief eingeschnitten; zerriebene Blätter stinken; Vermehrung durch Flugsamen	Stark giftig für Tiere; insbesondere für Pferde und Rindvieh; Samen haben hohe Keimrate (siehe auch Alpen- und Wasserkreuzkraut)	Versamen vermeiden; vor Blühbeginn abschneiden und Schnittgut entfernen; mind. 3 Jahre lang wiederholen; Einzelpflanzen ausstechen oder ausreissen und entsorgen	Einzelstock- oder Nesterbehandlung als letzte Massnahme (auch auf BFF erlaubt) im Rosettenstadium
<b>Borstenhirse</b> 	Graugrüne ausdauernde Pflanze; 10–50 cm hoch; Blätter 5 bis 15 mm breit; grannenartige Borsten	Gesundheitsschädigendes Ungras; verletzt Lippen und Gaumen; wird vom Vieh gemieden; starke Vermehrung in den Sommermonaten; verdrängen vorhandene Gräser	Wiesen nicht tief schneiden (Sommermonate); Lücken in der Grasnarbe vermeiden; keine Verschleppung von Samen	Nicht erlaubt
<b>Borstenhirse</b> 	Ausdauernd; 30–60 cm hoch (ohne Stängel); bis 150 cm hoch (mit Stängel und Blütenstand); in ersten Jahren nach der Keimung nur Blätter; auf wenig intensiv genutzten Dauerweiden	Stark giftige Pflanze; alle Pflanzenteile enthalten Alkaloide; Vieh frisst sie im Normalfall nicht; Beeinträchtigung des Flächenertrags	Aufwändiges Jäten mit Wurzelstock (Blackeneisen, Pickel); mind. zweimal pro Jahr mähen während 2–3 Jahren, Schnittgut entfernen; Versamung verhindern	Einzelstockbehandlung nur wenn die Ursachen behoben werden; auf BFF-Flächen nicht erlaubt
<b>Herbstzeitlose</b> 	Ausdauernde Knollenpflanze; tulpenähnliche Blätter im Frühling; hellviolette Blüten im Herbst; 8–25 cm hoch	Ausgeprägte Giftpflanze; gefährlich in Grünfutter, Silage und Dürrfutter; in Feuchtwiesen Zeigerpflanze für Biodiversität der Qualitätsstufe II	Pflanze inklusive Knolle ausgraben; Frührschnitt bei 20 cm Blattohöhe, wiederholen, Schnittgut entsorgen; evtl. in Widerspruch mit Nutzungsvorschriften von BFF- oder Naturschutzflächen = abklären	Einzelstockbehandlung als letzte Massnahme unter Auflagen erlaubt (auch BFF); auf voll entwickelten Blätter zulässig; verboten auf Streueflächen
<b>Wiesen-Blacke (Sumpflätriger Ampfer)</b> 	Krautige ausdauernde Pflanze; 50–120 cm hoch; breite Blätter; lange Pfahlwurzel; Vermehrung über Samen; nährstoffliebend und konkurrenzstark	Schmälerung des Futterertrags; hohes Verbreitungspotenzial; bis zu 60 000 Samen pro Pflanze, diese sind bis zu 50 Jahre lang keimfähig	Prävention: dichte und unverletzte Grasnarbe erhalten; ausstechen mind. 12 cm tief (Blackeneisen); Versamung verhindern	Einzelstockbehandlung mit selektiven gräser- und klee-schonenden Wirkstoffen; Applikation mit: ▶ Rückenspritze ▶ Injektionsgerät (Sobidoss) ▶ Streichgerät



Tab. 15: Ausgewählte Problemplanzen auf Wiesen und Weiden und ihre Bekämpfung (Fortsetzung)

Problemplanze	Beschrieb	Gefahr/ Beeinträchtigung	Physikalische Bekämpfung	Chemische Bekämpfung
<b>Ackerkratzdistel</b> 	Ausdauernd; 50-150 cm hoch; Pfahlwurzel bis 300 cm; Ver- mehrung durch Samen und Aus- läufer	Geringwertiges Futter; starke Aus- breitung; andere Distel-Arten ver- ursachen seltener Probleme	Flächen (auch Ökoflächen) regel- mässig kontrol- lieren; sofortiges Ausreissen erster Exemplare; dichter Pflanzenbestand; Weideputzen; Versamung verhindern (auch in Nachbarflächen)	Einzelstock- behandlung mit zugelassenen Herbiziden mit Rückenspritze
<b>Scharfer Hahnenfuss</b> 	Ausdauernde krautige Planze; 20-60 cm hoch; Stängel aufrecht und an den Enden viele Verzweigungen; zahlreiche gelbe Blüten	Giftig; schwere Schäden bei über 10 % Anteil im Grünfutter; in Silage oder Dürrfutter kaum Schäden; Weide- vieh verschmäht die Planze	Frühjahrsweide mit Übersaat; stricke Versa- mung vermeiden; pH-Wert prüfen; ggf. Kalkung	Eine Einzelstock- behandlung ist kaum praktikabel; daher präventive und indirekte Massnahmen vor- ziehen
<b>Adlerfarn</b> 	0,3-3 m hoch; Wedel sehr lang (oft weit über 1 m); dreifach gefiedert, grösster einheimischer Farn; langkriechende unter- irdische Rhizome; Ausbreitung häufig vom Wald her	Absolutes Unkraut; in frischem und trockenem Zustand sehr giftig; wird in der Regel nicht ge- fressen; als Einstreu giftig; Zeichen der Verbuschung und Unternutzung	Durch den Tritt der Weidetiere im Früh- jahr zurückdrängen; vor vollständigem Entfalten der Wedel mähen; kleinere Be- stände auszupfen	Einzelstock- oder Nesterbehandlung als letzte Massnah- me; auf BFF nicht erlaubt, Zeitpunkt: Kurz bevor Wedel ausrollen, nicht im Hochsommer

Auf der Homepage der Arbeitsgemeinschaft zur Förderung des Futterbaus (AGFF) können Merkblätter zu den problematischen Arten kostenpflichtig heruntergeladen werden. Im Merkblatt 4 (Beiblatt) sind zudem die zugelassenen Herbizide für den Einsatz in Wiesen und Weiden, Krautsäumen, Böschungen und Grünstreifen aufgelistet. Darüber hinaus bietet Agroscope eine umfassende Zusammenstellung von Massnahmen zur Regulierung von Problemplanzen, die speziell im alpinen Raum von Bedeutung sind.

- Informationsblätter und Merkblätter von AGFF:  
[www.agff.ch](http://www.agff.ch) > Online-Shop
- [www.agroscope.ch](http://www.agroscope.ch) > Publikationen > Agroscope Transfer > Massnahmen zur Regulierung von Problemplanzen im Alpengebiet: Ergebnisse einer Expertenbefragung
- Weitere Informationen zu Unkräutern auf Wiesen und Weiden: [www.eagff.ch](http://www.eagff.ch) > Wiesenplanzen kennen > Kräuter > Futterbaulicher und ökologischer Wert > Unkräuter

## Invasive Neophyten

Invasive Neophyten sind nichteinheimische Planzen, die nach dem Jahr 1492 aus fremden Gebieten (meist von anderen Kontinenten), absichtlich oder unabsichtlich, eingeführt wurden und sich invasiv ausbreiten. Sie haben sich bei uns etabliert, verdrängen einheimische Arten, richten wirtschaftlichen Schaden an oder gefährden die menschliche Gesundheit. In der Schweiz gibt es rund 4000 Wildplanzenarten, von denen ca. 750 exotischen Ursprungs sind. Nur ein kleiner Teil von diesen, nämlich knapp 90 Arten, sind invasive oder potenziell invasive Neophyten.

Die Freisetzungsverordnung (FrSV) definiert die gebietsfremden Organismen und regelt den Umgang mit ihnen in der Umwelt.


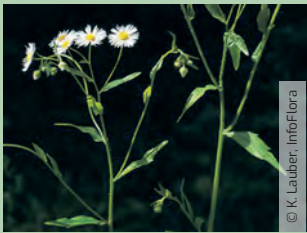


- [www.fedlex.admin.ch](http://www.fedlex.admin.ch) > 814.911 Verordnung über den Umgang mit Organismen in der Umwelt

Im Anhang 2.1 der Freisetzungsverordnung sind 22 Arten aufgeführt, für die ein generelles Umgangsverbot gilt – ausgenommen sind Massnahmen, die ihrer Bekämpfung dienen. Zu diesen Arten gehören u. a. Riesenbärenklau, Ambrosia, Götterbaum, Asiatische Knöteriche und Drüsiges Springkraut. Für 31 weitere Arten, die im Anhang 2.2. aufgelistet sind, gilt seit September 2024 ein Verbot für






das Inverkehrbringen. Davon betroffen sind u. a. der Kirschlorbeer, der Schmetterlingsstrauch, das Einjährige Berufkraut und die Armenische Brombeere.

Nachfolgend sind einige ausgewählte invasive Neophytenarten aufgeführt, die bereits heute für Probleme und hohe Bekämpfungskosten sorgen.

Tab. 16: Ausgewählte invasive Neophyten und ihre Bekämpfung

Invasiver Neophyt	Beschrieb	Gefahr/ Beeinträchtigung	Physikalische Bekämpfung	Chemische Bekämpfung
<b>Ambrosia (Aufrechtes Traubenkraut)</b> 	Einjährige Pflanze; 20–90 cm hoch; gefiederte Blätter und grüne Blütentrauben	Sehr hohe Keimrate; Pflanzenpollen stark allergen (hauptsächlich für Atemwege)	Vor der Blüte ausreissen; Nachkontrolle über Jahre; Pflanze ist melde- und bekämpfungspflichtig	Keine chemische Bekämpfung, da einjährig
<b>Einjähriges Berufkraut</b> 	Ein- bis zweijährig; kleine weissgelbe Korbblüten	Verdrängt einheimische Arten; Starke Ausbreitung auf Ruderalflächen und Wiesen/Weiden; Samen reifen nach dem ausreissen weiter	Wiederholtes und konsequentes Jäten; Versamung verhindern; nicht mähen, sonst wird es mehrjährig und entwickelt kürzere Stängel mit mehr Blüten	Keine chemische Bekämpfung da ein- bis zweijährig
<b>Drüsiges Springkraut</b> 	Einjährig, bis 2 m hoch; schleudert Samen meterweit; häufig an Bachläufen und im Wald	Erstickt Unterwuchs; verdrängt einheimische Arten; Erosionsgefahr; schnelle Ausbreitung	Ausjäten; Material abführen (Keimung kleiner Wurzelstücke); grössere Bestände vor Samenreife mähen	Nicht angebracht, da einjährig und dort, wo es hauptsächlich vorkommt – im Wald und in Wassernähe – ist die chemische Bekämpfung sowieso verboten.
<b>Riesen-Bärenklau</b> 	Zwei- bis dreijährig; bis 3,5 m hoch; Pfahlwurzel; Doldengewächs	Schwere Hautverbrennungen durch Pflanzensaft und Sonne; korrekte PSA ist wichtig; verdrängen einheimische Arten	Abstechen mit Spatenstich unterhalb des Vegetationspunktes (15 cm tief)	Nicht nötig

Tab. 16: Ausgewählte invasive Neophyten und ihre Bekämpfung (Fortsetzung)

Invasiver Neophyt	Beschrieb	Gefahr/ Beeinträchtigung	Physikalische Bekämpfung	Chemische Bekämpfung
<b>Goldruten, Kanadische und Spätblühende</b> 	Ausdauernde krautige Pflanze; bis 2m hoch; unterirdische Ausläufer	Überwächst rasch ganze Borde; vor allem offene Ruderalflächen und Baustellen	Ausreissen mit Ausläufern; frühzeitiges Mähen und Einsaat konkurrenzstarker Gräser	Einzelstockbehandlung erlaubt; Flächige Behandlung nur nach Absprache mit Kantonalem Pflanzenschutzdienst und einer FaBe G oder L
<b>Greiskraut, Schmalblättriges / Südafrikanisches</b> 	Mehrjährig; gelbe Korbblüten; Vorkommen hauptsächlich an Nationalstrassen; durchgehende Bestände	Für Mensch und Tier giftig; gefährdet Vieh auf Weiden; erobert artenreiche Trockenstandorte; Samen reifen nach dem Ausreissen weiter; Stängel können neue Wurzeln bilden	Mindestens dreimal jährlich ausreissen; in einigen Kantonen besteht Meldepflicht	Einzelstockbehandlung erlaubt; flächige Bekämpfung nicht erlaubt
<b>Japanischer Staudenknöterich</b> 	Ausdauernde krautige Pflanze; über 2m hoch; unterirdische Ausläufer; tiefe Wurzeln; hohle Stängel; oberirdische Pflanzenteile sterben ab; überwintert unterirdisch	Erosionsschäden, Schäden an Gebäuden; Ausbreitung an Gewässern; hohe Konkurrenzkraft	Junge Pflanzen sofort ausjäten / ausgraben; grössere Bestände mähen (Schnittgut sauber abführen und Deponie vorgängig informieren); regelmässiges Abbrennen in Uferverbauungen	Einzelstockbehandlung über die Blätter (nach dem Schneiden und wieder aufwachsen lassen); Stängelinjektion, in Gewässernähe (3m Streifen) verboten
<b>Armenische Brombeere</b> 	Sommergrüner Strauch mit mehreren Meter langen; niederliegenden Trieben; wuchert durch Schösslinge	Stolpergefahren; erschwelter Unterhalt	Mit möglichst vielen Wurzeln ausreissen (< 1 pro Jahr); zwei- bis dreimal pro Jahr über dem Boden mähen; Beweidung; Kombination der Massnahmen	Einzelstockbehandlung idealerweise im Herbst
<b>Gehölze</b> 	z.B. Essigbaum, Schmetterlingsstrauch, Robinie, Götterbaum	Schäden an Belägen und Bauwerken; Wurzeln können Ritze und Fugen aufsprengen; Wurzelbrut	Frühes Ausreissen; Sträucher / kleine Bäume mit Strauchzange entfernen; ringeln (inkl. Wurzelbrut)	Injektion, Strunkbehandlung durch Auftupfen oder Pinseln, idealerweise im Herbst

Die Webseite von Infoflora gibt umfassend Auskunft über Invasive Neophyten.

➔ [www.infoflora.ch](http://www.infoflora.ch) > Neophyten

Verschiedene Kantone haben Praxishilfen erarbeitet, in denen die verschiedenen Arten und ihre fachgerechte Bekämpfung erläutert werden.

➔ [www.zh.ch](http://www.zh.ch) > News > Suche «Neuaufgabe Praxishilfe Kanton Zürich»

## Neozoen

Neben den invasiven Pflanzen sorgen zunehmend auch invasive Tierarten, sogenannte Neozoen, für Probleme. Dazu gehören u. a. Tigermücke, Japankäfer, Asiatischer Marienkäfer, Asiatische Hornisse, Kirschessigfliege, verschiedene Muschelarten und Schwarzmeergrundel.

### 🔦 Asiatischer Marienkäfer

Der Asiatische Marienkäfer wurde ursprünglich zur biologischen Bekämpfung von Blattläusen in Gewächshäusern nach Europa eingeführt und hat von dort aus seinen Weg in die freie Natur gefunden. Er wurde 2006 in der Schweiz entdeckt und entwickelte sich aufgrund seiner sehr schnellen Vermehrung zu einem Problem. Es handelt sich um eine äusserst aggressive Art, die den einheimischen Marienkäfer so weit verdrängt, dass dieser in bestimmten Regionen in der Schweiz kaum mehr zu finden ist. Er frisst aber auch an beschädigten Trauben oder verkriecht sich darin und kann mit seinem unangenehmen Geschmack die Weinernte gefährden – ein Käfer pro Kilogramm Trauben genügt, um den Wein ungeniessbar zu machen!

## Meldepflicht von besonders gefährlichen Schadorganismen

Bestimmte Schädlinge und Krankheiten können bei uns aufgrund fehlender Gegenspieler derart grosse Schäden anrichten, dass sie bekämpft werden müssen. Für diese besonders gefährlichen Schadorganismen (bgSO) besteht eine Meldepflicht. Sie gilt u. a. für:

- ▶ Ambrosia
- ▶ Japankäfer
- ▶ Asiatischer Laubholzbockkäfer
- ▶ Maiswurzelbohrer
- ▶ ToBRFV / Jordan-Virus auf Tomaten und Peperoni
- ▶ Goldgelbe Vergilbung der Rebe

Die asiatische Hornisse ist nicht meldepflichtig, sollte aber unbedingt bei der nationalen Meldestelle [asiatischehornisse.ch](http://asiatischehornisse.ch) gemeldet werden.

Informationen zu diesen und weiteren Schadenorganismen sind auf der Homepage von Agroscope oder bei den beiden Bundesämtern Landwirtschaft und Umwelt zu finden:

➔ [www.agroscope.admin.ch](http://www.agroscope.admin.ch) > Themen > Pflanzenbau > Pflanzenschutz > Agroscope Pflanzenschutzdienst > Regulierte Schadorganismen

➔ [www.blw.admin.ch](http://www.blw.admin.ch) > Themen > Pflanzen > Pflanzengesundheit > Schädlinge und Krankheiten > Quarantäneorganismen

➔ [www.bafu.admin.ch](http://www.bafu.admin.ch) > Themen > Thema Biodiversität > Publikationen und Studien > Gebietsfremde Arten in der Schweiz



## Nichtchemische Vegetationskontrolle auf und an Strassen, Wegen und Plätzen

Kommen trotz präventiver Massnahmen unerwünschte Pflanzen auf, sollten diese in einem ersten Schritt mit mechanischen, thermischen oder anderen nichtchemischen Massnahmen entfernt werden. Auf Strassen, Wegen und Plätzen stehen dafür eine Vielzahl an Geräten und Verfahren zur Verfügung.

### Mechanische Verfahren

#### Handgeräte

Durch regelmässiges Wischen oder Kratzen wird verhindert, dass sich Erdmaterial in Fugen ansammelt und Nährboden für unerwünschte Kräuter bildet. Durch den Einsatz von Besen, Fugenkratzer und -bürsten, Schabmesser u.Ä. werden aufkeimende Pflanzen gestört und sterben im Idealfall ab. Wurzelunkräuter (Löwenzahl, Blacke etc.) müssen samt Wurzeln ausgerissen oder mit einem Blackenisen ausgestochen werden, um den Wiederaustrieb zu verhindern.

#### Wildkrautegge

Auf wassergebundenen Belägen wie Mergel- oder Kiesflächen können Wildkrauteggen eingesetzt werden, deren Winkelmesser die Beikräuter mit den Wurzeln aus dem Boden herauslösen.





Abb. 42: Wildkrautegge

### Wildkrautbürste

Die aus gebündelten Stahldrähten gebauten Krautbesen eignen sich für Hartbeläge sowie deren Fugen und Ränder. Auf dem Markt existieren verschiedene Modelle, die von Handgeräten (Rotationsbürste) bis zu Anbaugeräten für Traktoren und Kommunal-Geräteträger reichen. Da Steine herumfliegen können, sollte der Arbeitsbereich abgesperrt werden.

### Unkraut-Hexe

Das Pendelbürstensystem der Unkraut-Hexe eignet sich insbesondere für die Randsteinpflege und die Fugenreinigung bei Verbundsteinpflaster. Die zu behandelnde Fläche muss möglichst eben sein. Das entfernte Unkraut wird aufgenommen und eine Schutzabdeckung verhindert, dass Steinchen herumfliegen.



Abb. 43: Unkraut-Hexe

### Fadenmäher/Freischneidegerät

Das mit einem Fadenkopf bestückte Freischneidegerät (Synonyme: Fadenmäher, Motor- oder Elektrosense) eignet sich gut auf befestigten Flächen und zum Ausputzen von Stellen, die mit anderen Geräten schlecht erreichbar sind. Für kiesige Flächen gibt es Geräte, die mit rotierenden Scheiben ausgestattet sind. Das Bedienen von Freischnei-

deräten ist körperlich anstrengend, ermöglicht aber ein präzises Arbeiten und das Schonen erwünschter Pflanzen. Auch beim Einsatz von Fadenmähern ist wegen herumfliegender Steinchen Vorsicht geboten und muss eine Schutzausrüstung getragen werden.

### Ringeln von Gehölzen

Die Bekämpfung von invasiven exotischen Gehölzen ist oft besonders schwierig. Wird ein Baum gefällt, entwickeln sich Unmengen von neuen Trieben aus Stock oder Wurzeln und die Situation verschlimmert sich. Beim Ringeln im Sommer wird die Rinde auf Brusthöhe fast rundherum bis auf den Holzkörper entfernt, lediglich ein kleiner Rest bleibt unversehrt (etwa ein Steg von ca. 1/10 des Umfangs). Dadurch kann der Baum im Herbst nur noch wenige Reservestoffe in die Wurzeln leiten, die beim Austrieb im Frühling verbraucht werden. Die Ringelung kann nach ein bis zwei Jahren vervollständigt werden. Da der Baum nun keine Reservestoffe mehr in die Wurzeln einlagern kann, stirbt er langsam ab.

➔ [www.infoflora.ch](http://www.infoflora.ch) > Neophyten > Invasive Neophyten > Management: Bekämpfung und Kontrolle > Praktische und technische Merkblätter > Ringelung, etc.

### Thermische Verfahren

Durch den Einsatz von heissem Wasser, Dampf, Heissluft oder Gas werden Pflanzenzellen zum Absterben gebracht. Bei allen thermischen Verfahren wird das Eiweiss in den Zellen denaturiert, die Hautschicht oder der Vegetationskegel geschädigt. Thermische Geräte haben im Allgemeinen eine gute Wirkung, ihr Einsatz ist aber relativ teuer und der Energieverbrauch sowie der Zeitmehrbedarf für die Applikation darf nicht unterschätzt werden. Eine grossflächige Behandlung ist in der Regel zu aufwändig und macht kaum Sinn. Bei allen thermischen Verfahren ist es ideal, früh im Jahr bei noch kleinem Wuchsstadium zu arbeiten.

#### Abflammgeräte mit Heissluft

Mit einem Gasbrenner wird Luft auf >800°C erhitzt und von einem Gebläse mit grosser Geschwindigkeit auf Pflaster, Kiesflächen oder Mergelbelägen gebracht. Die Hitze wird rasch und effizient auf die Beikräuter übertragen, während die Fugenfüllung geschont wird.

#### Abflammgeräte mit Infrarot

Bei Infrarot-Abflammgeräten wird mit Gas eine Flamme erzeugt, die beispielsweise Keramikelemente oder eine isolierte Haube erhitzt. Die Wärme bewirkt, dass die Beikräuter verwelken und absterben. Die Anwendung muss drei- bis viermal pro Saison wiederholt werden, damit der Nährstoffvorrat in den Wurzeln erschöpft wird.



Abb. 44: Abflammgerät

### Heisswasser

Mit auf 100°C erhitztem Wasser werden Zellen in den grünen Pflanzenteilen zum Platzen gebracht. Heisswasser kann auf allen Belägen eingesetzt werden, für eine systemische Wirkung ist jedoch ein Eindringen bis zu den Wurzeln entscheidend. Für einen grossflächigen Einsatz ist Heisswasser nicht sinnvoll. Tiefwurzelnde Unkräuter und invasive Neophyten müssen mehrere Male pro Jahr behandelt werden, sofern keine Wasserdurchlässigkeit bis an die Wurzeln gegeben ist.



Abb. 45: Beikrautregulierung mittels Heisswasser

### Wasserdampf

Wasserdampfgeräte arbeiten mit einer Hitze von bis zu 180°C. Aufgrund der hohen Temperatur muss darauf geachtet werden, dass angrenzende Bepflanzungen nicht verbrannt werden.

### Heisswasser-Schaum

Heisswasser-Schaum-Verfahren funktionieren mit einer Kombination aus fast siedendem Wasser und einer biologisch abbaubaren Schaumschicht mit isolierender Wirkung. Dadurch kann die Wärme besser in die Pflanzen eindringen.

### Verfahren mit Strom

Die Bekämpfung von Problempflanzen mit Strom ist eine effektive und umweltfreundliche Alternative zu chemischen Methoden. Dabei wird Strom durch die Pflanze bis in die Wurzeln geleitet, wodurch sie durch Hitzeeinwirkung geschädigt wird. Die Methode eignet sich besonders für invasive Arten und hartnäckige Pflanzen, erfordert jedoch je nach Art und Standort mehrere Behandlungen pro Jahr. Optimal sind trockene Oberflächen und mittlere Bodenfeuchtigkeit, um die Leitfähigkeit zu gewährleisten. Die Methode kann auch in sensiblen Bereichen wie Naturschutzgebieten oder in der Nähe von Gewässern eingesetzt werden. Die Methode ist tierschonend, hat aber Einschränkungen hinsichtlich Zugänglichkeit und Witterungsbedingungen.



### Nichtchemische Vegetationskontrolle auf und an Gleis- und Bahnanlagen

Kommen im Gleisbereich oder in den Böschungen trotz präventiver Massnahmen unerwünschte Pflanzen auf, sollten diese zuerst mit nichtchemischen Massnahmen bekämpft werden. Folgende Verfahren und Geräte kommen dabei zum Einsatz:

#### Selektive Böschungspflege

Ausserhalb der intensiven Unterhaltszone wird durch gezieltes Auslichten eine pflegeleichte, standortgerechte Vegetation gefördert, indem langsam wüchsige Arten bevorzugt werden. Unerwünschte Pflanzen werden durch Ausreissen, Aushacken oder Abschneiden entfernt. Besonders in schattigen Bereichen sind Baum- und Strauchsämlinge, die vor allem im Herbst und Winter entfernt werden sollten, häufig. Ein Grünflächenkataster ist bei der Planung und Umsetzung dieser umweltfreundlichen Massnahme sehr hilfreich.

#### Jäten von Hand

Es gibt verschiedene manuelle Jätmethoden, wie das Ausreissen unerwünschter Arten samt Wurzeln oder das Abgraben oder Abhacken von Pflanzen im Bankett mit einem scharfkantigen Werkzeug. Bei feuchtem Boden lassen sich die Pflanzen besonders gut entfernen, was die Effektivität erhöht. Es ist jedoch darauf zu achten, dass keine Schäden (z.B. Löcher) auf Gehwegen erzeugt werden (Abb. 46).

#### Abschälen von Banketten

Durch oberflächliches Abschälen der Pflanzen bei trockenem Wetter kann die bauliche Erneuerung des Banketts verzögert werden. Wichtig ist, dass das abgeschälte Material entfernt wird. Das Verfahren ist nur in Kies-Banketten anwendbar.





Abb. 46: Jäten von Problempflanzen

### Thermische Verfahren

Thermische Verfahren wie Heisswasser oder das Elektroherbizid-Verfahren (Erhitzung mit Strom) können auch an Bahnanlagen angewendet werden, um unerwünschten Pflanzenwuchs zu kontrollieren. Diese Methoden bieten eine chemiefreie Alternative und sind besonders in Bereichen geeignet, wo der Einsatz von Herbiziden eingeschränkt ist. Thermische Methoden wie Abflammen oder Heissluft sind aufgrund des grossen Energieeinsatzes, der begrenzten Wirkung, der Gefahren für die Bahnanlagen (u.a. Brände) und des hohen Zeitaufwands nicht zu empfehlen.



Abb. 47: Einsatz von Heisswasser im Gleisbereich

### Mähen und Mulchen

Mähen und Mulchen sind zentrale Pflegemassnahmen auf Böschungen und gleisnahen Randbereichen. Regelmässiges Mähen kann auch das Ausbreiten von Problempflanzen verhindern. Die wichtigsten Mähverfahren im Überblick:

- ▶ **Sense:** Lärmfrei und umweltfreundlich, aber geringe Flächenleistung. Geeignet für kleine, schwer zugängliche Flächen.
- ▶ **Motorsense:** Ideal zum Ausmähen von Hindernissen und schwer zugänglichen Stellen. Besonders geeignet für Flächen, die für grössere Geräte unzugänglich sind.

- ▶ **Motormäher:** Einsatz auf kleineren geeigneten Flächen und zur Schonung wertvoller Pflanzenbestände.
- ▶ **Schlegelmulcher:** Zerkleinert das Mähgut, das als Mulch liegen bleibt. Schlegelmulcher sind nicht für Schotterflächen geeignet. Wichtig: Das Mähgut sollte nicht in den Schotter- und Bankettbereich gelangen. Es besteht jedoch die Gefahr der Verbreitung von Problempflanzen durch das Mulchen. Gewisse Pflanzen sollten daher nicht gemulcht werden.
- ▶ **Schlegelmäher mit Absaugen:** Kombiniert Mäh- und Absaugvorgang, um Humusanreicherung im Schotter zu verhindern.

Wiesenflächen in extensiven Unterhaltszonen sollten jährlich gemäht werden, um das Ausbreiten von Problempflanzen zu verhindern. Im Übergangsstreifen sind mindestens ein bis zwei Schnitte pro Jahr empfohlen. Gehölze sollten dabei nie abgemäht oder gemulcht, sondern vollständig eliminiert werden.



Abb. 48: Mähen mit der Motorsense

- Weitere nichtchemische Massnahmen – insbesondere für befestigte Flächen rund um die Bahnhöfe – finden Sie unter dem Titel «Nichtchemische Vegetationskontrolle auf und an Strassen, Wegen und Plätzen» auf der Seite 66.



## Nichtchemische Unkrautregulierung auf Wiesen und Weiden

Trotz präventiver Massnahmen können auf Wiesen und Weiden unerwünschte Pflanzen aufkommen. Diese sollten zuerst nichtchemisch bekämpft werden, wobei hauptsächlich folgende Massnahmen ergriffen werden können:

### Problempflanzen (von Hand) ausreissen und entsorgen

Durch das Entfernen ganzer Pflanzen und das Abschneiden von Blütenständen kann eine unkontrollierte Ausbreitung der Unkräuter verhindert werden. Wichtig ist, dass die

unerwünschten Pflanzen nach dem Entfernen fachgerecht entsorgt werden, damit sich Samen und Wurzelstücke nicht weiter vermehren können. Das Entfernen von Hand ist sehr arbeitsaufwändig und mühsam.

### Ausstechen mit «Blackeneisen»

Für die Bekämpfung der Blacke (*Rumex obtusifolius*) ist das «Blackenstechen» mit dem Blackeneisen eine sehr wirksame und altbekannte Methode, um den dominanten Platzräuber in Schach zu halten. Es handelt sich um eine aufwändige Massnahme, die aber – vor dem Absamen ausgeführt – von nachhaltiger Wirkung ist. Nach dem Ausstechen sollte die entstandene Lücke mit Grassamen nachgesät werden, um eine erneute Ausbreitung der Blacke zu verhindern.



Abb. 49: Blackenstechen

### Mähen und Abschneiden, z. B. mit Motorsense

Das Mähen bzw. Abschneiden der Blütenstände zielt auf eine Reduktion der Ausbreitung von sich über Samen vermehrenden Pflanzen ab. Dabei muss die Pflanze unbedingt vor der Samenreife gemäht werden. Bei ausdauernden Arten wie der Ackerkratzdistel hat das Abschneiden in der Regel keine Konsequenz für die unerwünschte Pflanze.

### Bekämpfung mit Strom

Die elektrische Unkrautbekämpfung stellt eine innovative Methode dar, um unerwünschte Pflanzen zu bekämpfen. Dabei wird der Strom mittels einer speziellen Lanze mit hoher Spannung (bis zu 5000 Volt) direkt in die Pflanze geleitet. Die dadurch entstehende Hitze zerstört die Zellstrukturen bis in die Wurzeln, was ein Nachwachsen verhindert. Optimal sind trockene Oberflächen und mittlere Bodenfeuchtigkeit, um die Leitfähigkeit zu gewährleisten. Die Methode ist tierschonend, weist aber Einschränkungen hinsichtlich Zugänglichkeit und Witterungsbedingungen auf.

## Chemische Bekämpfung

Wenn vorbeugende und nichtchemische Massnahmen erfolglos waren, können unter bestimmten Bedingungen Herbizide eingesetzt werden. Hierfür muss die Anwenderin bzw. der Anwender die geltenden Vorschriften, zugelassenen Produkte resp. Wirkstoffe, Resistenzen und Kosten kennen.

Oberziel bei einem Einsatz von chemischen PSM – dazu zählen auch Mittel, die im biologischen Landbau erlaubt sind:

Gute und sichere Wirkung mit minimalen Auswirkungen auf die Umwelt und die Gesundheit der Anwenderinnen und Anwender.

### Einzelstockbehandlung und eingesetzte Geräte

Die Fachbewilligung in den Speziellen Bereichen berechtigt ausschliesslich zur Einzelstockbehandlung von Problempflanzen.

Bei der **Einzelstockbehandlung** wird das Herbizid mit einem Rücken- oder Handspritzgerät präzise auf die entsprechende Problempflanze appliziert. Die benachbarten Pflanzen sollen dabei möglichst nicht beeinträchtigt werden. Gehölze werden zuerst auf wenige Zentimeter über dem Boden zurückgeschnitten und mit einem für den jeweiligen Bereich bewilligten Herbizid betupft.

Obwohl der Begriff **Einzelpflanzenbehandlung** das Vorgehen für Nicht-Gehölze präziser beschreibt, wird in diesem Lehrmittel der Begriff Einzelstockbehandlung verwendet. Er ist allgemein bekannt und wird in den gesetzlichen Grundlagen verwendet.

Da auf einem Quadratmeter mehrere unerwünschte Pflanzen vorkommen können, wird in der Landwirtschaft auch von **Nesterbehandlungen** gesprochen. Dabei werden einzelne beisammenstehende Problempflanzen mit einem Rücken- oder Handspritzgerät möglichst präzise behandelt.

Eine **detektionsbasierte, selektive Applikation**, z.B. mit Ecorobotix, ist mit der Fachbewilligung Spezielle Bereiche nicht erlaubt, es wird eine FaBe Landwirtschaft benötigt.

Als **Einzelstockbehandlung** (oder Nester- bzw. Horstbehandlung) gelten Herbizid-Anwendungen auf Einzelpflanzen und deren Tochterpflanzen, welche in unmittelbarer



Nähe durch Versamen, Rhizom- oder Wurzelaustriebe entstanden sind, respektive auf die Fläche, welche von einer Einzelpflanze und ihren verbundenen Ablegern besetzt ist.

Z.B. Quecke (*Elymus repens*): Die einzelnen Stängel oder Horste sind Teil eines Ganzen (eine Pflanze). Die einzelnen Stängel können nicht einzeln behandelt werden, da sie entweder zu wenig Oberfläche bieten oder zu nahe beieinander stehen. Hier muss mit der Rückenspritze –oder bei kleineren Flächen auch mit der Handspritze – auch diejenige Fläche behandelt werden, die mit Austrieben aus dem Rhizom bedeckt ist. Dies gilt als Einzelpflanzenbehandlung.

Dies im Gegensatz zur Flächenbehandlung, bei der eine flächige Verunkrautung, bestehend aus einer grösseren Anzahl Pflanzen, bekämpft wird.

Für die Einzelstockbehandlung kommen verschiedene Rücken- und Handspritzern, Injektions- oder Docht-Streichgeräte zum Einsatz, die in der Folge kurz erläutert werden.

### Sprühgeräte

Diese Spritzgeräte haben in der Regel einen Inhalt von ca. 1 bis 20 Litern und erreichen einen maximalen Betriebsdruck zwischen 3 und 10 bar. Geräte mit handbetriebenen Kolbenpumpen haben gegenüber Druckspeichergeräten den Vorteil, dass ein gleichmässigerer Druck aufrechterhalten werden kann. Rückenspritzern sind auch mit Elektro- oder Benzinmotoren erhältlich, welche im Gegensatz zu handbetriebenen Kolbenpumpenspritzern einen gleichmässigen Wasserausstoss garantieren.



Abb. 50: Verschiedene Modelle von Sprühgeräten

### Rotationsdüsen-Spritzgeräte

Rotationsdüsen-Spritzgeräte (controlled droppled application CDA) ermöglichen eine präzise und unverdünnte Ausbringung von Pflanzenschutzmitteln in feinen Tröpfchen. Ein grosser Vorteil ist das geringe Gewicht des Geräts, da kein Wasser für eine Verdünnung benötigt wird. Bei dichtem oder hohem Bewuchs sind sie jedoch weniger geeignet. Eine regelmässige Reinigung ist unerlässlich, um Verklebungen an Düsen und anderen empfindlichen Teilen zu vermeiden. Rotationsdüsen-Spritzgeräte kommen hauptsächlich entlang von Gleisanlagen zum Einsatz.



Abb. 51: Rotationsdüsen-Spritzgerät

### Fahrbare Karrenspritzen

Der Wasserinhalt dieser von Hand gestossenen Geräte beträgt ca. 20–50 Liter. Fahrbare Karrenspritzen sind meist mit Schlauchrolle und Spritzpistole oder Gun ausgerüstet. Sie eignen sich eher weniger für die Einzelstockbehandlung.



Abb. 52: Fahrbare Karrenspritze

### Docht-Streichgeräte

Bei den Streichgeräten befindet sich das Herbizid im Handstab. Über einen Docht wird das Mittel sehr präzise auf die zu behandelnde Pflanze aufgetragen. Es reicht ein sanftes Antupfen resp. Anstreichen. Das leichte Gerät eignet sich für kleinere Flächen oder einen geringen Anfangsbesatz, ansonsten muss die Streichlösung zu häufig nachgefüllt werden. Das Beimischen von Lebensmittelfarbe erleichtert das Erkennen von bereits behandelten Pflanzen.



Abb. 53: Behandlung einer Blacke mit einem Docht-Streichgerät

### Injektionsgeräte

Mit der Rücken- oder Handspritze wird das Herbizid aufgrund des grösseren Spritzkegels in der Regel weniger präzise appliziert, als mit Docht-Streich- oder Injektionsgeräten. Mit dem Injektionsgerät kann das Herbizid direkt in die Stängel einer Pflanze eingebracht werden. Die Stängelinjektion ist aufwändig, ermöglicht aber eine gezielte Bekämpfung z.B. des Japanischen Staudenknöterichs und lässt benachbarte Pflanzen unversehrt.



Abb. 54: Injektionsspritze für eine präzise Stängelapplikation

### Pinsel, Schwammtupfer (Strunkbehandlung)

Pinsel und Schwammtupfer kommen vor allem bei Gehölzen zum Einsatz, wenn die Schnittflächen mit einem erlaubten Herbizid angestrichen werden. Diese Anwendung wird als Strunkbehandlung bezeichnet und dient dazu, Stockausschläge zu verhindern. Damit soll verhindert werden, dass konzentrierte Mittel auf den Boden tropfen. Bei kleinen Schnittflächen kann das leichte Anbohren der Schnittfläche und Befüllen des Lochs mit einer geringen Menge an PSM-Konzentrat sinnvoll sein. Wichtig ist, im Frühjahr nachzukontrollieren, ob die Pflanze keine Stockausschläge gemacht hat. Ansonsten muss nochmals zurückgeschnitten und erneut behandelt werden.

### Grundsätze der Herbizidanwendung

Es sind sowohl selektive Herbizide als auch Totalherbizide zugelassen. Grundsätzlich sollten selektive Herbizide gegenüber Totalherbiziden bevorzugt werden. Eine präzise Applikation ist dabei immer entscheidend, um unerwünschte Schäden und Lückenbildung zu vermeiden. Auf Wiesen und Weiden empfiehlt es sich, möglichst gräser-schonende Wirkstoffe einzusetzen. Entstehen dennoch Lücken, können diese durch eine gezielte Nachsaat mit einer geeigneten Saatgutmischung geschlossen werden.

Wichtige zu beachtende Grundsätze:

- ▶ Zugelassene Mittel, Einsatzmöglichkeiten, Dosierung und weitere Vorschriften sind zu beachten (Pflanzenschutzmittelverzeichnis, Gebrauchsanweisung, Etikette etc.).
- ▶ Um eine gute Wirkung zu erzielen, sollte das Unkraut in vollem Wachstum sein, aber noch keine Blütenknospen aufweisen.
- ▶ Der Herbizideinsatz auf blühenden Wiesenpflanzen ist verboten: Insekten könnten geschädigt werden, Honig könnte Rückstände aufweisen.
- ▶ Bei der Anwendung muss Folgendes gewährleistet sein: wüchsige Bedingungen, Lufttemperatur von maximal 20 °C, kein Wind, kein Nachtfrost und kein Regen innerhalb der nächsten 4–6 Stunden.
- Mehr Informationen dazu finden Sie im Kapitel «6. PSM Anwendung, Lagerung und Entsorgung» unter dem Titel «Spritzgeräte richtig einstellen und Mittel ausbringen» auf der Seite 84.

## Chemische Vegetationskontrolle auf und an Strassen

Die Anwendung von Herbiziden ist auf den meisten befestigten Flächen nicht erlaubt. Das gilt für den gepflasterten Dorfplatz und die Plattenwege auf dem Friedhof genauso wie für eine betonierte Terrasse, einen Kiesweg, die Gemeindestrasse oder den Schulhausplatz.

- Mehr Informationen dazu finden Sie im Kapitel «1. Rechtliche Grundlagen» unter dem Titel «Chemikalien-Risikoreduktions-Verordnung» auf der Seite 13.

Gemäss ChemRRV, Anhang 2.5, Absatz 1.1 gelten folgende Ausnahmen:

- Auf **National- und Kantonsstrassen** sind Einzelstockbehandlungen von Problempflanzen erlaubt, sofern diese mit anderen Massnahmen, wie regelmässiges Mähen oder Wischen, nicht erfolgreich bekämpft werden können. Ein punktuelles, aber alle paar Meter wiederholtes Behandeln von Breitwegerich oder anderen krautigen Pflanzen in Ritzen oder Fugen am Strassenrand ist folglich nicht erlaubt. Begründung: Erstens handelt es sich dabei nicht um wirkliche Problempflanzen und zweitens können diese mechanisch bekämpft werden.
- Auf **Böschungen und Grünstreifen entlang von Strassen und Gleisanlagen** sind Einzelstockbehandlungen von Problempflanzen erlaubt, sofern diese mit anderen Massnahmen, wie regelmässiges Mähen, nicht erfolgreich bekämpft werden können.

Unerwünschter Bewuchs, der ein rein ästhetisches Problem darstellt, gilt nicht als Problempflanze. Die Toleranzgrenze ist im Strassenbereich dann überschritten, wenn ein Sicherheitsrisiko besteht, Gehölze aufkommen oder der Wasserabfluss nicht mehr gewährleistet ist und vorgängige mechanische Massnahmen nicht zum Erfolg geführt haben.

## Chemische Vegetationskontrolle auf und an Gleis- und Bahnanlagen

Eine regelmässige Vegetationskontrolle auf und entlang von Bahnanlagen ist unumgänglich, um die Sicherheit, die Verfügbarkeit und die Anlagenlebensdauer nicht zu beeinträchtigen. Wie in den anderen Bereichen müssen auch hier zuerst physikalische oder thermische Massnahmen angewandt werden, und erst wenn diese mit einem unverhältnismässig hohen Aufwand verbunden sind, dürfen allenfalls Herbizide eingesetzt werden.

Das Bundesamt für Verkehr BAV hat zur Präzisierung der Rahmenbedingungen für den Einsatz von Herbiziden auf und an Gleisanlagen eine Richtlinie verfasst. Diese richtet sich an alle Betreiberinnen und Betreiber von Bahninfrastrukturen und Standseilbahnen in der Schweiz.

Im **Gleisbereich** (inkl. Innenseite der Lärmschutzwände) dürfen zur Bekämpfung unerwünschten Pflanzenwuchses ausschliesslich Herbizide verwendet werden, die den **Wirkstoff Glyphosat** enthalten und für diesen Zweck zugelassen sind.

Falls Gehölze mechanisch nicht vollständig entfernt werden können, dürfen im Gleisbereich an **Bahnbauwerken wie Tunnelportalen, Stützmauern, Felswänden und Brückenwiderlagern** Einzelstockbehandlungen vorgenommen werden. Auf Bahnbauwerken dürfen ausschliesslich Pflanzenschutzmittel mit dem Wirkstoff Glyphosat oder **Triclopyr** verwendet werden, welche zur Strunkbehandlung gegen Stockausschläge im Nichtkulturland zugelassen sind. Eine Blattapplikation von Triclopyr ist nicht erlaubt.

### Kenntnis und Signalisation der Grundwasserschutzzonen

Eisenbahnabschnitte, die durch Grundwasserschutzzonen verlaufen oder an diese angrenzen, müssen signalisiert werden. Grundwasserschutzzonen können den kantonalen oder bahninternen Geoportalen entnommen werden. In diesen Zonen gelten Einschränkungen für den Einsatz von Herbiziden, insbesondere ein vollständiges Verbot des Einsatzes von Pflanzenschutzmitteln (PSM) im Gleisbereich der Grundwasserschutzzonen S1, S2 und Sh.

Für die Signalisation von Grundwasserschutzzonen werden in der Regel folgende Signalisationstafeln verwendet:

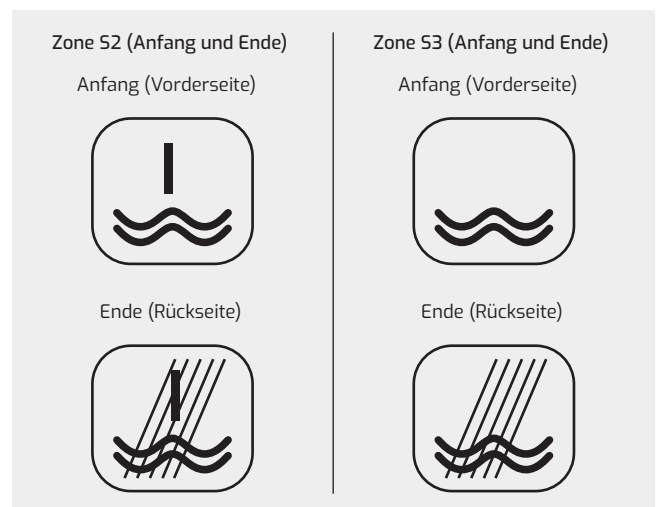


Abb. 55: Signalisation der Grundwasserschutzzonen



Signalisiert werden jeweils der Beginn und das Ende der Grundwasserschutzzonen S2 und S3. Die Grundwasserschutzzone S1 als Teil der S2 wird nicht separat markiert. Die nachfolgenden Fotos zeigen zwei Beispiele von signalisierten Grundwasserschutzzonen. Die Tafeln können entweder an den Fahrleitungsmasten oder an separaten Halterungen montiert werden und sollten den Unterhalt nicht behindern oder gefährden.



Abb. 56: Links: Beginn der Grundwasserschutzzone S2  
Rechts: Ende der Grundwasserschutzzone S3

Detaillierte Angaben zu weiteren Anforderungen, wie zum Beispiel zu Anwendungseinschränkungen von PSM, zur Ausbringungstechnik, zur Reinigung der Spritzgeräte sowie zur Aufzeichnungs- und Meldepflicht sind der aktuellen BAV-Richtlinie zu entnehmen.

➤ [www.bav.admin.ch](http://www.bav.admin.ch) > Rechtliches > Weitere Rechtsgrundlagen und Vorschriften > Richtlinien > Chemische Vegetationskontrolle auf und an Gleisanlagen



### Chemische Vegetationskontrolle auf Wiesen und Weiden

Im Leitbild für den schweizerischen Futterbau ist festgehalten, dass Herbizide nur dort als Notmassnahme eingesetzt werden dürfen, wo keine anderen Möglichkeiten mehr bestehen, die unkontrollierte Verunkrautung von Wiesen und Weiden zu regulieren.

Dabei gilt zu beachten:

- In Hecken und Feldgehölzen sowie in einem Streifen von drei Metern Breite entlang dieser dürfen **keine** Pflanzenschutzmittel ausgebracht werden.
- Dasselbe gilt auch für den Wald sowie einem Streifen von drei Metern Breite entlang der Bestockung.
- Herbizide dürfen auch nicht auf Strassen, Wegen und Plätzen sowie auf Böschungen und Grünstreifen entlang von Strassen ausgebracht werden.

Ausnahmen:

- Auf bestockten Weiden sowie einem Streifen von drei Metern Breite entlang der Bestockung dürfen Einzelstockbehandlungen von Problempflanzen vorgenommen werden, sofern diese mit anderen Massnahmen, wie regelmässigem Mähen, nicht erfolgreich bekämpft werden können.
- Auf Böschungen und Grünstreifen entlang von Strassen sind Einzelstockbehandlungen von Problempflanzen erlaubt, wenn andere Massnahmen, wie regelmässiges Mähen, nicht zum Erfolg geführt haben.

Wer nach den Richtlinien des ökologischen Nachweises ÖLN beziehungsweise nach den Regeln bestimmter Labels bewirtschaftet, hat die entsprechenden Vorschriften strikte einzuhalten. Teilweise müssen dazu bei den zuständigen kantonalen Stellen Bewilligungen eingeholt werden.

Bis zur nächsten Futternutzung gilt es, Wartefristen einzuhalten. Sowohl für Schnitt und Weide als auch für die Konservierung gilt nach dem Herbizideinsatz eine 3-wöchige Wartefrist bei Verwendung des Futters für Milchvieh und eine 2-wöchige Wartefrist bei Verwendung für nicht laktierende Tiere.

Für detektionsbasierte Applikationen mit Grossgeräten ist eine Fachbewilligung zum Ausbringen von PSM in der Landwirtschaft notwendig. **Mit der Fachbewilligung Spezielle Bereiche dürfen ausschliesslich Einzelstockbehandlungen mit Kleingeräten vorgenommen werden.**

### Alternative Produkte

Auf dem Markt gibt es Produkte zur Reinigung von befestigten Flächen im Aussenbereich. Diese Reinigungsmittel unterstehen ebenfalls der Sorgfaltspflicht. Sie dürfen ausschliesslich für den von der Herstellerfirma angegebenen Verwendungszweck eingesetzt (s. Etikette und Sicherheitsdatenblatt) und nur insoweit direkt in die Umwelt ausgebracht werden, wie dies für den angestrebten Zweck erforderlich ist. Enthält ein Reinigungsmittel eine wirksame Konzentration an Essigsäure, handelt es sich um ein zulassungspflichtiges PSM und ist deshalb zur Beseitigung von Beikraut auf Strassen, Wegen und Plätzen nicht zugelassen.



# 6

## **PSM Anwendung, Lagerung und Entsorgung**

# 6. PSM Anwendung, Lagerung und Entsorgung

## Sich beim Umgang mit Pflanzenschutzmitteln schützen

Die unsachgemässe Verwendung von Pflanzenschutzmitteln (PSM) stellt ein Gesundheitsrisiko dar. Neben den direkt eintretenden (akuten) Wirkungen, die durch eine kurzfristige, oftmals einmalige Exposition gegenüber PSM auftreten, können auch chronische Gesundheitsschäden hervorgerufen werden. Diese machen sich jedoch erst nach vielen Jahren der wiederholten Exposition bemerkbar und werden deshalb oft vernachlässigt.

Zu den **akuten Wirkungen** gehören beispielsweise Verätzungen, Reizungen der Haut, Kopfschmerzen oder Vergiftungsanzeichen wie Zittern, Übelkeit, Brechreiz und Sehstörungen. **Chronische Wirkungen** sind oftmals schwerwiegender und können unheilbar oder potenziell tödlich sein. Zahlreiche Studien haben einen Zusammenhang zwischen der beruflichen Verwendung von PSM und Krankheiten wie Krebs und Parkinson festgestellt.

Das genaue Risiko, das von der langfristigen Verwendung von PSM ausgeht, ist schwer abzuschätzen, da es von verschiedenen Faktoren abhängt. Es setzt sich aus der Toxizität des verwendeten PSM und der Exposition gegenüber dem PSM zusammen.

- Mehr Informationen dazu finden Sie im Kapitel «3. Pflanzenschutzmittel, Human- und Ökotoxikologie» unter dem Titel «Humantoxikologie» auf der Seite 32.

Die Einstufung bzw. Kennzeichnung der Produkte (z.B. entzündlich, ätzend, reizend, allergisierend, organotoxisch, krebserregend, erbgutverändernd, reproduktionstoxisch u.a.) gibt Aufschluss über die Gefahren, denen eine Anwenderin oder ein Anwender von PSM ausgesetzt ist, wenn sie oder er sich nicht richtig schützt. Die Toxizität ist von Produkt zu Produkt unterschiedlich und hängt von den Substanzen ab, aus denen es besteht. Das Risiko, infolge der Verwendung von PSM zu erkranken, kann mit Hilfe der Minimierung der Exposition vermindert werden.

## Exposition gegenüber PSM

### Exposition bei den verschiedenen Arbeitsschritten

Eine Exposition gegenüber PSM ist bei allen Arbeitsschritten möglich: von der Lagerung und dem Transport über das Anmischen und Ausbringen der Spritzbrühe, der Wartung und Reinigung der Persönlichen Schutzausrüstung (PSA) bis hin zu Nachfolgearbeiten und dem anschliessenden Ausziehen der PSA. PSM können über vier verschiedene Wege in den Körper gelangen: Aufnahme über die Haut (dermal), Einatmen (inhalativ), Verschlucken (oral) und Augenkontakt (okular). Je nach Kultur und Art der verwendeten Spritzgeräte kann sich die benötigte PSA daher für die verschiedenen Arbeitsschritte unterscheiden.




💡 PSM können auch über die Plazenta in den Embryo/Fötus gelangen. Schwangere Frauen dürfen deshalb nicht mit PSM arbeiten! Entsprechende Hinweise finden sich im Sicherheitsdatenblatt unter Abschnitt 15.

### 💡 Toolkit Anwenderschutz Pflanzenschutzmittel

Das Toolkit Anwenderschutz Pflanzenschutzmittel setzt sich aus Merkblättern, Checklisten, Lernvideos und Quizfragen zusammen und bietet massgeschneiderte Praxistipps für die Anwendung von PSM.

- Anwenderschutz Pflanzenschutzmittel: [guteland-wirtschaftlichepraxis.ch](http://guteland-wirtschaftlichepraxis.ch) > Gute Praxis > Schutz der Gesundheit - Sich schützen (toolkit)

Tab. 17: Expositionspotenzial während der verschiedenen Arbeitsschritten bei der Anwendung von PSM

Tätigkeit	Exposition	Einflussfaktoren Expositionsrisiko	Beispiele
Lagerung		Bei korrekter Lagerung von PSM besteht nur eine geringe Exposition.	PSM müssen im Originalgebinde in einem separaten, für die Lagerung von PSM vorgesehenen Raum oder Sicherheitsschrank und für Unbefugte nicht zugänglich gelagert werden. Dabei sind die Bedingungen für die Zusammenlagerung zu beachten. Flüssige PSM sind über Auffangwannen zu lagern.
Transport		Beim korrekten Transportieren von PSM vom Lager zum Vorbereitungsbereich besteht eine geringe Exposition.	Beim Transport von PSM ist darauf zu achten, dass Gebinde gut verschlossen sind. Beim Transport von grösseren Mengen von PSM kann z.B. eine geschlossene Kiste aus nicht saugfähigem Material als Transporthilfsmittel verwendet werden.
Anmischen der Spritzbrühe	   	Es besteht ein sehr hohes Expositionsrisiko aufgrund der Arbeit mit Konzentraten.	Spritzer auf Haut oder in Augen, verstärkte Staubbildung beim Arbeiten mit Granulaten.
Ausbringen der Spritzbrühe	   	Exposition variiert stark und hängt u. a. von Spritzgerät, Kultur und Topografie ab. Hautresorption der verdünnten Spritzbrühe kann bis zu drei Mal höher sein als bei Konzentraten. Bei der Anwendung von PSM in Innenräumen (z.B. in Gewächshäusern oder Lager- und Produktionsräumen) kann es zusätzlich zur Exposition über die Haut auch noch zu einer erheblichen Exposition über die Atemwege kommen.	Exposition ist bei manueller Anwendung (z.B. mit Rückenspritze, Gun oder Atomiseur) höher als beim Ausbringen von PSM im Feldbau mit Spritzbalken und geschlossener Traktorkabine mit Aktivkohlefilter. In Raumkulturen ist die Exposition beim Einsatz von Gebläsespritzern ohne geschlossene Traktorkabine höher als beim Anmischen der Brühe.
Wartung	 	Bei der Wartung der Ausrüstung (z.B. beim Düsenwechsel während des Spritzens) besteht eine erhebliche Exposition.	Bei der Wartung der Ausrüstung, speziell während des Spritzens auf der Parzelle, kann es zur Exposition gegenüber PSM durch Kontakt mit gespritzten Pflanzen sowie beim Warten der Ausrüstung oder des Spritzgeräts zum Kontakt mit PSM-Resten kommen. Es können alle Körperteile, die mit der Ausrüstung in Berührung kommen, mit PSM-Resten kontaminiert werden, auch wenn die Spritzbrühe bereits eingetrocknet ist.
Reinigung der Ausrüstung	 	Bei der Reinigung des Spritzgeräts besteht moderates Expositionsrisiko aufgrund von Spritzern.	Die Reinigung der Spritzgeräte mit einem Hochdruckreiniger kann zu Spritzern führen, durch die es zur Kontamination mit PSM kommen kann.
Nachfolgearbeiten	   	Exposition hängt u. a. von Wiederbetretungsfrist, Dauer der Arbeit in der Parzelle, Grösse und Feuchtigkeit der Laubwand ab.	Exposition erfolgt v. a. durch Kontakt mit behandelten Pflanzenteilen, deshalb lange Kleidung tragen.
Ausziehen der PSA	  	Da PSA mit PSM-Rückständen kontaminiert ist, besteht auch beim Ausziehen der PSA ein moderates Expositionsrisiko.	Beim Ausziehen der PSA kann Kontakt mit eingetrockneten Resten der Spritzbrühe entstehen. Deshalb ist es wichtig, die PSA in der richtigen Reihenfolge ausziehen, um Kontakt mit kontaminierter PSA zu vermeiden.

Ausmass der Exposition:  schwach   mittel   stark    sehr stark

## Allgemeine Verhaltensgrundsätze beim Umgang mit Pflanzenschutzmitteln

Für den sicheren Umgang mit PSM gelten die gleichen Verhaltensregeln wie für andere Chemikalien auch. Vor dem Arbeiten mit PSM sollten sich Anwenderinnen und Anwender über mögliche Gefahren und die vorgeschriebenen Schutzmassnahmen informieren. Jeglicher Haut- und Augenkontakt mit PSM ist zu vermeiden. Das Essen, Trinken, Rauchen und auch das Bedienen von Mobiltelefonen sollte während der Arbeit mit PSM strikt unterlassen werden. Vor den Pausen müssen Handschuhe mit Wasser abgespült und die Hände gründlich mit Seife und Wasser gewaschen werden. Ausserhalb des Gebäudes sollte es hierzu eine Waschmöglichkeit geben, damit Innenräume nicht mit kontaminierter PSA verunreinigt werden. Für Arbeiten im Freiland ist ein Kanister mit Frischwasser zum Abspülen der Hände mitzuführen.

Für produktspezifische Informationen zur Gefährlichkeit und den empfohlenen Schutzmassnahmen sind die Gefahren- und Sicherheitshinweise auf der Etikette, die Angaben im PSM-Verzeichnis sowie das Sicherheitsdatenblatt zu konsultieren.

## STOP-Prinzip

Das Tragen einer Persönlichen Schutzausrüstung trägt bei allen Arbeitsschritten dazu bei, die Exposition und somit auch das von PSM ausgehende Risiko zu verringern. Vor dem Tragen der Persönlichen Schutzausrüstung müssen jedoch gemäss STOP-Prinzip zuerst andere wichtige Massnahmen umgesetzt werden.

**Substitution:** Wenn möglich sollte das Produkt gewählt werden, das für die menschliche Gesundheit am ungefährlichsten ist. Die WebApp «Standard Anwenderschutz PSM» gibt für jedes bewilligte PSM das Schutzniveau und die notwendigen PSA an.

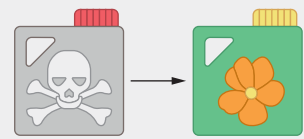
**Technische Massnahmen:** Dazu gehören u. a. Sprühschirm oder driftreduzierende Düsen.

**Organisatorische Massnahmen:** Organisatorische Massnahmen sind kostengünstig und effektiv und umfassen allgemeine Arbeitsabläufe auf dem Betrieb. Beispielsweise sollte die verwendete Ausrüstung (PSA und Spritzgeräte) nach jeder Behandlung gereinigt und die Wiederbetretungsfrist bei Nachfolgearbeiten eingehalten werden. In unmittelbarer Nähe der Parzelle sollten während des Spritzens keine anderen Arbeiten erledigt werden.

**Persönliche Schutzmassnahmen:** Die letzte Massnahme betrifft die PSA, welche Handschuhe, Stiefel, Schutzbrille und Schutzanzug sowie allenfalls Atemschutz umfasst.

### Substitution

Giftige Mittel werden wo möglich durch mindergiftige Mittel ersetzt



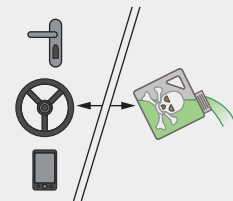
### Technische Massnahmen

Sprühschirm oder Abdriftmindernde Düsen reduzieren PSM Risiken



### Organisatorische Massnahmen

verhindern, dass PSM-Reste saubere Gegenstände verunreinigen



### Persönliche Schutzausrüstung

Vorgeschriebene PSA muss eingesetzt werden



Abb. 57: Veranschaulichung des STOP-Prinzips



Abb. 58: Persönliche Schutzausrüstung für eine Behandlung in einem Gewächshaus

## Persönliche Schutzausrüstung

Die notwendige PSA wird während des PSM-Zulassungsverfahrens gefahrenbasiert für akute Wirkungen und expositionsabhängig für chronische Wirkungen abgeleitet. Sie ist auf der Etikette und der Gebrauchsanweisung der Produkte sowie auch in Abschnitt 8.2 des entsprechenden Sicherheitsdatenblattes vermerkt. Zusätzlich hilft die Web-App «Standard Anwenderschutz PSM» bei der Auswahl der korrekten PSA, die für das verwendete Produkt und die jeweilige Kultur empfohlen wird. Die Schutzausrüstung wird bei der Zulassung für die drei Arbeitsschritte Anmischen, Ausbringen und Nachfolgearbeiten definiert, deshalb gibt es keine allgemein gültige Grundausrüstung. Um optimalen Schutz zu bieten, sollte die PSA den vorgegebenen Normen entsprechen und nur für den Umgang mit PSM benutzt werden.

Grob gesagt setzt sich PSA aus folgenden Elementen zusammen:

- **Schutzanzug oder lange Arbeitskleidung:** Beim Umgang mit Pflanzenschutzmitteln ist in jedem Fall lange Arbeitskleidung erforderlich, die ausschliesslich für diesen Zweck verwendet wird. Diese Kleidung schützt die Haut vor direktem Kontakt mit Chemikalien und reduziert die Gefahr der Exposition. Je nach Produkt muss zusätzlich ein Schutzanzug getragen werden, der speziell für den Umgang mit Chemikalien geeignet ist und bestimmte Normen erfüllt.

- Chemikalienresistente, möglichst langärmelige **Schutzhandschuhe**. Diese sind mit einem Erlennmeyersymbol und darunter aufgedruckten Buchstaben versehen.
  - Insbesondere bei der Zubereitung der Spritzbrühe respektive beim Umgang mit gewissen konzentrierten PSM muss ein **Augenschutz** getragen werden.
  - Erfordert das verwendete Produkt das Tragen eines **Atemschutzes**, muss zunächst der richtige Filtertyp (gegen Aerosole oder gegen Dämpfe und Gase) bestimmt werden.
  - Zur Ausrüstung gehören auch **feste Arbeitsschuhe oder Stiefel**. Im Gleisbereich sind Sicherheitsschuhe und zusätzlich alle Sicherheitskleider (Weste, Helm) Vorschrift.
- Sicheres Arbeiten mit PSM: [www.seco.admin.ch](http://www.seco.admin.ch) > Publikationen & Dienstleistungen > Publikationen > Arbeit > Arbeitsbedingungen > Broschüren und Flyer > Sicheres Arbeiten mit Pflanzenschutzmitteln

## Verwendung und Wartung der Persönlichen Schutzausrüstung

Um optimalen Schutz zu gewährleisten, muss die PSA der Körperform angepasst sein und korrekt verwendet und gewartet werden. Vor dem Anziehen und nach dem Ausziehen der PSA sollten die Hände gründlich gewaschen werden. Es gilt, die PSA in richtiger Reihenfolge an- beziehungsweise auszuziehen (siehe Abb. 59). Beim Anziehen der PSA soll-

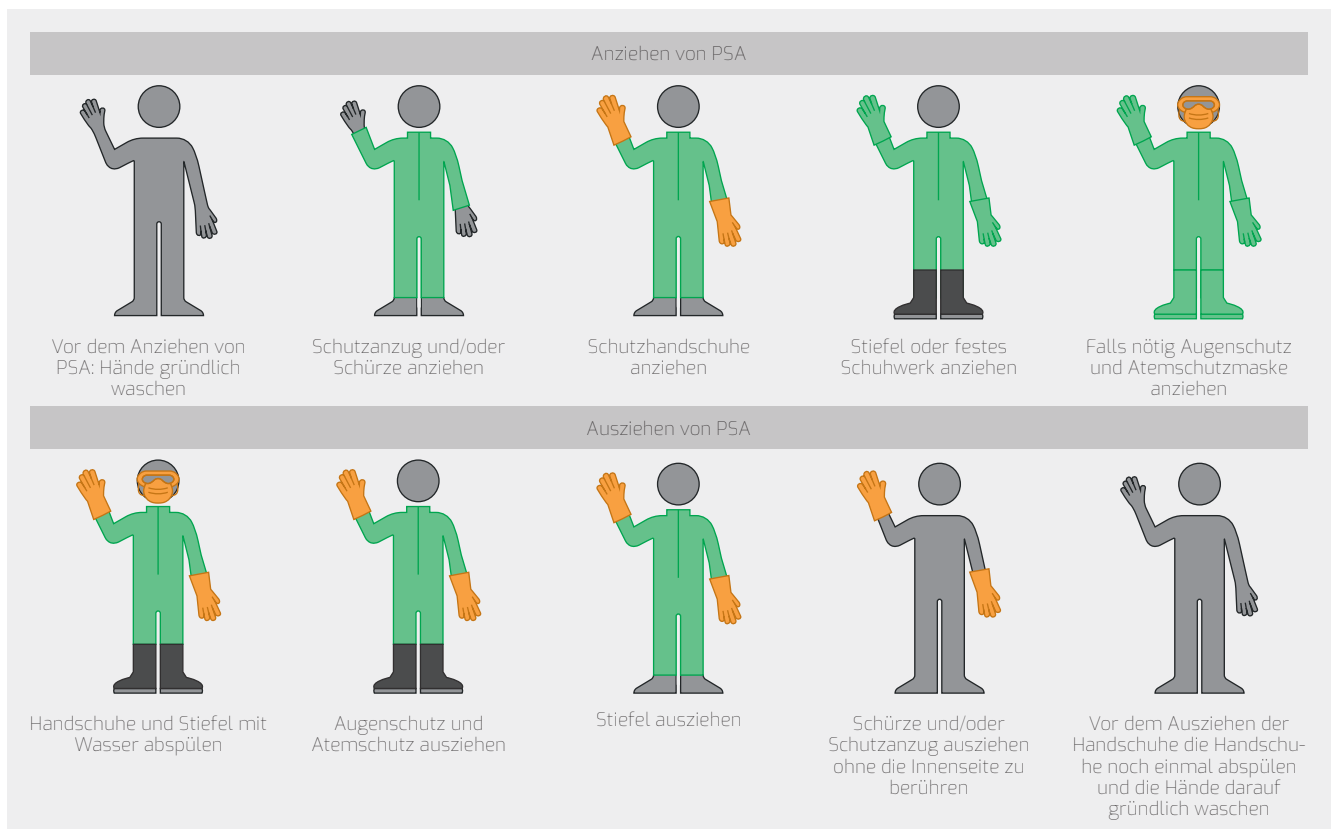


Abb. 59: Ablauf des korrekten An- und Ausziehens von Persönlicher Schutzausrüstung



ten Handschuhe, je nach Länge, unter oder über die Ärmel des Schutzanzugs gelegt werden. Beim Ausziehen der PSA sollte darauf geachtet werden, dass Handschuhe immer als Letztes ausgezogen werden. Einweg-PSA sollte sofort nach Gebrauch entsorgt werden. Mehrweg-PSA sollte sofort nach Gebrauch separat von Alltagskleidern und nach den Angaben des Herstellers gewaschen werden. PSA sollte regelmässig kontrolliert und, falls beschädigt, ersetzt werden.

### Notfall – Was tun?

In jeglichen Notfallsituationen und bei Unfällen mit Chemikalien sollte das Ampelschema (Schauen [Rot] – Denken [Gelb] – Handeln [Grün]) der Samariter Schweiz angewendet werden.

➤ [www.samariter.ch](http://www.samariter.ch) > Erste Hilfe > Grundlagen > Ampelschema

Im Betrieb sind an relevanten Stellen Notfallblätter aufzuhängen, die auf die wichtigsten Erste-Hilfe-Massnahmen hinweisen und Notfallnummern enthalten.

➤ [gutelandwirtschaftlichepraxis.ch](http://gutelandwirtschaftlichepraxis.ch) > Gute Praxis > Schutz der Gesundheit - Sich schützen (toolkit) > Nützliches > Poster: Kontakt mit Pflanzenschutzmitteln - Was tun?

Kommt es zu einem direkten Kontakt mit PSM, sind Sofortmassnahmen einzuleiten. Pflanzenschutzmittelspritzer auf der Haut und in den Augen sollten sofort für mindestens 15 Minuten ab-, beziehungsweise ausgespült werden. Für das Spülen der Augen bieten sich mobile Augenduschen an, die in der Betriebsapotheke ergänzt werden können. Falls PSM verschluckt werden, muss der Mund sofort ausgespült und die Notrufnummer (144) angerufen werden. Beim Einatmen von PSM-Stäuben, -Dämpfen oder -Aerosolen sollte der Bereich verlassen und ein Ort an der frischen Luft aufgesucht werden. Beim Auftreten von Symptomen wie Übelkeit, Schwindel, Kopfschmerzen oder Erbrechen muss der Notruf (144) kontaktiert werden. Anweisungen für Erste-Hilfe-Massnahmen sind in Abschnitt 4 des Sicherheitsdatenblattes des verwendeten PSM zu finden. Mit Tox Info Suisse (Tel. 145) steht ein 24-Stunden-Beratungsdienst für jegliche Zwischenfälle mit Chemikalien zur Verfügung. Bei Kontakt mit CMR-Stoffen (krebserregend, erbgutverändernd und/oder reproduktionstoxisch) sollte in jedem Fall ein Arzt kontaktiert werden.

Im Fall eines Brandunfalls mit PSM ist es wichtig, die richtigen Löschmittel für das entsprechende Produkt zur Hand zu haben und die korrekten Brandbekämpfungsmassnahmen anzuwenden. Diese sind dem Abschnitt 5 des Sicherheitsdatenblattes des verwendeten PSM zu entnehmen. Bei einem Brandunfall mit PSM gilt es, das allgemeine Verhalten bei Bränden (Alarmieren – Retten – Löschen) zu befolgen.

➤ [www.bfb-cipi.ch](http://www.bfb-cipi.ch) > Brandverhütungstipps > Richtiges Verhalten bei Bränden > Brennt's? So reagieren Sie richtig.

**Tab. 18: Die wichtigsten Notfallnummern**

Notfall	Telefonnummer
Notruf	144
Vergiftungen	145
REGA	1414
Polizei	117
Feuerwehr	118
Europäische Notfallnummern	112

**Tab. 19: Die wichtigsten zu kommunizierenden Informationen, die bei einem Unfall zu übermitteln sind**

Zu kommunizierende Informationen
<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Wer alarmiert (Name)?</li> <li>▶ Wo sind die Verletzten, wo ist der Unfall passiert?</li> <li>▶ Was ist passiert? Wann hat sich der Unfall ereignet?</li> <li>▶ Wie viele Personen wurden verletzt?</li> <li>▶ Andere Gefahren, gefährliche Substanzen?</li> <li>▶ Meine Telefonnummer?</li> </ul>

## Pflanzenschutzmittel korrekt auswählen

Vor dem Einsatz von Pflanzenschutzmitteln ist eine zweifelsfreie Bestimmung der Bewuchssituation und Ursache zwingend. Falls eine chemische Behandlung nötig ist, muss das richtige Herbizid gewählt werden. Dabei empfiehlt es sich, folgendermassen vorzugehen:

### 1. Zulassung nach Produktionsrichtung, Labels und Programmen

Es dürfen nur Mittel eingesetzt werden, die über eine gültige Zulassung und Zulassungsnummer verfügen. Diese Mittel werden im Pflanzenschutzmittelverzeichnis des Bundes ([www.psm.admin.ch](http://www.psm.admin.ch)) aufgeführt. In der Landwirtschaft muss das eingesetzte PSM zudem für die betriebspezifische Produktionsrichtung (ÖLN, Bio etc.), Labels und Programme zugelassen sein.

➤ Pflanzenschutzmittelverzeichnis: [www.psm.admin.ch](http://www.psm.admin.ch)

## 2. Wirkung auf Schadquelle

Es sind nur Mittel auszuwählen, die für die Anwendung auf der jeweiligen Fläche und gegen das zu bekämpfende Beikraut in der Schweiz aktuell zugelassen sind.

## 3. Weitere Einschränkungen der Wirkstoffe und Wirkstoffgruppen

Je nach PSM sind die Anzahl der Einsätze oder die Menge des Wirkstoffes innerhalb eines Zeitintervalls eingeschränkt. PSM werden in unterschiedliche Wirkstoffgruppen eingeteilt. Je weniger unterschiedliche Wirkstoffe und Wirkstoffgruppen eingesetzt werden, desto grösser ist die Gefahr von resistenten Unkräutern.

## 4. Einsatzzeitpunkt

Es ist zu überprüfen, ob der angestrebte Einsatzzeitpunkt mit den Empfehlungen und Zulassungen des Pflanzenschutzmittels übereinstimmt. So kann ein Herbizid beispielsweise im Keimblattstadium des Unkrauts seine volle Wirkung entfalten, während es bei der ausgewachsenen Pflanze keinen Effekt mehr erzielt. Auch Umweltfaktoren gilt es zu berücksichtigen. Bei Wind oder kurz vor eintretendem Regen dürfen keine PSM ausgebracht werden. Auch hohe Lufttemperaturen und tiefe Luftfeuchtigkeit sind möglichst zu vermeiden.

## 5. Wartefristen berücksichtigen

Beim Einsatz von Herbiziden sind die gesetzlich vorgeschriebenen Wartefristen zu berücksichtigen. In jedem Fall gelten 3 Wochen Wartefrist bei der Verwendung des Futters für Milchvieh und 2 Wochen für andere Tierkategorien.

# Pflanzenschutzmittel lagern und entsorgen

Pflanzenschutzmittel werden in konzentrierter Form gehandelt und sind chemisch oder biologisch reaktiv, entsprechend hoch ist das Risiko für Umweltschäden bei einem Unfall. Um solchen vorzubeugen, gibt es bei der Lagerung von Pflanzenschutzmitteln hohe sicherheitstechnische Anforderungen.

### Info digiFLUX

Das Parlament hat 2021 eine Mitteilungspflicht für den Handel mit und die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln sowie den Handel von Nährstoffen beschlossen. Während der Handel voraussichtlich ab 2026 PSM- und Nährstofflieferungen erfassen muss, wird die vereinfachte Mitteilungspflicht für PSM-Anwendungen nicht vor 2027 in Kraft treten.

➔ Weitere Infos zu digiFLUX: [www.digiflux.info/de](http://www.digiflux.info/de)

## Anforderungen an das Pflanzenschutzmittellager

- ▶ abschliessbar und von aussen als Pflanzenschutzmittellager mit entsprechenden Gefahrensymbolen und Notrufnummern gekennzeichnet
- ▶ getrennt von Stallungen und Wohnraum
- ▶ trocken, gut durchlüftet und keinen grossen Temperaturschwankungen unterliegend (= frostsicher und kühl)
- ▶ aus brandfestem Material (≠ Holz, Brandverzögerung von 1/2 h). Entzündliche Produkte müssen in einem feuerfesten Schrank (= Metall) aufbewahrt werden
- ▶ kein Anschluss an das Wassernetz und die Kanalisation im Lagerraum (= kein Wasserhahn und kein Abfluss)
- ▶ flüssigkeitsdichter Boden mit Bordüre oder Wannen mit Rückhaltevermögen von mind. 110 % des grössten darin gelagerten Gebindes

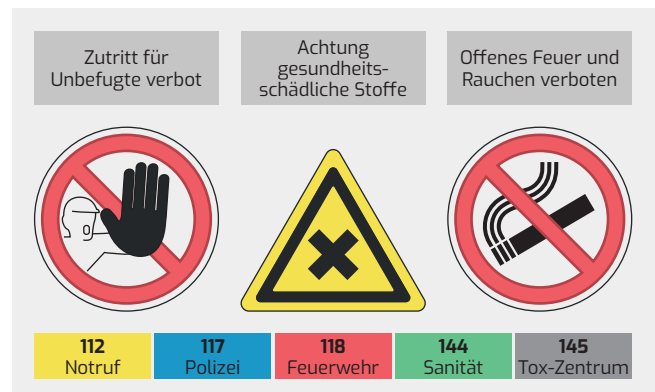


Abb. 60: Warnhinweise (Zutritt verboten, Schutzausrüstung, Rauchverbot) und Notrufnummern sind aussen an der Tür und im Lagerraum von Pflanzenschutzmitteln anzubringen

## Weitere Merkmale bei der Lagerung von Pflanzenschutzmitteln

- ▶ Pflanzenschutzmittel sind getrennt von anderen Stoffen (wie Lebens- bzw. Futtermittel, Medikamente, Treibstoffe und Dünger) zu lagern.
- ▶ Pflanzenschutzmittel und andere Chemikalien, die in gefährlicher Weise miteinander reagieren können, müssen getrennt gelagert werden (z. B. über Auffangwannen bei Flüssigkeiten). Säuren und Laugen oder entzündliche und brandfördernde Produkte dürfen nicht zusammen gelagert werden!
- ▶ Auffangwannen müssen lagergutbeständig sein und mindestens den Inhalt des grössten Behälters fassen können. Produkte sind in Originalgebinden zu lagern. Beschädigte Behälter sind umzufüllen und Original-etiketten neu anzubringen. Produkte dürfen nie in Trinkflaschen umgefüllt werden!
- ▶ Feste bzw. trockene Produkte (Pulver, Granulate) befinden sich über flüssigen Mitteln.

- ▶ Pflanzenschutzmittel sollten auf Regalen und nicht am Boden gelagert werden. Die Regale bestehen aus nicht brennbarem, rostbeständigem, nicht saugfähigem und leicht zu reinigendem Material (≠ Holz).
- ▶ Es stehen saugfähiges Bindemittel (Katzenstreu, Sägemehl, Ölbinder) sowie Besen, Kehrschaukel und Abfallsäcke zur Beseitigung von verschütteten Pflanzenschutzmitteln bereit.
- ▶ Hilfsmittel zur Herstellung der Spritzbrühe (Waage, Literbecher, Trichter etc.) sollen im Lagerraum aufbewahrt und ausschliesslich für diesen Zweck benutzt werden.
- ▶ In unmittelbarer Nähe zum Lagerraum steht ein Abfallbehälter für leere und gespülte Gebinde bereit.
- ▶ Persönliche Schutzausrüstung und Arbeitskleider sollten ausserhalb des Lagerraumes aufbewahrt werden.

Bei der Suche nach einem passenden Lagerort oder bei Unklarheiten bieten die kantonalen Fachstellen ihre Hilfe an.

### Entsorgung

Beim Umgang mit Pflanzenschutzmitteln entstehen zudem verschiedene Abfälle, die unterschiedlich entsorgt werden müssen.

- ▶ Mit verschütteten Mitteln kontaminiertes Saug- und Einwegmaterial (Handschuhe etc.) sowie Pflanzenschutzmittelreste, die abgelaufen oder nicht mehr gebraucht werden, müssen gesondert von den restlichen Pflanzenschutzmitteln gelagert und als Sonderabfall entsorgt werden. In der Regel können kleinere Mengen dieser Sonderabfälle in den Entsorgungshöfen der Gemeinden abgegeben werden. Eine vorgängige Rücksprache ist empfehlenswert.
- ▶ Produktreste und angebrochene Packungen sind zur Entsorgung der Verkaufsstelle oder als gewerblicher Sonderabfall einem berechtigten Entsorgungsbetrieb zu übergeben.
- ▶ Restentleerte PSM-Gebinde müssen bei der Zubereitung der Spritzbrühe mindestens dreimal gründlich gespült werden. Das Spülwasser ist in den Spritztank oder in eine dafür vorgesehene Sammelvorrichtung zu geben. Auf keinen Fall darf es in die Kanalisation gelangen. Gereinigte Gebinde können über die Kehrrichtabfuhr entsorgt werden.
- ▶ Leere, ungereinigte PSM-Gebinde dürfen nicht mit dem Hauskehricht entsorgt werden. Rückstände dürfen weder über die Kanalisation (z. B. WC) noch über Regenabwasserschächte beseitigt werden. Sie gelten als gewerblicher Sonderabfall und sind einem berechtigten Entsorgungsbetrieb oder einer Sammelstelle für Sonderabfälle zuzuführen.

### Haltbarkeit von Pflanzenschutzmitteln

Die Haltbarkeit der PSM beträgt üblicherweise mindestens zwei Jahre ab Herstellungsdatum. Bei Unklarheiten sollte

die Packungsbeilage, die Händlerin oder der Händler bzw. die Herstellerin konsultiert werden. Wichtig für die Haltbarkeit ist eine fachgerechte Lagerung entsprechend den Empfehlungen der Herstellerin. Gerade bei biologischen Pflanzenschutzmitteln kann die Haltbarkeit stark reduziert sein.

## Spritzbrühe herstellen und Spritzgeräte befüllen

Für die Herstellung der Spritzbrühe werden die Pflanzenschutzmittel in der benötigten Menge dem Lager entnommen und verschlossen zum Spritzenbefüllplatz gebracht. Auf dem dichten stationären oder mobilen Befüllplatz wird die Spritzbrühe angemischt. Der Platz muss mit einem ausreichend grossen Auffangvolumen ausgestattet sein, damit potenziell auslaufende PSM-haltige Flüssigkeiten vollständig aufgefangen werden können. Ebenso muss er gross genug sein, um das zu befüllende Gerät vollständig darauf abstellen zu können. Als mobiler Befüllplatz kann u.a. eine dichte Blache oder Auffangwanne mit angehobenem Rand oder einer Randbordüre von mindestens 15 cm dienen. Der mobile Platz ist sowohl im Betrieb wie auch unterwegs nutzbar und bietet sich insbesondere als Lösung für das Befüllen von Kleingeräten an. Achtung: es besteht ein erhöhtes Risiko für versehentliche PSM-Verluste als bei stationären Plätzen. Der stationäre Befüllplatz muss befestigt, dicht, abflusslos und überdacht sein.



Abb. 61: Mobiler Befüll- und Waschplatz mit 15 cm Randbordüre



Abb. 62: Spezielle Kunststoffbox als mobiler Befüll- und Waschplatz



Abb. 63: Überdachter stationärer Befüll- und Waschplatz

Die benötigte Brühmenge wird vor der Befüllung des Spritzgerätes möglichst präzise berechnet, um unnötige Brühreste zu vermeiden. Pflanzenschutzmittel sollten nie in den leeren Brühetank gegeben werden. Vor dem Anmischen der Spritzbrühe muss die Pflanzenschutzspritze mindestens mit der halben Wassermenge befüllt werden. Anschliessend wird das Mittel in den Tank gegeben und das restliche Wasser aufgefüllt. Ist die Spritzbrühe einmal angesetzt, sollte sie zügig ausgebracht werden.

Die Spritzmittelgebinde mit Restmengen müssen nach Gebrauch unverzüglich wieder verschlossen werden. Leere Behälter und Gebinde werden mindestens dreimal mit Frischwasser gespült. Das dabei kontaminierte Spülwasser wird in den Brühbehälter des Spritzgerätes entleert und darf keinesfalls in die Kanalisation gelangen.

### Allgemeine Berechnung der Konzentration

Die erforderliche Konzentration der Spritzbrühe ist auf der Etikette des Produktes und in der Gebrauchsanweisung ersichtlich. Sie hängt von der Pflanze und allenfalls von ihrem Wachstadium ab.

Beträgt die gewünschte Konzentration 1%, sollte die fertige Spritzbrühe zu 99 Teilen aus Wasser und zu 1 Teil aus dem gewünschten Herbizid bestehen.

💡 Die benötigte Produktmenge kann ermittelt werden, indem das Volumen der fertig gemischten Brühe zuerst durch 100 geteilt wird. So ergibt sich eine 1%ige Brühe. Ist eine 5%ige Brühe gefordert, wird das Resultat mit 5 multipliziert. Die benötigte Wassermenge ist die Differenz zwischen dem Volumen der fertigen Brühe abzüglich des beigefügten Produktvolumens.

Bei pulverförmigen Produkten heisst 1 %, dass sich in 10 l Brühe 100 g des Produkts befinden. Da sich das Pulver im Wasser auflöst und sich das Gesamtvolumen nur unwesentlich verändert, muss das beigefügte Pulver nicht vom Wasservolumen abgezogen werden.

Tab. 20: Beispiele von Spritzbrühkonzentrationen

Gewünschte Konzentration der Brühe	Herbizid	Wasser	Volumen der fertig gemischten Spritzbrühe	Gerät
0,5 %	0,1l (= 1 dl)	19,9l	20l	Rücken- und Handspritze
1 %	0,2l (= 2 dl)	19,8l	20l	Rücken- und Handspritze
2,5 %	0,4l (= 4 dl)	19,6l	20l	Rücken- und Handspritze
10 %	0,3l (= 3 dl)	2,7l	3l	Injektionsgerät

### 🚜 Dosierung der Brühmenge für Gleisanlagen

Auf Gleisanlagen ist eine maximale Dosierung von 0,29 g/m<sup>2</sup> Glyphosat zulässig. Bei Rückenspritzen wird häufig mit einer Spritzmittelkonzentration von 12–15% gearbeitet, wobei das Mischungsverhältnis von der gewählten Wirkstoffkonzentration abhängt (360 g/l oder 450 g/l). Damit nicht überdosiert wird, müssen die Arbeitsbedingungen, allen voran die Gehgeschwindigkeit, genau eingehalten werden.

Zur Berechnung der Brühmenge kann folgende Gleichung herangezogen werden:

$$\text{Brühmenge (l/m}^2\text{)} = \frac{\text{Durchfluss/Leistung (l/min)}}{\text{Behandlungsbreite (m)} \cdot \text{Marchgeschwindigkeit (m/min.)}}$$

Mit der für Gleisanlagen vorgeschriebenen Düse von maximal 0,3l/min Durchlauf (und dem Druckreduzierventil von 2 bar), einer Behandlungsbreite von ca. 50 cm bis 1m und einer Geschwindigkeit von 1m/s, also 60 m/Minute (gemütliche Schrittgeschwindigkeit von 4 km/h), ergibt dies mindestens 0,005 l/m<sup>2</sup>.

Im Gleisbereich dürfen neben Rückenspritzen auch Rotationsdüsen oder Injektionsgeräte eingesetzt werden. Versuche haben gezeigt, dass durch das feine Verteilen des konzentrierten Produkts vor allem auf offener Stre-



cke gute Ergebnisse erzielt werden und zwischen 30 und 50 Prozent des Produkts eingespart werden können. Beim Einsatz von Rotationsspritzen ist das Marschtempo auf die Düse abzustimmen (ca. 1m/s). Die behandelten Pflanzen sind aufgrund der feinen Tropfen schlecht erkennbar. Ist bereits ein dichter Bewuchs vorhanden, sollte auf die chemische Vegetationskontrolle verzichtet werden und andere Massnahmen eingeleitet werden.

## Spritzgeräte richtig einstellen und Mittel ausbringen

### Optimale Rahmenbedingungen beachten

Effizienter und umweltschonender Pflanzenschutz ist ein Zusammenspiel von geeigneten Produkten, idealen Rahmenbedingungen und einer optimalen Applikationstechnik. Die Anzahl verfügbarer Herbizide wird in Zukunft abnehmen, die Anforderungen bezüglich umweltschonender Anwendung, Qualität und Sicherheit werden jedoch zunehmen. Zu den optimalen Behandlungsbedingungen gehören u. a. folgende Punkte:

- ▶ Die Pflanzenzellen sollten bei der Behandlung mit Feuchtigkeit gesättigt sein, da Spritzbrühen den Zellen osmotisch Wasser entziehen können. Keine trockene, gestresste Pflanzenbestände behandeln.
  - ▶ Die Windverhältnisse müssen beachtet werden: keine Applikation bei Windgeschwindigkeiten von über 5 m/sec (18 km/h); die Gefahr von Abdrift ist zu gross.
  - ▶ Gewisse PSM haben eine Abstandsauflage aufgrund der Gefährdung von Oberflächengewässern, Biotopen oder Wohnflächen und öffentlichen Anlagen durch Drift oder Abschwemmung. Diese Auflagen sind im Pflanzenschutzmittelverzeichnis des BLV oder auf der Produktetikette als Sicherheitssatz Spe 3 gemäss der Pflanzenschutzmittelverordnung ersichtlich und müssen eingehalten werden.
  - ▶ Die Behandlungen sind bei wenig oder keinem Tau vorzunehmen; bei zu nassen Pflanzen läuft die Brühe ab.
  - ▶ Nach der Behandlung sollte einige Stunden kein Regen fallen und auch nicht gewässert werden, damit die Spritzbrühe antrocknen bzw. in die Pflanze eindringen kann.
  - ▶ Heisse, trockene und sehr kalte Bedingungen sind für eine Herbizidanwendung nicht ideal.
  - ▶ Mit einem Sprühschirm, abdriftmindernden Düsen und der richtigen Arbeitshöhe kann Abdrift minimiert werden.
- Mehr Informationen dazu finden Sie im Kapitel «5. Problemplanzen und deren direkte Bekämpfung» auf der Seite 56. unter dem Titel «Chemische Bekämpfung» auf der Seite 70.

### Düsen und Tropfengrösse

Je nach Anwendungsbereich werden verschiedene Düsentypen verwendet. Je nach Grösse der Düsenöffnung und dem Pumpendruck entstehen verschieden grosse Tröpfchen in unterschiedlicher Anzahl. Bei steigendem Druck entstehen mehr, aber zugleich feinere Tröpfchen. Diese benetzen und dringen besser in das Blattwerk ein als grosse. Zu feine Tröpfchen hingegen verdunsten schnell und es besteht eine erhöhte Abdriftgefahr. Sind die Tröpfchen zu gross, tropfen sie von der Pflanze ab. Um das ideale Tropfenspektrum zu erreichen, muss der vom Spritzenhersteller angegebene Druck und die für den vorgesehenen Gebrauch angegebene Düsengrösse gewählt werden.

Analog zu den fahrbaren Spritzen empfiehlt es sich auch bei Rückenspritzen, eine regelmässige Kontrolle des Durchlaufs vorzunehmen. Dafür kann während einer definierten Zeitspanne in ein Litermass gespritzt und dann die Sprühmenge in Litern pro Minute berechnet werden. Dieses Ergebnis sollte mit den Angaben des Düsenherstellers verglichen und bei der Berechnung und Einhaltung der Arbeitsgeschwindigkeit, z. B. beim Behandeln von Gleisabschnitten, einbezogen werden.

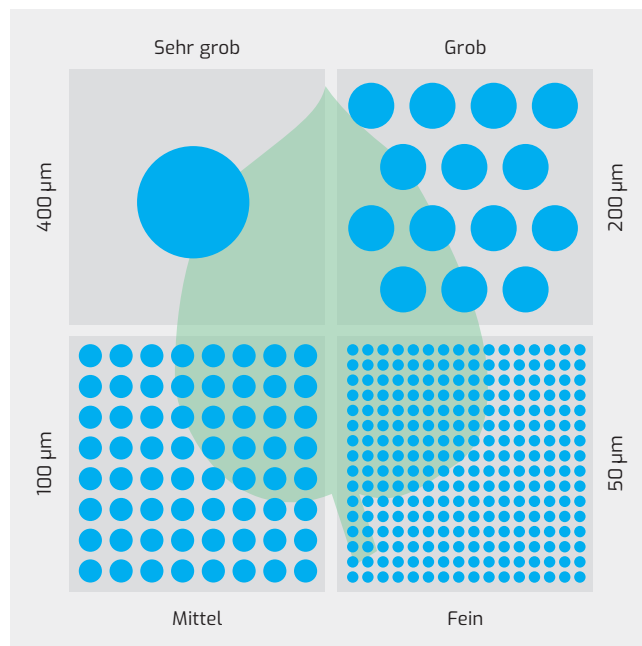


Abb. 64: Die Benetzung hängt von der Tropfengrösse ab.



## Umgang mit Brühresten

Entstehen trotz präziser Berechnungen Brühreste, können diese zu einem späteren Zeitpunkt aufgebraucht werden. Damit PSM-Rückstände nicht eintrocknen und die Düsen verstopfen, müssen Letztere gemäss Bedienungsanleitung gereinigt werden. Können die Brühreste nicht mehr verwendet werden, müssen sie in einem geeigneten Behälter gesammelt und als Sonderabfall an zur Entgegennahme berechnete Entsorgungsunternehmen abgegeben werden.

## Spritzgeräte spülen und reinigen

### Spülung

Um Verstopfungen der Düsen sowie Punkteinträge von Pflanzenschutzmitteln in Gewässer zu vermeiden, ist es unerlässlich, die Spritzgeräte fachgerecht zu spülen und zu reinigen. Brühreste, Spül- und Reinigungswasser dürfen keinesfalls in die Abwasserkanalisation oder via Entwässerungen in Oberflächengewässer gelangen oder im Boden versickern. Um zu verhindern, dass mit Regenwasser Wirkstoffrückstände auf der Spritze abgewaschen werden und in die Gewässer gelangen, sind die Spritzgeräte überdacht abzustellen.

Das Spritzgerät wird direkt nach der Anwendung auf der behandelten Fläche gespült, hierfür ist ein Frischwassertank mitzuführen. Mit dem Spülwasser werden die unvermeidbaren Brühreste in Leitungen, Filtern und Düsen aus-

gestossen, indem sie auf einer bereits behandelten Fläche möglichst grossflächig ausgebracht werden. Die Spülung hat in mehreren Durchgängen zu erfolgen, damit der am Schluss im Gerät verbleibende, verdünnte Rest maximal noch rund 10 % der ursprünglichen Konzentration aufweist.

### Reinigung

Die Innen- und Aussenreinigung des Spritzgerätes erfolgt, wenn möglich, ebenfalls direkt nach dem Ausbringen des PSM auf der behandelten Fläche. Die Reinigung des Spritzgerätes kann auch auf einem dichten stationären oder mobilen Waschplatz durchgeführt werden. In diesem Fall muss das Reinigungswasser entweder in eine Sammelvorrichtung oder auf dem Landwirtschaftsbetrieb in eine dichte Güllegrube geleitet werden. Falls auf dem eigenen Betrieb keine Reinigungseinrichtung zur Verfügung steht, können betriebsexterne Lösungen, wie eine Reinigungseinrichtung auf einem Nachbarbetrieb oder eine gemeinschaftliche Waschanlage, aufgesucht werden.

Weitere Informationen:

- [www.agridea.abacuscity.ch](http://www.agridea.abacuscity.ch) > Pflanzenbau > Ackerbau > Pflanzenschutz: Techniken und Anwendungen > Befüll- und Waschplatz für Spritzgeräte - worauf ist zu achten?
- [www.pflanzenschutzmittel-und-gewaesser.ch](http://www.pflanzenschutzmittel-und-gewaesser.ch) > Dokumente > Informationen zur guten landwirtschaftlichen Praxis und Gewässerschutz > Interkantonale Empfehlung zu Befüll- und Waschplätzen
- [www.vsa.ch](http://www.vsa.ch) > Publikationen & Produkte > Merkblatt (interkantonale): Befüllen, Spülen und Reinigen von Pflanzenschutzspritzgeräten ausserhalb der Landwirtschaft
- [www.agridea.abacuscity.ch](http://www.agridea.abacuscity.ch) > Pflanzenbau > Ackerbau > Pflanzenschutz: Techniken und Anwendungen > Pflanzenschutzspritzen korrekt reinigen

Vor dem Einwintern müssen Rückenspritzen gut gereinigt und gewartet werden. Sie werden offen, eventuell umgekehrt, gelagert. Schläuche, Pistolengriff und Lanze sollten nicht in den Behälter gestellt werden, damit allfällige korrosive Dämpfe die Komponenten nicht angreifen.

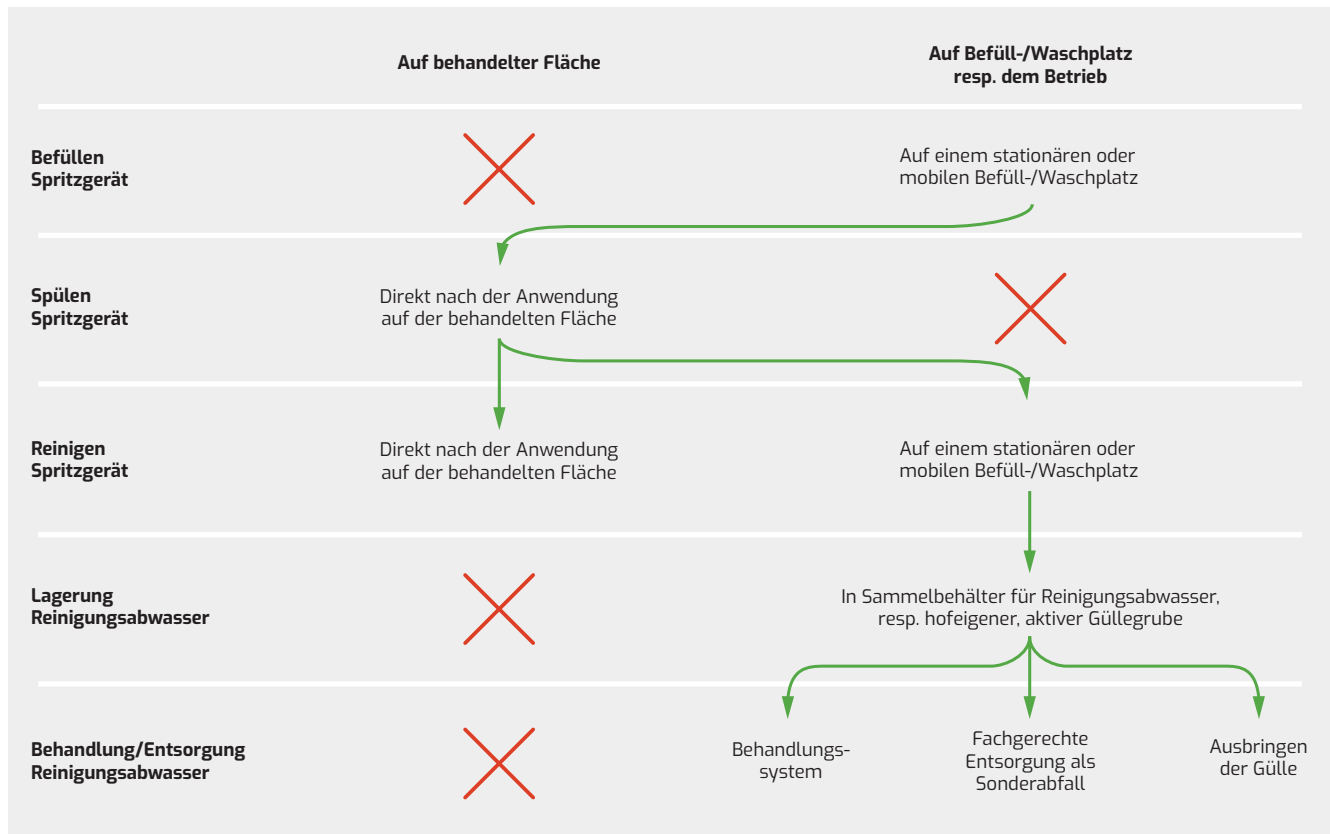


Abb. 65: Übersicht fachgerechtes Vorgehen beim Befüllen, Spülen und Reinigen

# 7

## **Anleiten anderer Personen bei der Anwendung von PSM**

# 7. Anleiten anderer Personen bei der Anwendung von PSM

## Rechtliche Anforderungen

Aus Sicht des Umwelt- und Gesundheitsschutzes empfiehlt es sich, Pflanzenschutzmittel nur durch eine Person ausbringen zu lassen, die über eine entsprechende Fachbewilligung verfügt und sich regelmässig weiterbildet. Ist dies zum Beispiel in einem Grossbetrieb mit temporären Angestellten aus organisatorischen Gründen nicht möglich, dürfen auch Personen ohne Fachbewilligung PSM anwenden, sofern sie vor Ort von einer Inhaberin oder einem Inhaber einer gültigen Fachbewilligung angeleitet werden (VFB-SB, Art. 1, Abs. 3). Die Fachbewilligungsinhaberin resp. der Fachbewilligungsinhaber trägt dabei die Verantwortung für die Handlungen der angeleiteten Person, haftet bei Verstössen gegen die Vorschriften der Umwelt- und Gesundheitsschutzgesetzgebung und kann in diesem Fall gemäss Art. 11 ChemRRV sanktioniert werden. Liegt eine Grobfahrlässigkeit vor, hat die angeleitete Person die Konsequenzen selbst zu tragen.

## Vorgehen bei der Anleitung

### 1. Instruktion vor Ort und Dokumentation

Bei der ersten PSM-Anwendung demonstriert die Fachbewilligungsinhaberin bzw. der Fachbewilligungsinhaber, im Folgenden die «anleitende Person», vor Ort das korrekte Vorgehen beim Mischen, Befüllen, Anwenden, Spülen und Reinigen des Spritzgerätes und informiert die angeleitete Person über Gefahren und Sicherheitsvorkehrungen. Wer wann von wem über was instruiert worden ist, wird schriftlich festgehalten (siehe «Vorlage Protokoll: Anleitung von Drittpersonen zum Ausbringen von PSM» auf der Seite 90).

### 2. Begleitung der angeleiteten Person

Beim zweiten Spritzvorgang muss überprüft werden, ob die Instruktion verstanden und korrekt umgesetzt wird. Die angeleitete Person wird durch die anleitende Person begleitet und beobachtet und erhält eine mündliche Rückmeldung.


### 3. Selbständiges Ausführen der Spritzarbeiten

Frühestens ab der dritten PSM-Anwendung darf die angeleitete Person die ihr übertragenen Arbeitsschritte selbständig ausführen. Wenn die Parzelle, das Sprühgerät oder das verwendete Produkt gewechselt werden oder sich die Arbeitsbedingungen ändern, muss der zweite Schritt wiederholt werden, im Gegensatz zum ersten Schritt, der nur bei Bedarf wiederholt wird. Die anleitende Person ist jedoch dafür verantwortlich, dass die angeleitete Person über die für eine fachgerechte Anwendung der PSM nötigen Informationen verfügt, einschliesslich der Verwendung des geeigneten und zugelassenen Mittels. Diese wichtigen Informationen können je nach Vorkenntnissen und der aktuellen Situation entweder vor Ort oder ortsungebunden weitergegeben werden.

### 4. Laufende Kontrolle und jährliche Auffrischung der Fachkenntnisse

Die anleitende Person steht im Austausch mit der angeleiteten Person und überwacht regelmässig, ob die übertragenen Arbeiten korrekt ausgeführt werden (s. Beispielfragen). Jeweils zu Beginn einer neuen Saison wird der zweite Schritt, d.h. die Begleitung vor Ort wiederholt. Dabei werden allfällige neue Vorgaben und Fachkenntnisse vermittelt und überprüft, ob die einzelnen Arbeitsschritte korrekt ausgeführt werden.

Tab. 21: Übersicht fachgerechtes Vorgehen

<b>Erstanwendung: Instruktion vor Ort</b>	Hat die anzuleitende Person noch keine Erfahrung mit dem Ausbringen von PSM, werden sämtliche Arbeitsschritte durch die FABE-Trägerin bzw. den FABE-Träger bzw. demonstriert. Die Instruktion wird protokolliert und von beiden Parteien unterschrieben.	
<b>Zweitenanwendung: Begleitung der angeleiteten Person</b>	Bei der zweiten Anwendung begleitet und beobachtet die FABE-Trägerin bzw. der FABE-Träger die angeleitete Person und kontrolliert, ob die Anleitung korrekt umgesetzt wird. Es erfolgt eine mündliche Rückmeldung.	 Jährliche Wiederholung
<b>Ab der 3. PSM- Anwendung: selbständiges Ausführen der Spritzarbeiten</b>	Sobald die angeleitete Person die ihr übertragenen Arbeiten korrekt umsetzt und sich im Umgang mit dem Spritzgerät sicher fühlt, kann sie PSM selbständig ausbringen.	
<b>Laufend: Mentoring/Kontrolle</b>		

## Inhalt der Anleitung

Eine Person gilt als angeleitet, wenn sie mindestens die **folgenden Informationen** erhalten hat:

- Name und Verwendungszweck des angewendeten Pflanzenschutzmittels (Fungizid, Herbizid, Insektizid etc.)
- Vorgehen beim Mischen, Befüllen, Anwenden, Spülen und Reinigen des Spritzgerätes (Berechnung der Brühmenge, Geräteeinstellungen, Applikationstechnik, Hinweise zur fachgerechten Reinigung und Entsorgung von Brühresten etc.)
- Mögliche Gefährdungen von Menschen und Umwelt durch die verwendeten PSM
- Anwendungsbedingungen und -auflagen (Dosierung, Zeitpunkt der Anwendung, Höchsttemperatur, maximale Windstärke, Abstände zu Gewässern etc.)
- Vorsichtsmassnahmen (Hinweis auf Sicherheitsdatenblätter, Verpackungsaufschriften, PSM-Verzeichnis, Persönliche Schutzausrüstung etc.)
- Kontaktperson bei Notfällen (Telefonnummer)

Neben dem fachlichen Wissen spielen bei der Anleitung auch persönliche Kompetenzen der instruierenden Person eine wichtige Rolle. Dazu gehören u. a. das eigene Auftreten, Verantwortungsbewusstsein, Zuverlässigkeit, Selbstsicherheit, Empathie und positive Haltung, um für eine lernfreundliche Umgebung und Stimmung zu sorgen.

## Fragen zur Überprüfung der erworbenen Kompetenzen

Die folgenden Fragen können dabei helfen, zu überprüfen, ob die Instruktion verstanden wurde und korrekt umgesetzt wird.

### Wie lautet dein Auftrag?

- ▶ Welcher Schadorganismus muss bekämpft werden?
- ▶ Welche Kultur wird behandelt?
- ▶ Wie gross ist die Fläche, die behandelt wird?
- ▶ Weiteres ...

### Wie löst du den Auftrag?

- ▶ Welches Mittel verwendest du?
- ▶ Hast du dich vergewissert, ob das Mittel bewilligt ist?
- ▶ In welcher Konzentration setzt du das Mittel ein?
- ▶ Welche Applikationstechnik wendest du an?
- ▶ Welche Materialien / Geräte / Hilfsmittel benötigst du?
- ▶ Wie und wo befüllst, spülst und reinigst du das Spritzgerät?
- ▶ Welche Sicherheitsabstände beachtest du?
- ▶ Welche weiteren Schutzmassnahmen triffst du?
- ▶ Welche PSA benötigst du? Wo findest du die dazu erforderlichen Informationen?
- ▶ Hast du abgeklärt, ob es in deinem Einsatzgebiet Grundwasserschutzzonen gibt?
- ▶ Weiteres ...

### Was machst du, wenn...? (sich mit Unvorhergesehenem auseinandersetzen!)

- ▶ ... du Pflanzenschutzmittel verschüttet?
- ▶ ... du Pflanzenschutzmittel ins Auge bekommst?
- ▶ ... du zu viel Spritzbrühe angemischt hast?
- ▶ ... zu wenig Pflanzenschutzmittel vorhanden ist?
- ▶ Weiteres ...



## Vorlage Protokoll: Anleitung von Drittpersonen zum Ausbringen von PSM

Name des Fachbewilligungsträgers/der Fachbewilligungsträgerin: .....

Name der angeleiteten Person: .....

Ort, Datum der Anleitung: .....

### 1. Schaderreger und eingesetzte PSM

Schaderreger/Problematik	Eingesetzte PSM	Wirkung	Dosierung	Auflagen

### 2. Parzelle (Kultur, Gemeinde, Parzellenname/-nummer, Fläche)

.....

### 3. Datum und Uhrzeit der Behandlung

.....

### 4. Äussere Bedingungen (Wetter, Wind, Hangneigung etc.)

.....

### 5. Mögliche Gefahren für Mensch und Umwelt

.....

### 6. Schutz- und Sicherheitsmassnahmen (Anwendungsaufgaben, Sicherheitsabstände, PSA, weitere Vorschriften)

.....

### 7. Auswahl und Einstellung des Spritzgeräts

.....

### 8. Befüllen des Spritzgeräts (Vorgehen und Ort)

.....

### 9. Spülen und Reinigen des Geräts (Ort, Vorgehen, Umgang mit Spülwasser)

.....

### 10. Umgang mit allfälligen Spritzbrüheresten

.....

**11. Die Sicherheitsdatenblätter der verwendeten PSM sind Bestandteil dieser Anleitung.**

.....

**12. Weitere Bemerkungen**

.....

.....

Die Inhaberin/der Inhaber der Fachbewilligung ist für die fachgerechte Anwendung der PSM verantwortlich – einschliesslich der Massnahmen zum Schutz von Mensch und Umwelt. Die angeleitete Person hält sich vollständig an die erhaltenen Angaben und kontaktiert bei Fragen oder in Notfällen die anleitende Person.

Mit ihren Unterschriften erklären die oben genannten Parteien, die Anleitung verstanden zu haben und sie in ihrer Gesamtheit zu befolgen. Sie bescheinigen die Richtigkeit und Vollständigkeit der gemachten Angaben.

Fachbewilligungsinhaber/Fachbewilligungsinhaberin (Ort, Datum, Unterschrift):

.....

Angeleitete Person (Ort, Datum, Unterschrift):

.....

Quelle: Kt. VS

## **Herbizidanwendung in den Speziellen Bereichen –** Grundlagen zum Erwerb der Fachbewilligung