



Anwendung von Pflanzenschutzmitteln im Gartenbau

Grundlagen zum Erwerb der Fachbewilligung

Ausgabe 2025



Anwendung von Pflanzenschutzmitteln im Gartenbau –
Grundlagen zum Erwerb der Fachbewilligung
Ausgabe 2025

Anwendung von Pflanzenschutzmitteln im Gartenbau

Grundlagen zum Erwerb der Fachbewilligung

Impressum

Herausgeber

Hochschule für Agrar-, Forst- und Lebensmittelwissenschaften (HAFL),
im Auftrag des Bundesamts für Umwelt (BAFU)



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra



Berner Fachhochschule
Hochschule für Agrar-, Forst- und
Lebensmittelwissenschaften HAFL

Bundesamt für Umwelt BAFU

Autorinnen und Autoren

Hans Ramseier (HAFL), Stefan Lutter (HAFL), Magali Lebrun (BAFU), Claudia Vogt (sanu ag), Anke Schütze (HAFL), Patrice Arnet (Renovita Wilen GmbH), Corinne Bertschi (Strickhof), Boris Bossmann (Ammann Gartenbau AG), Michaela Burkhart (HAFL), Gian Dietrich (Rohrer Gemüse), Reto Flückiger (Andermatt Biocontrol Suisse AG), Carlo Gamper (FiBL), Martin Häberli-Wyss (HAFL), Marco Huber (Zulauf AG), Barbara Jenni (JardinSuisse), Benno Jungo (Bagerhof Schmitten), Christa Kunz (HAFL), Simon Lüscher (JardinSuisse), Erwin Meier-Honegger (Ernst Meier AG), Janosh Montandon (sanu ag), Ursula Morgenthaler (sanu ag), Lukas Müller (INFORAMA), Toni Ruprecht (Andermatt Biocontrol Suisse AG), Olivier Sanvido (SECO), Delia Schenk (Andermatt Biocontrol Suisse AG), Simon Schmid (SECO), Philipp Studer (Beerental AG), David Szalatnay (Strickhof), Nicole Thomet (Kobel Gartengestaltung), Anja Vieweger (FiBL), Remo Walder (Strickhof)

Fachlektorinnen und Fachlektoren

Kantonale Fachstellen: chemsuisse (Chemikalienfachstellen Schweiz und Liechtenstein), Katja Schmid (Arenenberg)

Private Institutionen: Benedikt Hellermann (Beratungsstelle für Unfallverhütung in der Landwirtschaft, BUL), Barbara Jenni (JardinSuisse), Dominique Petter (JardinSuisse), Erich Affentranger (JardinSuisse)

Bundesämter: Magali Lebrun (BAFU), Olivier Sanvido (SECO)

Projektleitung

Stefan Lutter (HAFL), Barbara Jenni (JardinSuisse), Magali Lebrun (BAFU)

Layout und Gestaltung

Edition-lmz AG

Rechte

© Alle Rechte vorbehalten, BAFU, 2025

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

Bei den Texten liegt das Copyrightrecht beim BAFU.

Auflage

1. Auflage, 2025

Haftungsausschluss

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

Danksagung

Das BAFU dankt allen oben genannten Personen für ihr engagiertes Mitwirken und den verschiedenen involvierten Institutionen für die Erlaubnis, ihre Bilder zu verwenden. Ge nannt seien hier vor allem, die Edition-lmz AG, das Forschungsinstitut für biologischen Landbau, Frick (FiBL) und Agroscope.

Abkürzungsverzeichnis

ArG	Arbeitsgesetz
ArGV	Diverse Verordnungen zum Arbeitsgesetz
BAFU	Bundesamt für Umwelt
BBCH	Entwicklungsstadium der Kultur
BFF	Biodiversitätsförderflächen
BKS	Bekämpfungsschwelle
BLV	Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen
ChemG	Chemikaliengesetz
ChemRRV	Chemikalien-Risikoreduktions-Verordnung
ChemV	Chemikalienverordnung
DZV	Direktzahlungsverordnung
EDI	Eidgenössisches Departement des Innern
FaBe	Fachbewilligung
FiBL	Forschungsinstitut für biologischen Landbau
FrSV	Freisetzungsvorordnung
GBI	Gemüsebau Info (Agroscope)
GHS	Global harmonisiertes System zur Einstufung und Kennzeichnung von Chemikalien
GSchG	Gewässerschutzgesetz
GSchV	Gewässerschutzverordnung
KEF	Kirschessigfliege
KPSD	Kantonale Pflanzenschutzdienste
LMG	Lebensmittelgesetz
LN	Landwirtschaftliche Nutzfläche
LwG	Landwirtschaftsgesetz
NHG	Natur- und Heimatschutzgesetz
ÖLN	ökologischer Leistungsnachweis
OR	Obligationenrecht
PGesV	Pflanzengesundheitsverordnung
pH	pH-Wert des Bodens
PSA	Persönliche Schutzausrüstung
PSM	Pflanzenschutzmittel
PSMV	Pflanzenschutzmittelverordnung
RHG	Rückstandshöchstgehalt
SDB	Sicherheitsdatenblatt
TschG	Tierschutzgesetz
USG	Umweltschutzgesetz
VFB-G	Verordnung über die Fachbewilligung für die Verwendung von PSM im Gartenbau
ZGB	Zivilgesetzbuch

Inhaltsverzeichnis

Impressum	2
Abkürzungsverzeichnis	3
Einleitung	9

1. Rechtliche Grundlagen 12

Übersicht über wichtige Gesetze im Zusammenhang mit der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln	12
Ausgewählte Gesetze und Verordnungen	13
Pflanzenschutzmittelverordnung	13
Pflanzenschutzmittel im biologischen Gartenbau	13
Umweltschutzgesetz	13
Natur- und Heimatschutzgesetz	14
Gewässerschutzgesetzgebung	14
Chemikalien-Risikoreduktions-Verordnung	15
Fachbewilligung für die Anwendung von PSM im Gartenbau	15
Zivilgesetzbuch und Obligationenrecht	16
Fachstellen und Beratung für PSM-Fragen	18

2. Grundlagen der Ökologie 20

Das Ökosystem	20
Einführung in die Ökologie	20
Aufbau eines Ökosystems	20
Nährstoffkreislauf und Energiefluss im Ökosystem	20
Nahrungsnetz	22
Populationsentwicklung	22
Wechselwirkungen im Ökosystem	23
Stoffkreisläufe	24
Kohlenstoff und Sauerstoff	24
Stickstoff und Phosphor	25
Lebensraum Boden	26
Biodiversität	27
Bedeutung und Nutzen der Biodiversität	27
Zustand der Biodiversität in der Schweiz	28
Gärten und Parks mit biologischer Vielfalt	29

3. Pflanzenschutzmittel, Öko- und Humantoxikologie

32

Einsatz und Kategorisierung von Pflanzenschutzmitteln

32

Begrifflichkeiten und Abgrenzung	32
Einschränkungen und Rückzug von Bewilligungen	33
Einteilung von Pflanzenschutzmitteln	34

Praktische Einteilung der Produkte nach ihrer Wirkungs- und Anwendungsweise

35

Herbizide	35
Fungizide	36
Insektizide	37
PSM-Produkte mit lebenden Organismen (biologisch)	37
Mittel für Biotechnische Methoden	37
Pflanzenstärkungsmittel	37
Zusatzstoffe (Beistoffe, Adjuvantien)	38

Humantoxikologie

38

Grundsätzliches zur Toxikologie	38
Aufnahmewege von Pflanzenschutzmitteln in den menschlichen Körper	38
Akute und chronische Wirkungen	38
Rückstände in Lebensmitteln	39

Kennzeichnung und Informationen zu Pflanzenschutzmitteln

39

Risiko und Exposition	39
Etikette	39
Gefahrensymbole (GHS) und Gefahrenkennzeichnung	41
Gebrauchsanweisung	42
Sicherheitsdatenblatt	42

Pflanzenschutzmittel in der Umwelt

42

Verhalten von Pflanzenschutzmitteln und Abbau	43
Potenzielle Umweltauswirkungen chemischer PSM	47
Umsetzung der Abstandsauflagen zu Drift und Abschwemmung	48

4. Pflanzenschutzstrategie planen und präventive Massnahmen umsetzen	50
Pflanzenschutzstrategie planen	50
Präventive Massnahmen	51
Standort und Wahl der Pflanzen und Kulturen	51
Bodenbedeckung und Verhinderung von Erosion und Abschwemmung	51
Verhinderung von Verseuchung	51
Anbautechnik	51
Wassermanagement und Bewässerung	52
Ausnutzung natürlicher Begrenzungsfaktoren – Pflege des ganzen Agrarökosystems	52
Massnahmen im Gemüsegarten	54
Massnahmen in Rasenflächen	54
5. Monitoring	56
Mögliche Ursachen der beobachteten Symptome	56
Überblick über verschiedene Krankheitssymptome	57
Durch Pilze verursachte Symptome	57
Durch Viren verursachte Symptome	58
Durch Bakterien verursachte Symptome	58
Durch Schädlinge verursachte Symptome	59
Nichtparasitäre Schadursachen	59
Monitoring-Werkzeuge	60
Scouting: Beobachten und kontrollieren	60
Bekämpfungsschwellen	60
Informationsquellen, Entscheidungshilfen und Prognosesysteme	60
Warndienste	61
Agrometeo	61
Informations- und Prognosesysteme	61
6. Schaderreger und Nützlinge	64
Einteilung der Schaderreger	64
Pflanzenschädigende Insekten	65
Bau der Insekten	65
Entwicklung der Insekten	66
Einteilung ausgewählter Insekten	67
Vertiefung ausgewählter Schädlinge	69

Pilzliche Schaderreger	90
Allgemeines zu Pilzen	90
Bodenpilze	92
Rostkrankheiten	94
Mehltauarten	95
Botrytis cinerea (Graumschimmelfäule, Graufäule)	98
Schorfarten	99
Blattfleckenkrankheiten (Alternaria, Ascochyta, Septoria, Schrotschuss)	100
Pilzkrankheiten in Rasenflächen	102
Unkräuter, Beikräuter, Begleitflora	104
Allgemeines, Begriffserklärung	104
Schädliche Auswirkungen von Beikräutern	104
Nutzen von Begleitflora	105
Biologie der Beikräuter	105
Unerwünschte Beikräuter und Gräser in Rasenflächen	108
Invasive gebietsfremde Arten (Neobiota)	109
Invasive Neophyten	109
Invasive Neozoen	110
Meldepflicht von besonders gefährlichen Schadorganismen	110
Nützlinge	110

7. Direkte Bekämpfung	116
Physikalische Methoden	116
Mechanische Bekämpfung	116
Hitze	120
Fangen und Einsammeln	121
Netze	121
Vernichten von befallenen Pflanzenteilen	121
Biotechnische Methoden	122
Repellents	122
Lockstoffe und Pheromone (Attractants)	122
Verwirrungstechnik	122
Farbfallen	123
Biologische Methoden	123
Insekten/Milben	123
Bakterien	124
Viren	124

Pilze	125
Nematoden	126
Naturprodukte	126
Chemische Bekämpfung	127
So viel wie nötig, so wenig wie möglich	128
Selektiv vor breit wirksam	128
Wirkungskontrollen	128
Resistenzen	129

8. PSM-Anwendung 134

Sich beim Umgang mit Pflanzenschutzmitteln schützen	134
Exposition gegenüber PSM	134
STOP-Prinzip	136
Persönliche Schutzausrüstung	137
Notfall – Was tun?	138
Pflanzenschutzmittel korrekt auswählen	139
Risikoreduktion bei der Anwendung von PSM	141
Pflanzenschutzmittel lagern und entsorgen	143
Pflanzenschutzmittel dem Lager entnehmen	144
Pflanzenschutzgeräte befüllen und Spritzbrühe herstellen	144
Mit Prozentrechnen die Konzentration bestimmen	145
Pflanzenschutzgeräte einstellen	146
Düsenwahl	147
Spritzgeräte spülen, reinigen und unterhalten	149
Sichtkontrolle	152
Wartung der Pumpe	152
Einwintern	152

9. Anleiten anderer Personen bei der Anwendung von PSM 154

Rechtliche Anforderungen	154
Vorgehen bei der Anleitung	154
Inhalt der Anleitung	155
Fragen zur Überprüfung der erworbenen Kompetenzen	155
Vorlage Protokoll: Anleitung von Drittpersonen zum Ausbringen von PSM	156

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 zu beachten und zu minimieren – u.a. negative Einflüsse auf Nützlinge, Wasser und Boden. Die Chemikalien-Risikoreduktions-Verordnung (ChemRRV) schreibt vor, dass alle gewerblichen und beruflichen Anwender/-innen von Pflanzenschutzmitteln eine **Fachbewilligung** erwerben müssen.

2017 hat der Bundesrat den **Aktionsplan zur Risikoreduktion und nachhaltigen Anwendung von Pflanzenschutzmitteln** verabschiedet. Dieser enthält rund 50 Massnahmen, mit welchen die Risiken von Pflanzenschutzmitteln für Mensch, Tier und Umwelt halbiert und Alternativen zum chemischen Pflanzenschutz gefördert werden sollen. Zu den Massnahmen gehören auch die Verstärkung der Kenntnisse über Pflanzenschutzmittel und deren Umgang sowie eine Weiterbildungs-pflicht für alle Fachbewilligungsträger/-innen.

- ▶ Stand Umsetzung der Massnahmen des Aktionsplans PSM: [> Nachhaltige Produktion > Nachhaltiger Pflanzenschutz > Aktionsplan Pflanzenschutzmittel > Berichterstattung](http://www.blw.admin.ch)

Es geht darum, die langfristige Produktivität des Kulturlandes zu gewährleisten und gleichzeitig 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 Düngern und Pflanzenschutzmitteln, aber auch mit ökologischen Ausgleichsflächen, naturnaher Gestaltung von Grünräumen und Vernetzungselementen können Gärtnерinnen und Gärtner einen wichtigen Beitrag zum Schutz der Biodiversität in der Schweiz leisten.

Nicht zuletzt beeinflusst auch der **Klimawandel** die Pflanzenschutzstrategie in den Bereichen Pflanzenproduktion und Unterhalt von Grünanlagen wie Gärten, Parks, Sportanlagen und so weiter. Neue Schädlinge und invasive Pflanzen sowie veränderte klimatische Bedingungen erfordern eine sorgfältige Risikoabschätzung, gute Fachkenntnisse und innovative Massnahmen.

Dieses Lehrmittel enthält die Grundlagen zum Erwerb der Fachbewilligung zum Ausbringen von Pflanzenschutzmitteln im Gartenbau. Es richtet sich an folgende **Berufe** und schliesst auch den biologischen Gartenbau mit ein:

- ▶ Gärtnerin EFZ/Gärtner EFZ
- ▶ Betriebsfachmann/frau Gebäudeunterhalt EFZ
- ▶ Greenkeeper FA/Sportrasenspezialist FA

Prüfungsrelevant ist der gesamte Inhalt des Lehrmittels ausser die Fallbeispiele, die «Gut zu wissen»-Hinweise gekennzeichnet mit der Glühbirne (💡), das Kapitel 9 «Anleiten anderer Personen bei der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln» sowie Informationen von erwähnten Quellen ausserhalb des Lehrmittels.

- Das Lehrmittel «Anwendung von Pflanzenschutzmitteln im Gartenbau – Grundlagen zum Erwerb der Fachbewilligung» ist online verfügbar: <https://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.

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

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: Beispiele für Bundesgesetze und Verordnungen im Zusammenhang mit der Anwendung von PSM
(Hinweis: Verordnungen stützen sich zuweilen auf mehrere Gesetze wie z.B. die PSMV = ChemG, LwG, und USG)**

Beispiele für relevante Bundesgesetze	Beispiele für relevante Verordnungen
Landwirtschaftsgesetz (LwG, SR 910.1)	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Pflanzenschutzmittelverordnung (PSMV, SR 916.161) ▶ Pflanzengesundheitsverordnung (PGesV, SR 916.20) ▶ Verordnung über die biologische Landwirtschaft (SR 910.181)
Gewässerschutzgesetz (GSchG, SR 814.20)	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Gewässerschutzverordnung (GSchV, SR 814.201)
Chemikaliengesetz (ChemG, SR 813.1) Umweltschutzgesetz (USG, SR 814.01)	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Chemikalienverordnung (ChemV, SR 813.11) ▶ Chemikalien-Risikoreduktions-Verordnung (ChemRRV, SR 814.81) ▶ Verordnung über das Register der Fachbewilligungen für die Verwendung von Pflanzenschutzmitteln (SR 814.88) ▶ Verordnung über die Fachbewilligung für die Verwendung von PSM im Gartenbau (VFB-G SR 814.812.34)
Arbeitsgesetz (ArG, SR 822.11)	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Diverse Verordnungen zum Arbeitsgesetz (ArGV 1-5, SR 822.111 (div.)) ▶ Verordnung über gefährliche Arbeiten für Jugendliche (SR 822.115.2)
Lebensmittelgesetz (LMG, SR 817.0)	
Zivilgesetzbuch (ZGB, SR 210)	
Obligationenrecht (OR, SR 220)	
Natur- und Heimatschutzgesetz (NHG, SR 451)	

Ausgewählte Gesetze und Verordnungen

Pflanzenschutzmittelverordnung

In der Schweiz wird die Bereitstellung von PSM auf dem Markt durch die Pflanzenschutzmittelverordnung (PSMV) geregelt. Die Verordnung legt beispielsweise fest, welche Anforderungen die Wirkstoffe 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 vorgesehenen Schadorganismus ermöglichen und dürfen gleichzeitig keine unannehmbaren Nebenwirkungen auf Menschen, Tiere und Umwelt haben.

- ↗ 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 wie z.B. zur maximalen Wirkstoffmenge oder Anzahl Behandlungen (Kennzeichnung SPe 1 auf der Etikette).

- ↗ Mehr Informationen dazu finden Sie im Kapitel «3. Pflanzenschutzmittel, Öko- und Humantoxikologie» auf der Seite 32.

Die PSM werden zugelassen, werden aber zum Teil durch neue Forschungserkenntnisse immer wieder überprüft. Dann kann es sein, dass sie ihre Zulassung verlieren und zurückgezogen werden. Sie dürfen dann nicht mehr verwendet werden.

Die Mittel können auch mit bestimmten Auflagen zugelassen werden. Sie dürfen beispielsweise nicht überall verwendet werden (z.B. nicht in der Grundwasserschutzzone S2), oder ausschliesslich für bestimmte Kulturen/Anwendungsbereiche oder nur für die beruflich-gewerbliche Anwendung.

- 💡 Die für die Zulassung von PSM notwendigen Toxizitätstests berücksichtigen wesentliche biodiversitätsrelevante Aspekte wie die Mischungstoxizität, Wechselwirkungen und Langzeiteffekte nicht oder ungenügend. Somit werden unerwünschte Nebenwirkungen von PSM nur begrenzt im Voraus erkannt und negative Effekte von PSM auf die Biodiversität dürften dementsprechend immer noch unterschätzt werden.

Prüfung von zapfwellenangetriebenen oder selbstfahrenden Spritzgeräten

Die zapfwellenangetriebenen oder selbstfahrenden Geräte, die für den Einsatz von PSM verwendet werden, müssen gemäss Art.61 Abs.5 PSMV alle drei Kalenderjahre von einer vom Kanton anerkannten Stelle überprüft werden.

Geräte mit einem Tankinhalt von über 400 Litern müssen mit einem fest installierten Spülwassertank und einer automatischen Spritzeninnenreinigung ausgerüstet sein (gemäss Art.61 Abs.5 PSM). Gunspritzen ohne angebautes Gebläse oder Spritzbalken sind von der Prüfpflicht befreit und ein Spülwassertank ist nicht erforderlich.

- ↗ Mehr Informationen dazu finden Sie im Kapitel «8. PSM-Anwendung» unter dem Titel «Spritzgeräte spülen, reinigen und unterhalten» auf der Seite 149.

Pflanzenschutzmittel im biologischen Gartenbau

Wirkstoffe, die im Biolandbau zugelassen sind, werden in Anhang 1 der Verordnung über die biologische Landwirtschaft (SR 910.181) aufgeführt. Alle diese Wirkstoffe unterliegen ebenfalls der PSMV. Außerdem findet man die Produkte in der Betriebsmittelliste des Forschungsinstituts für biologischen Landbau (FiBL).

- ↗ www.fibl.org/de

Bio-Zertifizierte Betriebe dürfen nur Mittel nutzen, die pflanzlichen, tierischen, mikrobiellen oder mineralischen Ursprungs sind, um ihre Ernte vor Schädlingen und Krankheiten zu schützen. Dazu gehören etwa Kupfer, Schwefel, Bienenwachs oder Pflanzenöle, die sich oft schneller zersetzen (z.B. durch Sonnenlicht) als Mittel synthetischen Ursprungs. Auch sie können aber negative Auswirkungen auf die Umwelt haben (z.B. bei Kupfer).

Umweltschutzgesetz

Das Umweltschutzgesetz (USG) bildet den Grundpfeiler des Schweizer Umweltrechts. Es enthält rechtliche Grundprinzipien und übergreifende Bestimmungen, die für den ganzen 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 insbesondere auch durch das Chemikaliengesetz (ChemG) und in den 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. Bezuglich 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). Beim Kehricht ist das Verursacherprinzip inzwischen zur Selbstverständlichkeit geworden. Das Prinzip gilt generell und kommt beispielsweise auch bei der Sanierung von Deponien und anderen Altlasten zur Anwendung. Bezogen auf den PSM-Einsatz bedeutet das Verursacherprinzip, dass allfällige Kosten für die Behebung eines PSM-Schadens durch die Anwenderin oder den Anwender getragen werden müssen. Gewisse Umweltkosten sind 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 unannehbaren Nebenwirkungen auf Mensch, Tier und Umwelt entstehen. Die Mittel müssen sachgemäß verwendet und dürfen nur zu Zwecken ausgebracht werden, für die sie zugelassen sind (vgl. Art. 61 PSMV).

Natur- und Heimatschutzgesetz

Im Natur- und Heimatschutzgesetz (NHG) steht, 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). Anwenderinnen und Anwender, die z.B. in solchen geschützten Gebieten oder Biotopen tätig sind, müssen spezielle Anforderungen einhalten, um sicherzustellen, dass ihre Praktiken die Umwelt nicht schädigen. Dies könnte die Begrenzung des Einsatzes von PSM umfassen oder Verbote, wie dies in Naturschutzgebieten der Fall ist.

Gewässerschutzgesetzgebung

Das Gewässerschutzgesetz (GSchG) legt fest, dass alle dazu verpflichtet sind, mit angemessener Sorgfalt dafür zu sorgen, dass Gewässer nicht beeinträchtigt werden. Es ist untersagt, Stoffe in Gewässer einzubringen, die das Wasser verunreinigen können 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, Öko- und Humantoxikologie» auf der Seite 32.

Schutz der Oberflächengewässer

Abstand zu Gewässern (auf Rechtsgrundlage von PSMV, DZV, ChemRRV):

Für PSM gelten aufgrund möglicher Schädigungen für Gewässerorganismen spezifische Auflagen zum Schutz von Oberflächengewässern. Diese sind auf Produktetiketten und im PSM-Verzeichnis des Bundesamtes für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen (BLV) vermerkt (SPE 2, 3 und 4 bei Risikominderungsmassnahmen zum Schutz von Gewässerorganismen) und werden in den "Weisungen betreffend die Massnahmen zur Reduktion der Risiken bei der Anwendung von PSM" erläutert. Die Auflagen beziehen sich entweder auf das Risiko durch Drift oder auf das Risiko durch Abschwemmung.

Für PSM, bei denen auf der Etikette keine unbehandelten Pufferzonen zu Oberflächengewässern aufgeführt sind, ist ein Mindestabstand von 3 m zum Ufer gemäß der Chemikalien-Risikoreduktions-Verordnung (ChemRRV, SR 814.81) einzuhalten. 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 3m breiten Streifen entlang des Gewässers zulässig, sofern diese nicht mit einem angemessenen Aufwand mechanisch bekämpft werden können.

Gewässerraum

Ende 2009 hat das Parlament Änderungen des Gewässerschutzgesetzes beschlossen. Diese sollen zu einer Verbesserung der Naturnähe von Gewässern führen. Damit die Gewässer ihre ökologischen Funktionen erfüllen, den Schutz vor Hochwasser und die Erholungs- und Wasserkraftnutzung gewährleisten können, brauchen sie ausreichend Raum.

Schutz des Grundwassers

Um das Grundwasser, das unsere wichtigste Trinkwasserquelle ist, vor Verunreinigungen zu schützen, scheiden die Kantone unter anderem Grundwasserschutzzonen bei Grundwasserfassungen, die im öffentlichen Interesse sind, aus. In diesen Zonen gelten Einschränkungen oder Verbote für Aktivitäten, die das Grundwasser gefährden können. Darunter kann auch die Anwendung gewisser PSM fallen (vgl. dazu die Liste des BLV mit den Anwendungsverboten in den Zonen S2 und Sh; siehe Tab. 2 auf Seite 17). In der Zone S1 ist jegliche Anwendung von PSM verboten.

- ↗ www.blv.admin.ch > Zulassung Pflanzenschutzmittel > Anwendung und Vollzug > Weisungen und Merkblätter > Schutz des Grundwassers

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

- ↗ Gesamtschweizerische Grundwasserschutzkarte unter: 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 kann gezielt nach bestimmten Standorten gesucht werden.

Erklärungen zu den verschiedenen Grundwasserschutzzonen finden Sie unter:

- ↗ www.bafu.admin.ch > Themen > Thema Wasser > Fachinformationen > Massnahmen > Grundwasserschutz > Grundwasser als Trinkwasser

Karst- und Kluftgebiete

In Karst- und oft auch in Kluftgebieten ist das Grundwasser besonders empfindlich. Hier fehlen schützende Bodenschichten und das Wasser geht ungefiltert mit dem PSM direkt ins Grundwasser. Welche PSM-Wirkstoffe in diesen Gebieten verboten sind, findet man ebenfalls in der oben genannten Liste des BLV. 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.

Chemikalien-Risikoreduktions-Verordnung

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

So ist im Anhang 2.5 ChemRRV die Verwendung von Herbiziden auf und an Strassen, Wegen, Plätzen, Kiesflächen sowie auf Dächern und Terrassen verboten. Auf versiegelten (asphaltierten) Flächen kann Regenwasser die Herbizide schnell abwaschen und in die Kanalisation oder direkt in Gewässer leiten. Wenn die Wege oder Flächen einen kiesig-sandigen Aufbau haben, weisen sie wenig biologisch aktive Böden und einen geringen Humusanteil auf und beherbergen wenig Bodenlebewesen. Solche Untergründe sind kaum in der Lage, Herbizide zu absorbieren oder abzubauen, wodurch diese praktisch ungefiltert ins Grundwasser versickern.

- ↗ Mehr Informationen dazu finden Sie in der Tabelle «Tab. 2: Einige Regelungen zum Einsatz von PSM in den verschiedenen Bereichen» auf der Seite 17.

Fachbewilligung für die Anwendung von PSM im Gartenbau

Um PSM beruflich und gewerblich im Gartenbau verwenden zu dürfen, ist eine Fachbewilligung (FaBe) erforderlich. Privatpersonen, die lediglich im privaten Rahmen PSM verwenden, können keine Fachbewilligung erwerben und dürfen deshalb auch nur PSM erwerben und anwenden, die für Privatanwender/-innen zugelassen sind. Um PSM, die für die berufliche und gewerbliche Verwendung zugelassen sind, zu erwerben, muss jeder Fachbewilligungsinhaber/jede Fachbewilligungsinhaberin durch Vorlage der Bewilligung nachweisen, dass er/sie zum Einkauf und zur Anwendung berechtigt ist.

Folgende Fachbewilligungen für die beruflich-gewerbliche Verwendung von PSM sind aktuell gültig:

- ▶ VFB-L: Verordnung des UVEK über die Fachbewilligung für die Verwendung von Pflanzenschutzmitteln in der Landwirtschaft
- ▶ VFB-G: Verordnung des UVEK über die Fachbewilligung für die Verwendung von Pflanzenschutzmitteln im Gartenbau
- ▶ VFB-W: Verordnung des UVEK über die Fachbewilligung für die Verwendung von Pflanzenschutzmitteln in der Waldwirtschaft
- ▶ VFB-SB: Verordnung des UVEK über die Fachbewilligung für die Verwendung von Herbiziden in speziellen Bereichen

Beispiel 1: Die Bekämpfung von Wespen oder Ameisen im Auftrag von Dritten und auf Rechnung benötigt eine andre Fachbewilligung, nämlich die VFB-S (Allgemeine Schädlingsbekämpfung).

Beispiel 2: Die Bekämpfung von Wespen im eigenen Betrieb ist erlaubt, solange das Biozid für diese Anwendung zugelassen ist.

Ab 2026 ausgestellte Fachbewilligungen gelten fünf Jahre und können durch entsprechende Weiterbildungen verlängert werden. Fortlaufende Weiterbildung ist entscheidend, da es beim Umgang mit PSM ständig Aktualisierungen gibt. Die Weiterbildungskurse werden von anerkannten Bildungsorganisationen angeboten.

FaBe-Inhaberinnen oder -inhaber 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 erlernen müssen. Da Pflanzenschutzmittel 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 «9. Anleiten anderer Personen bei der Anwendung von PSM» auf der Seite 154.

⚠ 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 Anwender/-innen sowie die Umwelt mit sich bringen. Private Anwender/-innen haben in der Regel nicht das nötige Fachwissen oder die Ausrüstung für eine sichere Anwendung (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.

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: Nachbarn und Nachbarinnen dürfen nicht übermäßig belästigt werden. Zum Thema Pflanzenschutzmassnahmen existieren mehrere Gerichtsurteile über die Belästigung durch Spritznebel und Vogelabwehrgeräte. Die Gerichte sind streng: Sichtbarer oder stinkender Spritznebel wird nicht toleriert.

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 Bio-Landbaus bewirtschaftete Parzelle durch die Anwendung synthetischer PSM verunreinigt wird.

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

Zone, Bereich, Fläche	Verbot, Einschränkung
Grundwasserschutzzonen und Gewässerschutzbereiche auf landwirtschaftlicher Fläche	
Zone S1 von Grundwasserschutzzonen	► Einsatz von PSM verboten (Anhang 2.5 ChemRRV)
Zone S2 und Sh von Grundwasserschutzzonen	► Wirkstoffspezifisches Anwendungsverbot für gewisse PSM (Art. 68 PSMV)
Zuströmbereich Zu, Zo	► Fallspezifische Einschränkungen/Verwendungsverbote des Kantons falls erforderlich (Anhang 2.5 ChemRRV und Anhang 4 GSchV)
Oberflächengewässer, Biotope, Naturschutzflächen, Wald, Siedlungs- und Erholungsgebiete	
Oberirdische Gewässer und 3m breite Pufferstreifen entlang des Gewässers Im ÖLN gilt ein Abstand von 6m (DZV) zu den oberirdischen Gewässern	► Einsatz von PSM verboten (ChemRRV) ► Im ÖLN ab 6 m: Ausnahme für Einzelstockbehandlungen* von Problempflanzen möglich (DZV)
Nach Art. 41a oder 41b GSchV rechtskräftig ausgeschiedener Gewässerraum	► Einsatz von PSM verboten. ► Ab 3m: Ausnahme für Einzelstockbehandlungen * von Problempflanzen möglich (Art. 41c GSchV)
Sicherheitsabstände und weitere Massnahmen zur Reduktion des Eintrags von PSM gegenüber: Oberflächengewässern, Biotopen und blühenden Pflanzen in benachbarten Parzellen, Wohnflächen und öffentlichen Anlagen	► Produktspezifische Auflagen in Bezug auf die Umwelt, z.B. zur Reduktion von Abschwemmung und Abdrift (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 für Einzelstockbehandlungen* von Problempflanzen möglich) (Anhang 2.5 ChemRRV)
Bestockte Weiden und in einem 3m breiten Streifen entlang der Bestockung	► Einsatz von PSM verboten (Ausnahme für Einzelstockbehandlungen* von Problempflanzen möglich) (Anhang 2.5 ChemRRV)
Wald und in einem 3m breiten Streifen entlang des Waldes	► Einsatz von PSM verboten, aber ggf. Ausnahmen für den Wald bzw. die Forstwirtschaft zugelassene PSM und nur mit kantonaler Anwendungsbewilligung und Fachbewilligung Wald. (Art. 4 und 7 ChemRRV)
Verkehrswege (auf und entlang von Strassen, Wegen, Plätzen, Gleisanlagen)	
Auf und an Strassen, Wegen und Plätzen	► Einsatz von PSM verboten (Ausnahme für Einzelstockbehandlungen* von Problempflanzen nur bei National- und Kantonsstrassen möglich) (Anhang 2.5 ChemRRV)
Böschungen und Grünstreifen entlang von Strassen und Gleisanlagen (ausserhalb der landwirtschaftlichen Nutzfläche)	► Einsatz von PSM verboten (Ausnahme für Einzelstockbehandlungen* von Problempflanzen möglich) (Anhang 2.5 ChemRRV)
im ÖLN auf Flächen mit > 2% Neigung, die an entwässerte Strassen und Wege angrenzen	► Beim Einsatz von PSM muss eine Abschwemm-Massnahme, die mind. 1 Punkt entspricht, eingehalten werden. (DZV)

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

Fachstellen und Beratung für PSM-Fragen

In der Schweiz gibt es verschiedene Fachstellen und Beratungsdienste, die Anwenderinnen und Anwender in Bezug auf PSM und deren Einsatz unterstützen. Hier sind einige wichtige Anlaufstellen:

Bundesamt für Landwirtschaft (BLW)

Das BLW stellt Merkblätter zur Risikominderung von PSM zur Verfügung:

- ↗ www.blw.admin.ch > Themen/Übersicht > Pflanzen > Nachhaltiger Pflanzenschutz > Reduktion der Risiken von Pflanzenschutzmitteln

Kantonalberatungen wie kantonale Pflanzenschutzdienste (KPSD)

In den einzelnen Kantonen gibt es Beratungsdienste, die spezifische Informationen zu PSM-Richtlinien und bewährten Praktiken bieten. Diese Dienste stehen allen Personen für persönliche Beratungen zur Verfügung. Sie sind auch die zuständigen Stellen für die Erteilung von Sonderbewilligungen im Rahmen der DZV.

- ↗ 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 > Merkblätter

JardinSuisse

Unternehmerverband Gärtner Schweiz JardinSuisse stellt branchenspezifische Dokumentationen zur Verfügung:

- ↗ <https://jardinsuisse.ch>

Agroscope

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

- ↗ www.agroscope.admin.ch

Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen (BLV)

Das BLV führt das Pflanzenschutzmittelverzeichnis und stellt Weisungen und Merkblätter zur Reduktion der Risiken bei der PSM-Anwendung zur Verfügung:

- ↗ www.psm.admin.ch

- ↗ www.blv.admin.ch > Zulassung Pflanzenschutzmittel > Anwendung und Vollzug > Weisungen und Merkblätter

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, sogenannt 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 unseres Ökosystems bilden die Basis des integrierten 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 Gemüsegarten, eine Rasenfläche, eine Hecke oder die ganze Erde als Ökosystem betrachtet werden.

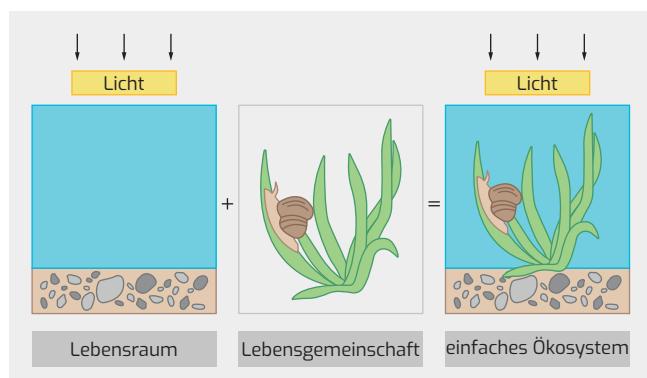


Abb. 1: Grundzüge eines Ökosystems dargestellt in Form eines einfachen Aquariums

Das Ökosystem «Garten» besteht unter anderem aus den folgenden Elementen:

- ▶ **Lebensraum:** Boden, Sonne, Luft, Wasser, Steine, Holz etc.
- ▶ **Lebensgemeinschaft:** Pflanzen, Tiere, Pilze, Bakterien
- ▶ Die **Beziehungen** innerhalb der Lebensgemeinschaft und 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 (Photosynthese). Diese Kohlenhydrate dienen als Energiequelle für alle Lebewesen, die selbst keine Photosynthese 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 Photosynthese nennt man **Zellatmung**.

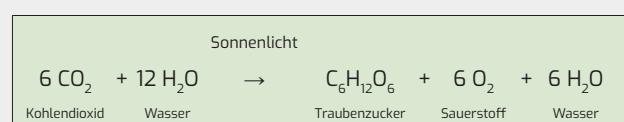


Abb. 2: Fotosyntheseformel

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 **Primärkonsumenten** und Fleischfresser als **Sekundärkonsumenten** respektive **Tertiärkonsumenten** bezeichnet. Konsumenten bauen die Nährstoffe aus Zucker und Eiweiss in ihren Organismus ein.

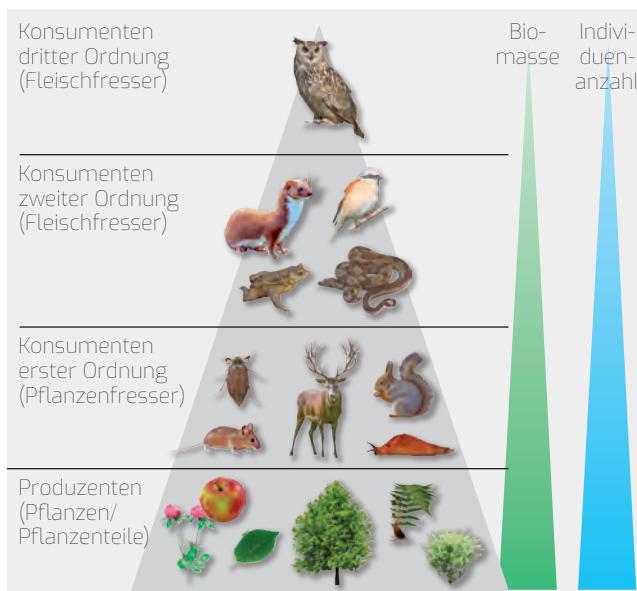


Abb. 3: Zusammenhang von Produzenten, Konsumenten, Biomasse und Individuenzahl

Spezialisierte Arten, die sogenannten Destruenten (aus dem Lateinischen destruere = abbauen), 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 energiearme, 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**.

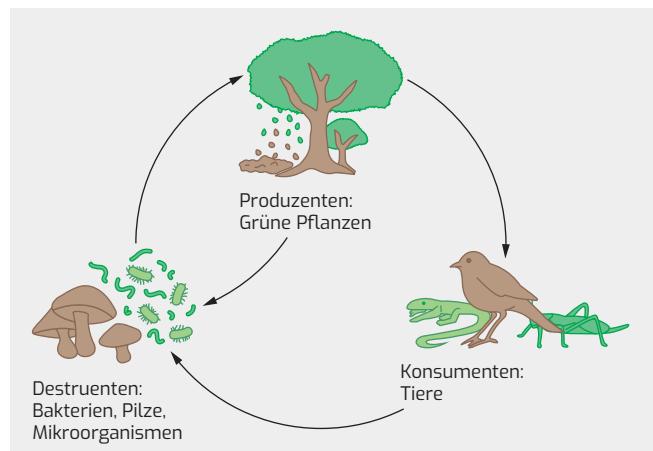


Abb. 4: Nährstoffkreislauf im Ökosystem Obstgarten

In einer Eibenhecke ist beispielsweise die Eibe der Produzent. Der Dickmaulrüssler ist ein potenzieller Konsument erster Ordnung und Vögel sind mögliche Konsumenten zweiter Ordnung. Diese kleinen Tiere sind die Nahrungsgrundlage für grössere Greifvögel (Konsumenten dritter Ordnung). Sterben diese Konsumenten, werden sie von Destruenten wie Hornmilben, Nematoden 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 schliesslich 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 - sprich 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. Das Nahrungsnetz besteht aus verschiedenen Nahrungsketten, die miteinander verknüpft sind. Es handelt sich um ein komplexes Netz von Lebewesen, die voneinander abhängig sind. Von jeder Pflanzenart ernähren sich beispielsweise mehrere Tierarten, die ihrerseits einen bis 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 Ökosystem auswirkt. Vom Aussterben einer Pflanzenart sind durchschnittlich zwölf andere Arten direkt betroffen. Aber auch das Aussterben eines Raubtiers verändert die Artenzusammensetzung im Ökosystem. Die Konstellation aus verschiedenen Pflanzen- und Tierarten erschafft ganz spezifische Lebensräume, 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, spricht man von einem exponentiellen Wachstum. Bakterien, die einen neuen Lebensraum besiedeln, pflanzen sich durch Zellteilung sehr schnell fort. Somit verdoppelt sich die Anzahl Bakterien von einer Generation zur nächsten. Werden aber Ressourcen wie Platz und Nahrung knapp, wird das Wachstum gebremst und die Größe der Population pendelt sich an der Kapazitätsgrenze ein.

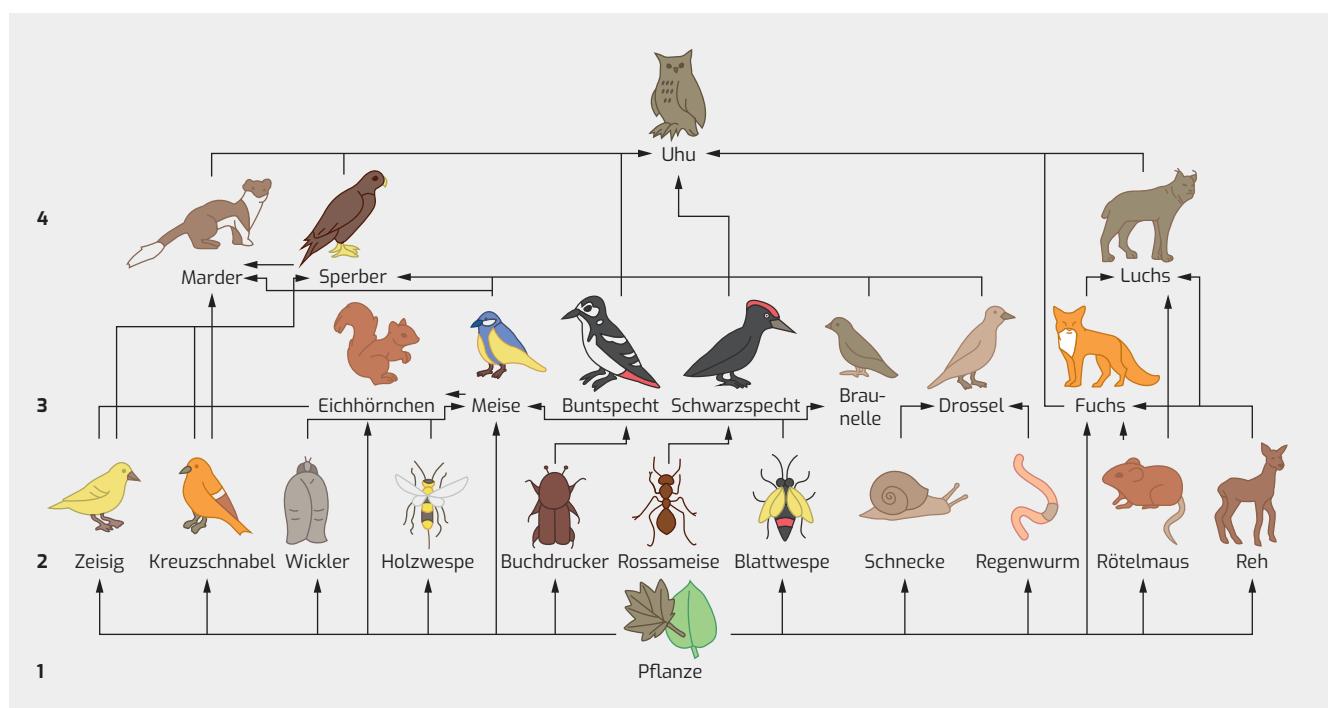


Abb. 5: Schema der vernetzten Nahrungskette des einheimischen Waldes: unterste Ebene der Nahrungskette (1), zweites Glied (2), drittes Glied (3) und am Ende der Kette die Raubtiere (4)

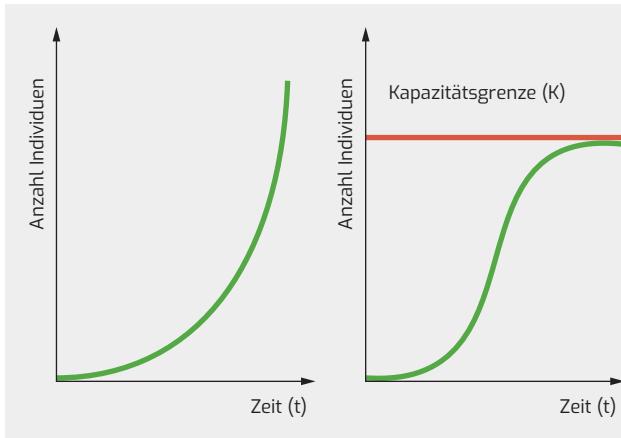


Abb. 6: Exponentielles Wachstum (links) und logistisches Wachstum mit natürlicher Begrenzung (rechts)

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 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 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 symbiotische Beziehungen. 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, kann sie die unterlegene Art aus dem Lebensraum verdrängen. Die schwächere Art kann durch Anpassung versuchen, die 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 Neuem. 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.

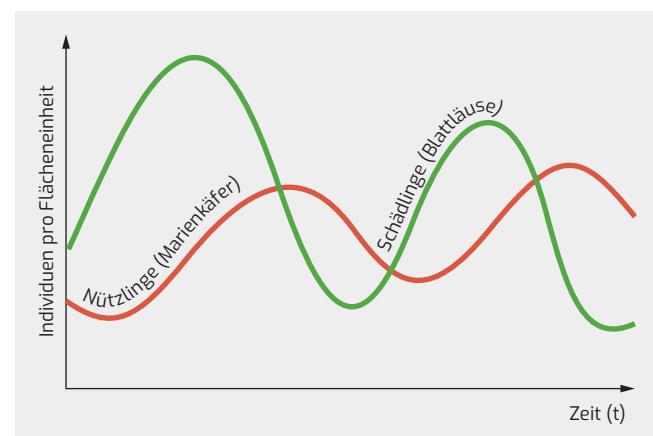


Abb. 7: Schematische Beziehung zwischen Räuber und Beute

- ↗ Mehr Informationen dazu finden Sie im Kapitel «6. Schaderreger und Nützlinge» auf der Seite 64.

Nützlinge und Schädlinge

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.

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 Mehltäupilze. Es gibt auch Pflanzen, die andere Pflanzen parasitieren. Halbparasiten wie die Mistel können selbst Photosynthese betreiben und bedienen sich nur an Wasser und Nährstoffen der Wirtspflanze. Vollparasiten wie der Sommerwurz besitzen kein Blattgrün und beziehen auch Zucker von der Wirtspflanze.

Zwischen Parasiten und Parasitoiden gibt es einen wichtigen Unterschied: Ein Parasit schädigt den Wirt, tötet ihn in der Regel aber nicht. Ein Parasitoid lebt anfangs ebenfalls vom Wirt, tötet diesen aber zum Schluss. Dank dieser Fähigkeit werden parasitoide Wespen (Schlupfwespen) in der Schädlingsbekämpfung eingesetzt.

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.

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

Knöllchenbakterien sind häufige und verbreitete 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 in für Pflanzen verfügbares Nitrat umzuwandeln. Dies ist ihnen jedoch nur in der Symbiose mit Pflanzen möglich.

Stoffkreisläufe

Kohlenstoff und Sauerstoff

Die Kreisläufe des Kohlenstoffs (C) und des Sauerstoffs (O_2) sind eng miteinander verknüpft. 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.

Lebewesen und Atmosphäre tauschen ständig Kohlenstoff aus – u.a. während der Photosynthese und bei der Zellatmung. CO_2 wird aber auch zwischen der Atmosphäre und den Ozeanen ausgetauscht. Durch die Nutzung, d.h. Verbrennung fossiler Brennstoffe, wird gespeichertes CO_2 , welches in Erdöl, Erdgas und Kohle gebunden war, wieder frei. Auch durch Brandrodungen verursacht der Mensch weitere CO_2 -Emissionen, welche zusätzlich zum Treibhauseffekt beitragen. Der Anstieg der Treibhausgase hat Einfluss auf das globale Klima. Die Folgen sind u. a. Hitze- und Trockenperioden, eine Häufung von Starkregenereignissen und stark abschmelzende Gletscher. Wärmere Temperaturen haben auch Auswirkungen auf die Vitalität unserer Bäume und fördern die Verbreitung invasiver, gebietsfremder Schadinsekten und Neophyten.

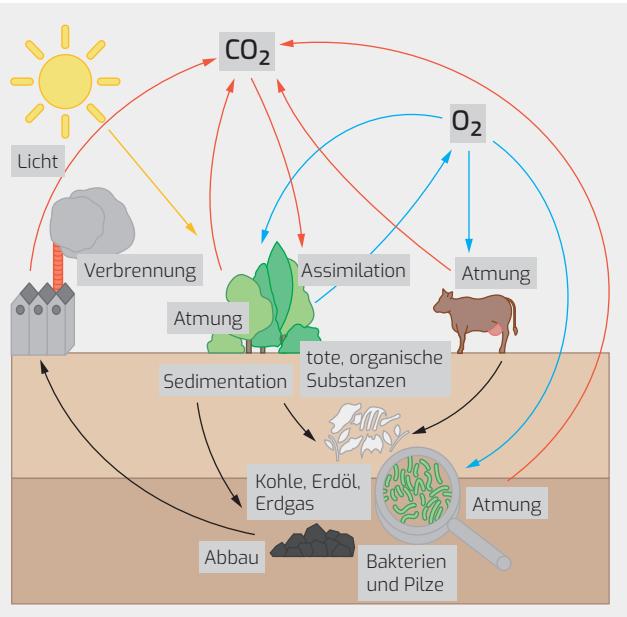


Abb. 8: Kreisläufe von Kohlenstoff und Sauerstoff

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)

Zudem können diese Stoffe vom Regen ausgewaschen werden und bewirken eine weiträumige Überdüngung von Ökosystemen (siehe Abb. 9).

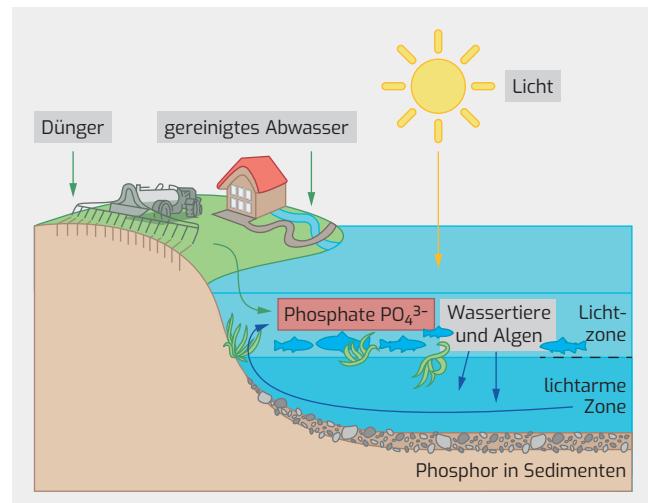


Abb. 10: Der Phosphorkreislauf

Stickstoff und Phosphor

Stickstoff ist mit 78 % der häufigste Stoff 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 – oder Ammoniak, welches in der Tierhaltung bei der Verbindung des Enzyms Urease im Kot mit dem Stickstoff im Harn (Harnstoff) entsteht. Stickoxide und Ammoniak begünstigen die Entstehung von Lungenkrebs und Herz-Kreislauf-Erkrankungen.

Durch das Ausbringen von Gülle und mineralischen Düngern können grössere Mengen von Nährstoffen wie **Phosphor und Stickstoff** in Oberflächengewässer gelangen. 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. Dadurch sterben diese ab. 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 Detrituenten 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.

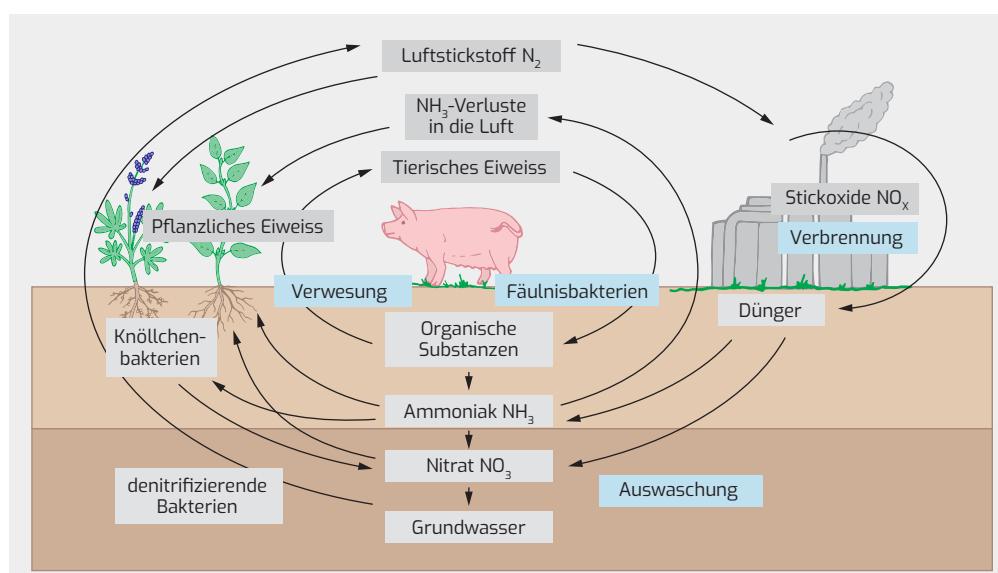


Abb. 9: Der Stickstoffkreislauf

In Abb. 11 wird deutlich, wie die verschiedenen Kreisläufe miteinander verknüpft sind: Durch die Veränderung des Phosphorgehalts (P) steht mehr Stickstoff (N) zur Verfügung. Durch die Zunahme der beiden Nährstoffe sinkt die Konzentration von Sauerstoff (O), während die Kohlendioxidkonzentration zunimmt. Die Störung eines einzelnen Nährstoffkreislaufs kann somit eine Vielzahl von Folgereaktionen nach sich ziehen. (H = Wasserstoff)

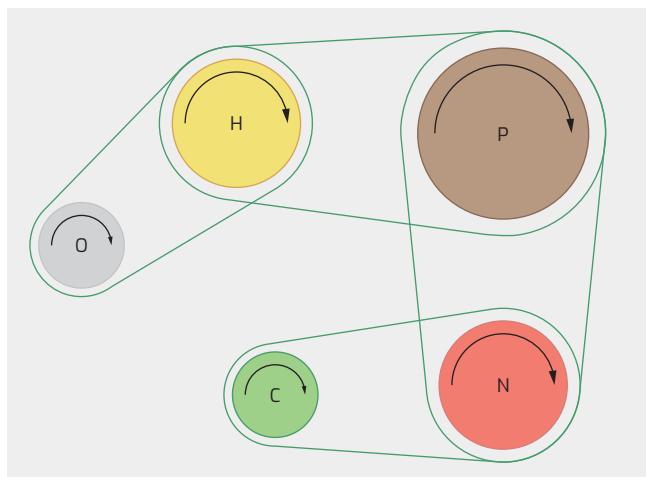


Abb. 11: Verknüpfung der Stoffkreisläufe der Natur

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, zersetzes 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. 12). 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.

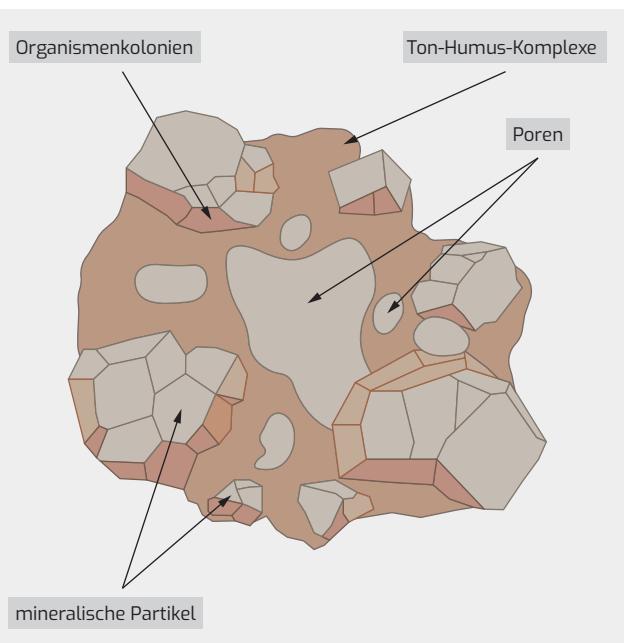


Abb. 12: Gefüge des Bodens

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 und Algen (siehe Abb. 13). Humus ist leicht mineralisierbar, das heisst, er kann von Mikroorganismen zu Kohlendioxid, Wasser und anorganischen Nährstoffen abgebaut werden. 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.



Abb. 13: Abbau von Pflanzenresten im Boden

Biodiversität

Bedeutung und Nutzen der Biodiversität

Der Schutz des Trinkwassers, der Bodenfruchtbarkeit und der Biodiversität ist von öffentlichem Interesse: Alle profitieren von einer hohen Artenvielfalt. In einem stabilen, artenreichen Ökosystem verändert sich die Zusammensetzung der Lebensgemeinschaft nur sehr langsam. Die Lebewesen stehen in vielfältigen Beziehungen zueinander. Dadurch gelingt es keiner Art, sich übermäßig zu vermehren oder die Nahrungsgrundlage zu übernutzen. 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 stürmischem Winden zum Opfer als ein Mischwald. Mit einer grossen Vielfalt an einheimischen Baumartern kann der Wald seine Funktionen am besten erfüllen. In einem sterilen, naturfremden Garten mit wenigen und teilweise exotischen Pflanzenarten sind nur vereinzelt Nützlinge vorhanden. Werden diese beispielsweise durch einen Pflanzenschutzmitteleneinsatz dezimiert, können sich Schadorganismen ungehindert vermehren und schnell grössere Schäden anrichten. Daher ist es wichtig, eine möglichst vielseitige Bepflanzung zu fördern. Dadurch wird die Vielfalt der Insekten gefördert und ein besseres Gleichgewicht zwischen Räubern und Beute hergestellt.

💡 Im Weinbau gab es früher ein Spinnmilbenproblem, das jedoch heute, dank der konsequenten Schonung der Raubmilben, nicht mehr besteht. Diese natürlichen Schutzwölfe spielen eine wichtige Rolle bei der Regulierung von Schadmilben, insbesondere der Roten Spinne und der Kräuselmilben.

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.
 © Heinz Müller, Weite	 © Marie-Anne Meyrat, FR1	 © Heinz Müller, Weite

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. 14). 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.

💡 Negative Auswirkungen von Chemikalien, 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 des Ökosystems der Erde gefährdet.

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

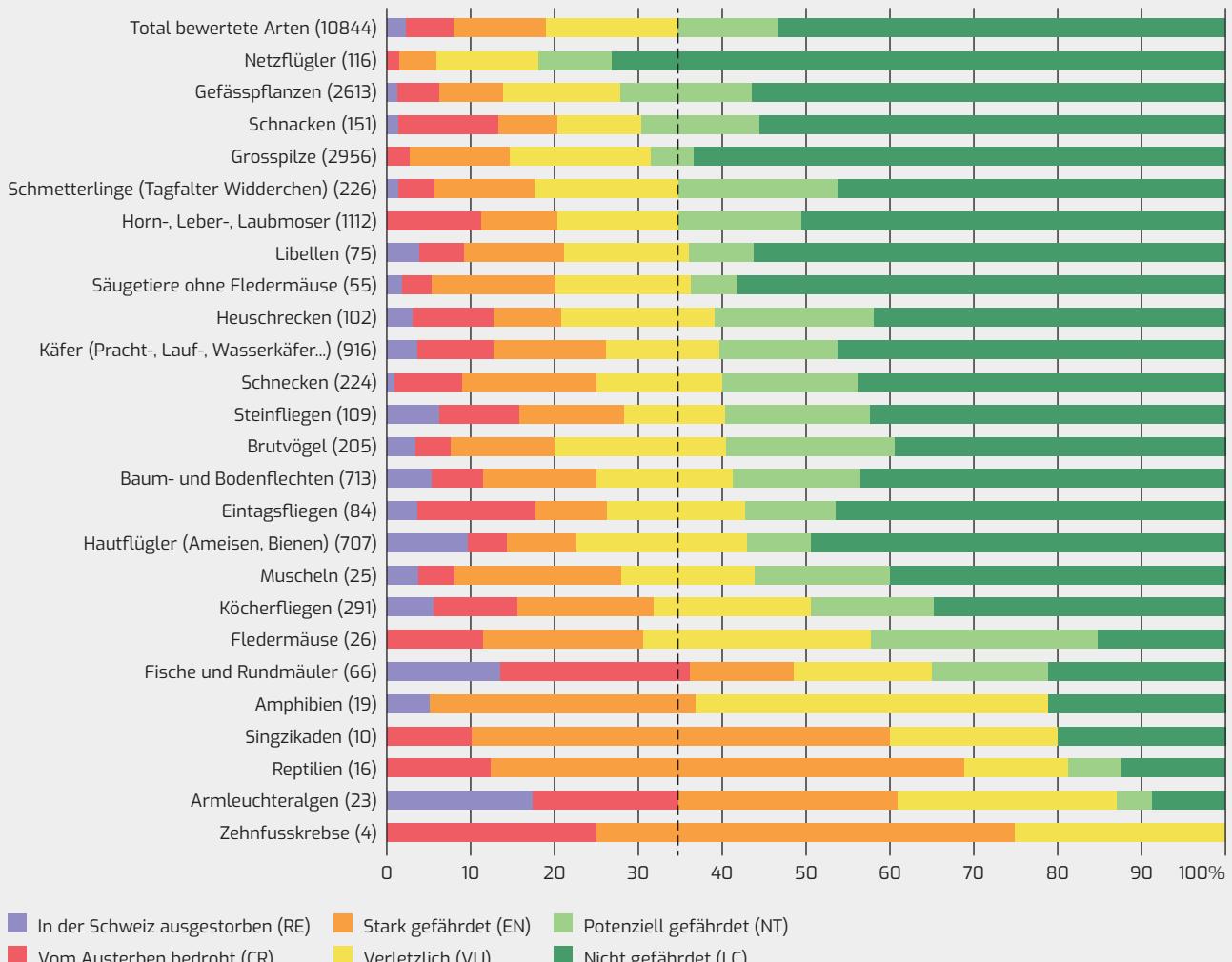


Abb. 14: Gefährdete Arten nach Kategorie

Gärten und Parks mit biologischer Vielfalt

Kleine und grosse Gärten oder Grünflächen können für die Biodiversität wertvoll sein. Auch wenn in den letzten Jahrzehnten der Trend eher in Richtung pflegeleichte Gärten mit wenig Pflanzenvielfalt und viel Schotter ging, ist heute eher ein gegenläufiger Trend sichtbar. Monotone Rasenflächen werden mit Blumenrasen oder Blumenwiesen ergänzt, verblühte Blütenstiele werden über den Winter dekorativ stehen gelassen und dienen als Winterquartier von überwinternden Insekten, Hecken werden gemischt gepflanzt anstelle einer Monokultur, kleine Wasserflächen für Insekten werden ins Gartenbild integriert. Neben dieser Veränderung sind auch Strukturelemente wie Holzhaufen, stehende Totholzstämme, Trockensteinmauern und Steinhaufen ökologisch wertvoll, weil sie Kleintieren und Nützlingen Unterschlupf bieten.

Extensiv genutzte Flächen in öffentlichen Anlagen von Gemeinden und Städten, besonders solche auf mageren, gut besonnten Böden, gehören zu den artenreichsten Lebensräumen. Trockenheit, Nährstoffarmut, ein später Schnittpunkt des ersten Aufwuchses und Verzicht auf Düngung und Pflanzenschutzmassnahmen ermöglichen es, dass eine grosse Anzahl von Pflanzenarten auf kleinstem Raum existieren kann. Dieser Pflanzenreichtum ist wiederum die Grundlage für eine grosse Vielfalt an Tierarten. Um die Artenvielfalt zu fördern, müssen extensive Flächen sorgfältig bewirtschaftet werden.

Zu den schonenden Massnahmen gehören u.a.:

- ▶ Später Schnitt des ersten Aufwuchses: viele Insekten können ihre Jungen aufziehen, spätblühende Pflanzen können versamen
- ▶ Grasinseln stehen lassen: Rückzugsorte für Lebewesen schaffen
- ▶ Altgrasstreifen und Blütenstände über den Winter stehen lassen: Darin finden Tiere im Winter Deckung und Nahrung

Lebensräume für eine Vielzahl von Lebewesen können auch aktiv gestaltet werden.

Unter folgendem Link finden sich Beispiele und Projekte:

- ▶ Naturmodule
 - ▶ Zertifizierung naturnaher Gärten/Unternehmen
- ↗ <https://jardinsuisse.ch/de/umwelt/umweltschutz/biodiversitat/>



© Barbara Jenni

Abb. 15: Biologische Vielfalt im Siedlungsraum

3

Pflanzenschutzmittel, Öko- und Humantoxikologie

3. Pflanzenschutzmittel, Öko- und Humantoxikologie

Einsatz und Kategorisierung von Pflanzenschutzmitteln

Begrifflichkeiten 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 Wirkstoffe oder Produkte, die unerwünschte oder gefährliche Organismen abtöten oder zumindest in ihrer Lebensfunktion einschränken. Sie werden im nichtlandwirtschaftlichen Bereich zur Bekämpfung von Schadorganismen wie Insekten, Pilze, Bakterien, Nager, Algen, etc. eingesetzt. Sie dienen u.a. der Desinfektion (menschliche Hygiene, Oberflächen- und Trinkwasserdesinfektion), als Schutzmittel zur Haltbarmachung von Materialien, sowie als Schädlingsbekämpfungsmittel. Dazu gehören zum Beispiel Haut- und Flächendesinfektionsmittel, Algenbekämpfungsmittel, Desinfektionsmittel für den Lebens- und Futtermittelbereich, Beschichtungs- und Holzschutzmittel, sowie Insektizide, Rodentizide (Mittel gegen Nager) und Repellentien (Insektenschutz durch Abschreckung).

Als Pflanzenschutzmittel (PSM) gelten alle Produkte, die zum Schutz der Kulturen vor Schadorganismen an Pflanzen eingesetzt werden. Je nach Verwendungszweck unterscheidet man hauptsächlich zwischen Herbiziden zur Bekämpfung der Konkurrenz durch Unkräuter, Insektiziden zur Bekämpfung von Schädlingen und Fungiziden zur Bekämpfung von Krankheiten. Zu den Pflanzenschutzmitteln gehören natürliche und synthetische Wirkstoffe, aber auch Organismen wie räuberische Insekten oder pilzliche Antagonisten.

PSM sind somit eine Gruppe innerhalb der Pestizide. Pflanzenschutzmittel dürfen in der Schweiz nur in Verkehr gebracht werden, wenn sie zugelassen wurden. 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 unannehbaren Nebenwirkungen auf Menschen, Tiere 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.

↗ Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen BLV – Pflanzenschutzmittelverzeichnis: www.psm.admin.ch

Das Verzeichnis enthält Angaben

- ▶ zur eidg. Zulassungsnummer (W-Nummer)
- ▶ zur Bewilligungsinhaberin
- ▶ zum Wirkstoff mit Gehaltsangabe
- ▶ zur zugelassenen Anwendung für das zugelassene Anwendungsgebiet
(z.B. das Insektizid Kendo darf im Zierpflanzenbereich nur bei Blumenkulturen und Grünpflanzen, Buchsbäumen und im Zier- und Sportrasen eingesetzt werden)
- ▶ zu Anwendungseinschränkungen
(z.B. maximal 1 Behandlung pro Kultur)
- ▶ zu Aufwandmengen
(z.B. 0,015 % bei Buchsbaumzünsler)
- ▶ zur Gefahrenkennzeichnung
(z.B. GHS09: Gewässergefährdend)
- ▶ zu Anwendungsauflagen
(z.B. SPe 8: Gefährlich für Bienen - Darf nur ausserhalb des Bienenfluges am Abend mit blühenden oder Honigtau aufweisenden Pflanzen in Kontakt kommen. Anwendung im geschlossenen Gewächshaus, sofern keine Bestäuber zugegen sind.)

[zur Druckversion](#)

Handelsbezeichnung: Kendo

Pflanzenschutzmittelverzeichnis (Stand: 17.06.2025)

Produkte	Produktkategorie:	Bewilligungsinhaber:	Eidg. Zulassungsnummer:	
Wirkstoffe	Insektizid	Renovita Wilen GmbH	W-6098-2	
Produktkategorien	Stoff(e):	Gehalt:	Formulierungscode:	
Kulturen	Wirkstoff: Lambda-Cyhalothrin	9.43 % 100 g/l	CS Kapselsuspension	
Schaderreger	Beistoffe, zusätzlich zu deklarieren: 1,2-Benzisothiazol-3(2H)-on			
Anwendungsgebiete	Anwendungen			
A	Kultur	Schaderreger/Wirkung	Dosierungshinweise	Auflagen
Z	Blumenkulturen und Grünpflanzen	Blattläuse (Röhrenläuse) Blindwanzen Erdraupen Gallmücken Thripse Trauermücken Weiße Fliegen (Mottenschildläuse)	Konzentration: 0.01 % Aufwandmenge: 0.1 l/ha	1, 3, 4
Z	Buchsäume (Buxus)	Buchsbaum-Zünsler	Konzentration: 0.015 %	3, 4, 5, 16
Z	Zier- und Sportrasen	Erdschnaken [Larven]	Konzentration: 0.03 % Aufwandmenge: 0.3 l/ha	3, 4, 5, 27

Quelle: www.blv.admin.ch

Abb. 16: Auszug aus dem Pflanzenschutzmittelverzeichnis des Bundesamtes für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen (BLV)

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

Einschränkungen und Rückzug von Bewilligungen

Bewilligungen von PSM können 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, welche zurückgezogen wurden oder bei welchen die Bewilligung ausgelaufen ist, bekommen im Normalfall eine Ausverkaufsstift von 1 Jahr. Das heißt, sie dürfen während dieser Frist noch durch den Handel verkauft werden. Die Aufbrauchfrist (im Normalfall 1 Jahr nach der Ausverkaufsstift) legt fest, wie lange sie noch eingesetzt werden dürfen. Die Fristen können aber auch deutlich kürzer sein, weshalb regelmäßig das Pflanzenschutzmittelverzeichnis des BLV konsultiert werden muss.

Es ist für die Anwenderinnen und Anwender wichtig, darauf zu achten, dass sie keine Produkte mehr einsetzen,

bei welchen die Aufbrauchfrist 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 Pflanzenschutzmittelverzeichnis geführt. Die Ausverkaufs- und Aufbrauchfristen werden bei der Detailansicht der jeweiligen Produkte angezeigt. Nach Ablauf der Aufbrauchfrist verschwinden sie aus dem Verzeichnis. Zudem existiert eine Liste des BLV über die zurückgezogenen PSM. Reste von Produkten, die nicht verwendet wurden, können zur Entsorgung an die Verkaufsstelle zurückgegeben werden.

↗ [www.blv.admin.ch > Zulassung Pflanzenschutzmittel > Anwendung und Vollzug > Zurückgezogene PSM](#)

Notfallzulassungen: Zulassungen zur Bewältigung einer Notfallsituation werden gewährt, wenn eine Gefahr für die Pflanzengesundheit nicht anders abgewehrt werden kann. Die Zulassungsstelle kann PSM für eine begrenzte und kontrollierte Verwendung zulassen, sofern sich eine solche Massnahme als notwendig erweist.

↗ [www.blv.admin.ch > Zulassung Pflanzenschutzmittel > Anwendung und Vollzug > Notfallzulassungen](#)

Einteilung von Pflanzenschutzmitteln

PSM werden nach Produktkategorien und Anwendungsbereichen in Gruppen eingeteilt.

Produktkategorien

In der folgenden Tabelle werden die PSM gemäss Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwese (BLV) wie folgt eingeteilt:

Tab. 4: Einteilung der PSM nach Produktkategorien	
Produktkategorie	Wirkung
Akarizid	Gegen Milben
Bakterizid	Gegen Bakterien
Fungizid	Gegen Pilze
Herbizid	Gegen Pflanzen
Insektizid	Gegen Insekten
Lebende Organismen	Gegen verschiedene Schaderreger
Molluskizid	Gegen Schnecken
Nematizid	Gegen Nematoden
Phytoregulator	Eingriff in die Pflanzenentwicklung (z.B. Wachstumsregulator im Getreide)
Rodentizid	Gegen Nagetiere (Mäuse, Ratten)
Saatbeizmittel	Gegen Schaderreger an Saat- und Pflanzgut bzw. als Schutz der Kulturpflanzen in den ersten Wochen nach dem Auflaufen

Neben den eigentlichen Produktkategorien der PSM gibt es auch noch Netz- und Haftmittel, welche für die Verbesserung der Benetzung und Haftung der PSM von Bedeutung sind. Weitere Produkte wie Schaumhemmer oder pH-Regulatoren sind ebenfalls verfügbar.

💡 Pflanzenschutzmittel gegen Viren?

Viren sind winzige Organismen, welche keinen eigenen Stoffwechsel besitzen und deshalb in der Natur auf den Stoffwechsel einer Wirtszelle angewiesen sind. Sie befallen eine gesunde Zelle, indem sie ihre eigene Erbsubstanz einfügen und die Wirtspflanze veranlassen, Virenbestandteile zu bauen und daraus neue Viren entstehen zu lassen und sich so innerhalb der Pflanzenzellen zu vermehren. Es ist schwierig, gezielte PSM zu entwickeln, die Viren effektiv bekämpfen, ohne dabei die Pflanzen selbst zu schädigen. Zudem können Viren schnell mutieren und neue Varianten entwickeln, was die Entwicklung wirksamer Pflanzenschutzmittel erschwert. Deshalb werden hauptsächlich die Überträger (Vektoren) der Viren bekämpft, wie zum Beispiel die Blattlaus, welche die Viruskrankheit «Mosaikvirus» bei Zierpflanzen überträgt. In der Schweiz gibt es ein bewilligtes Virizid gegen das Tomatenmosaikvirus.

Anwendungsgebiet

Im Pflanzenschutzmittelverzeichnis werden die Produkte einem oder mehreren Anwendungsgebieten zugeteilt. Folgende Anwendungsgebiete werden unterschieden: Feldbau, Gemüsebau, Obstbau, Weinbau, Beerenbau, Biodiversitätsförderflächen, Forstwirtschaft, Zierpflanzen, Nichtkulturland und Lager- und Produktionsräume.

Anwendungsbereich

Ein Pflanzenschutzmittel ist jeweils auf einen oder mehrere Schaderreger in einer oder mehreren Kulturen in einem bestimmten Stadium zugelassen und darf nur gemäss diesen Vorgaben eingesetzt werden.

Selektivität

Ein selektives Pflanzenschutzmittel ist ein Produkt, das gezielt bestimmte Schädlinge oder Unkräuter bekämpft, während es andere Pflanzen oder Organismen in der Umgebung schont. Diese Mittel sind so formuliert, dass sie nur auf bestimmte Arten von Schädlingen oder Pflanzen wirken, wodurch das Risiko von Schäden an Nützlingen oder der Umwelt insgesamt verringert wird. Selektive Pflanzenschutzmittel sind ein wichtiger Bestandteil in der Umgebungspflege und der Pflanzenproduktion, da sie helfen, die Biodiversität zu erhalten und gleichzeitig die Erträge zu sichern.

Praktische Einteilung der Produkte nach ihrer Wirkungs- und Anwendungsweise

In diesem Kapitel werden die PSM nach ihrer Wirkungsweise im praktischen Einsatz eingeteilt.

Herbizide

Herbizide werden in folgende Gruppen eingeteilt:

Blattherbizide mit Transport in der Pflanze (Systemische Herbizide)

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, Zelldifferenzierung an. Damit ist der ursprüngliche Begriff «Wuchsstoffe» nachvollziehbar, weil sich die Pflanzen wortwörtlich «zu Tode wachsen». Andere Blattherbizide hemmen die Fotosynthese, den Eiweißstoffwechsel oder greifen an anderen Stellen der Pflanzen an.

Tab. 5: Einteilung der Herbizide nach praktischen Gesichtspunkten

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	zur Zeit alle mit Transport	mit Transport in der Pflanze
4	= nichttranslokale Blattherbizide	= translokale Blattherbizide	= bodenapplizierte Herbizide	(im Nachlauf eingesetzt)
5	«Kontaktherbizid» (z.B. Wirkstoff Pyridate)	«Wuchsstoffherbizid» (z.B. Wirkstoff Clopyralid)	«Bodenherbizid» (z.B. Wirkstoff Aclonifen)	«Kombinierte Herbizide» (z.B. Wirkstoff Metsulfuron)

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

Blattherbizide ohne Transport in der Pflanze (Kontaktherbizide)

Dringen ausschliesslich oder vorwiegend über das Blatt ein und werden in der Pflanze nicht transportiert. 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!

Wurzelherbizide mit Transport (Bodenherbizide)

Diese werden auf den Boden ausgebracht und bleiben während einiger Zeit wirksam (Residualherbizid; Residuum = Rückstand). Die Aufnahme erfolgt über Wurzeln, Sprosse 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). Keimhemmer haben keine Wirkung auf das trockene Samenkorn, es muss am Auskeimen sein.

Blatt- und Wurzelherbizide mit Transport (``Kombinierte Herbizide``)

Eine ganze Reihe von Herbiziden wird 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.

Fungizide

Fungizide können nach verschiedenen Kriterien eingeteilt werden. Für die Praxis wichtig ist die Einteilung aufgrund ihres Verhaltens auf und in der Pflanze.

Tab. 6: Einteilung der Fungizide anhand des Wirkungstyps dargestellt mit dem Blattquerschnitt

1	Kontakt-, Residualfungizide	Fungizide mit Tiefenwirkung (``teilsystemische``)	Systemische Fungizide	Translaminare Fungizide	Mesostemische oder quasisystemische Fungizide
2					
3	Mittel bleibt auf der Oberfläche	Mittel dringt wenig in das Blatt ein	Mittel wird in der Pflanze verteilt (in Xylem und Phloem möglich)	Mittel durchdringt das Blattgewebe	Mittel durchdringt das Blattgewebe, bildet ``Schutzfilm`` auf Blattober- und Blattunterseite
4	Keine Resistenzbildung!	Abstoppen von ca. 2 Tage alten Infektionen	Können bereits erfolgte Infektionen abstoppen. Zudem ist auch der Neuzwachs geschützt. Achtung Resistzenzen!	Es werden auch Pilzstadien in tieferen Schichten erfasst	Lange Wirkungsdauer von 3 bis 7 Wochen. Bei spätem Einsatz ``Greening-Effekt`` (Stängel bleiben lange grün)

Legende: 1) Fungizidgruppe, 2) Darstellung Wirkungsweise, 3) Beschreibung Wirkungsweise, 4) Bemerkungen

Insektizide

Auch Insektizide können nach verschiedenen Kriterien eingeteilt werden. Je nach ihrer Einwirkung auf die Insekten wird zwischen folgenden Gruppen unterschieden:

- ▶ **Kontakt- oder Berührungsgifte** entfalten ihre Wirkung indem das Insekt direkt getroffen wird, oder wenn der Wirkstoff auf der Pflanzenoberfläche vorhanden ist und das Insekt diesen über die Füsse, Fühler oder die Zwischenhäute der Hinterleibs-Segmente aufnimmt.
- ▶ Die **Frassgifte** werden aktiv mit der Nahrung aufgenommen.
- ▶ **Atemgifte** gelangen durch die Atemöffnungen (Stigmen) der Insekten in Dampfform in den Insektenkörper und kommen dort zur Wirkung.

Bei der Einteilung der Insektizide nach Wirkstoffmechanismen wird folgende Unterscheidung getroffen:

- ▶ **Insektizide mit Wirkung auf das Nervensystem (Nervengifte):** Nervengifte greifen, wie der Name sagt, in das Nervensystem der Insekten ein. Die Reizübertragung wird gestört, wodurch es zu tödlichen Krämpfen kommt oder die Reizweiterleitung verhindert wird.
- ▶ **Insektizide mit Wirkung auf Wachstums- und Entwicklungsprozesse («Wachstumsregulatoren»):** Insektenlarven haben kein regelmässiges Wachstum. Sie müssen sich von Zeit zu Zeit häuten, um ins nächste Larvenstadium überreten zu können. Hier greifen die «Wachstumsregulatoren» ein. Sie unterbinden die Entwicklung zum erwachsenen Tier, oder die Insekten können während der Häutung keine stabile neue Haut ausbilden (Chitin-Synthese-Hemmer). Beides führt zum Tod der Larven.
- ▶ **Nahrungsblocker («Feeding Blocker»):** Wirkstoffe stören die Organe der Nahrungsaufnahme, was zum Verhungern der Insekten führt.

PSM-Produkte mit lebenden Organismen (biologisch)

Die Bekämpfung von Schaderregern mit lebenden Organismen wird auch als biologische Bekämpfung bezeichnet. Eine biologische Bekämpfung findet statt, wenn natürliche Feinde eingesetzt werden, um eine übermässige Vermehrung von Schaderregern zu verhindern. Dies trägt dazu bei, das natürliche biologische Gleichgewicht zu erhalten oder wieder herzustellen. Die natürlichen Feinde werden in folgende Hauptgruppen eingeteilt:

- ▶ Mikroorganismen (z. B. Bakterien, Pilze)
 - ▶ Makroorganismen (z. B. Insekten)
 - ▶ Nematoden
- ↗ Mehr Informationen dazu finden Sie im Kapitel «7. Direkte Bekämpfung» unter dem Titel «Biologische Methoden» auf der Seite 123.

Mittel für Biotechnische Methoden

Darüber hinaus kommen in der Insektenregulierung biotechnische PSM-Massnahmen zum Einsatz. Durch bestimmte Stoffe (Substanzen) werden die Schädlinge von den Kulturpflanzen ferngehalten, an bestimmte Stellen gelockt, durch Wachstumsregulatoren beeinflusst oder durch andere technische Eingriffe in ihrer Entwicklung beeinflusst. Folgende Gruppen werden unterschieden:

- ▶ Abwehrstoffe/Repellents
(z.B. Kaolin gegen die Kirschessigfliege)
 - ▶ Pheromone zur Überwachung und Bekämpfung
(z.B. Buchsbaumzünsler)
 - ▶ Farbfallen/Klebfallen für Flugüberwachung und Bekämpfung (z.B. Klebfallen gegen Thripse)
 - ▶ Wachstums- und Entwicklungsregulatoren
(Tebufenozid führt z.B. zu vorzeitiger Häutung des Kohlweisslings)
- ↗ Mehr Informationen dazu finden Sie im Kapitel «7. Direkte Bekämpfung» unter dem Titel «Biotechnische Methoden» auf der Seite 122.

Teilweise werden auch physikalische Barrieren wie Insektschutznetze, Leimringe etc. zu den biotechnischen Massnahmen gezählt.

Pflanzenstärkungsmittel

Pflanzenstärkungsmittel sind speziell entwickelte Produkte mit unterschiedlichen Inhaltsstoffen. Sie nutzen komplexe Prozesse, um Pflanzen zu stärken und verbessern dadurch ihre Widerstandsfähigkeit gegen Schädlinge, sowie ihre Gesundheit und fördern das Wachstum. Im Gegensatz zu Pflanzenschutzmitteln haben sie keine direkte Schutzwirkung gegen Krankheiten und Schädlinge. Andernfalls müssen sie als Pflanzenschutzmittel bewilligt werden. Vorbeugend angewandte Stärkungsmittel können unter Umständen den Befall durch Schadorganismen hinauszögern oder reduzieren. Es wird vermutet, dass gewisse Pflanzenstärkungsmittel die Pflanzen unterstützen, Abwehrreaktionen gegen Schadorganismen auszulösen (Resistenzinduktion). Pflanzenstärkungsmittel sind keine neue Erfindung: Seit vielen Jahrzehnten werden zum Schutz der Pflanzen bereits Schachtelhalm, Brennnessel, Steinmehle, Algenprodukte und andere Präparate verwendet. Aufgrund von Diskussionen über Rückstände, Resistenzen und Umweltauswirkungen konventioneller PSM rücken alternative Hilfsstoffe immer mehr in den Fokus. Es ist jedoch schwierig, Pflanzenstärkungsmittel eindeutig zu charakterisieren, da sie aus verschiedenen Bausteinen oder Komponenten bestehen. Dazu gehören:

- ▶ Anorganische Substanzen (z. B. Gesteinsmehle)
- ▶ Organische Substanzen wie Pflanzen- und Algenextrakte, Komposttee,
- ▶ Mikroorganismen wie Mykorrhiza-Pilze, Bakterien.

In der Schweiz gibt es keine Zulassung für Produkte als «Pflanzenstärkungsmittel». Ob ein Produkt der Pflanzenschutzmittelverordnung (PSMV) untersteht, hängt u.a. davon ab,

- ▶ ob es einen Stoff enthält, der bereits als Wirkstoff in PSM zugelassen ist,
 - ▶ ob das Produkt einem Verwendungszweck dient, welcher in Art. 2 PSMV beschrieben ist, d.h. ob es als Produkt eine entsprechende (Pflanzenschutz)Wirkung haben soll.
- ↗ Es gibt Produkte, die als PSM zugelassen und der Produktkategorie «Stimulator der natürlichen Abwehrkräfte» zugeordnet sind: www.psm.admin.ch > Standardsuche > in der Suchleiste «Stimulator der natürlichen Abwehrkräfte» eingeben.

PSM-Bewilligungen zu Produkten dieser Produktkategorie gibt es schon über 10 Jahre.

Zusatzstoffe (Beistoffe, Adjuvantien)

In gewissen Fällen können Zusatzstoffe die Wirkung von PSM deutlich verbessern. So beeinflussen hartes Wasser und ein hoher pH-Wert der Spritzbrühe (Ausnahme Herbizide aus der Gruppe der Sulfonylharnstoffe) die Wirkung negativ. Netz- und Haftmittel können die Benetzung und Haftung auf der Zielfläche verbessern. Zusatzstoffe können auch die Aufnahme ins Blatt verbessern und Drift verringern.

- ↗ Mehr Informationen dazu finden Sie im Kapitel «8. PSM-Anwendung» unter dem Titel «Pflanzenschutzgeräte befüllen und Spritzbrühe herstellen» auf der Seite 144.

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. Schon im Mittelalter soll Paracelsus gesagt haben, dass die Dosis das Gift macht. 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 die Menschen 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. Bei beruflicher Anwendung werden PSM zu mehr als 90 % über die Haut aufgenommen. Die Aufnahme über die Atemwege ist dagegen entgegen der Erwartung vergleichsweise gering.

Akute und chronische Wirkungen

Akute Wirkung

Wenn ein Stoff sofort nach dem Kontakt zu einer Schädigung führt, spricht man von einer akuten 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 Chemikalien am häufigsten über die Haut in den menschlichen Körper gelangen. Die aufgenommene Menge an PSM hängt zudem auch von der Intensität und Dauer sowie der Häufigkeit der Exposition ab. Zudem können Tankmischungen verschiedener Produkte die aufgenommene Menge an PSM erhöhen.

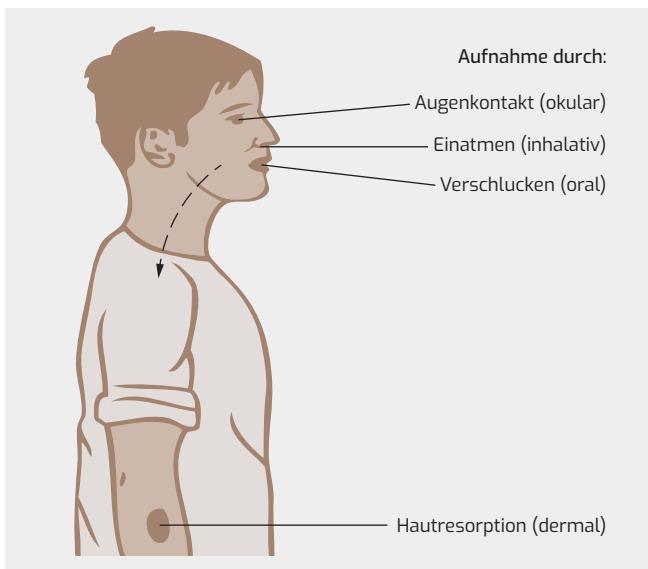


Abb. 17: Mögliche Aufnahmewege von PSM in den menschlichen Körper

Rückstände in Lebensmitteln

Rückstände in Lebensmitteln sind in der Verordnung des Eidg. Departement des Innern (EDI) über Höchstgehalte für Pestizindrückstände in oder auf Erzeugnissen pflanzlicher und tierischer Herkunft geregelt.

Der Massstab für Rückstände in Lebensmitteln ist der sogenannte Rückstandshöchstgehalt (RHG). Das Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen (BLV) ermittelt die Höchstgehalte für Pestizindrückstände. Dabei werden mehrere Kriterien berücksichtigt wie unter anderem:

- ▶ das Gefahrenpotenzial der Pestizindrückstände für den Menschen
- ▶ der wissenschaftliche Kenntnisstand für die Bewertung der Toxikologie und der Rückstandsexposition
- ▶ die technisch unvermeidbare Konzentration eines Pestizids im Lebensmittel aufgrund der guten Landwirtschaftspraxis oder der guten Herstellungspraxis.

Nicht für alle Wirkstoffe werden RHG festgelegt.

Abgeleitet von den RHG wird die Wartefrist festgelegt. Die Wartefrist ist der Zeitraum, welcher zwischen der letzten Behandlung und der Ernte mindestens eingehalten werden muss.

Kennzeichnung und Informationen zu Pflanzenschutzmitteln

Risiko und Exposition

Eine Chemikalie, einschliesslich PSM, stellt eine Gefahr dar, wenn sie schädliche Auswirkungen auf einen Organismus haben kann. Beispiele für solche Gefahren sind z.B. Hautirritationen, Verätzungen, Allergien, die Fähigkeit, Krebs zu verursachen, Schädigungen von Organen und eine Vielzahl weiterer Wirkungen, die Krankheitssymptome oder Erkrankungen hervorrufen können.

Der berühmte Arzt Paracelsus (1493-1541) formulierte den Begriff «Gift» folgendermassen: «Alle Dinge sind Gift und nichts ist ohn' Gift, allein die Dosis macht, dass ein Ding kein Gift sei.» Eine gefährliche Chemikalie bedeutet nicht zwingend ein Gesundheitsrisiko. Was nämlich der Arzt 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 sollen Anwender/innen die Etiketten sorgfältig lesen, die Anweisungen verstehen und befolgen und sicherstellen, dass PSM sicher und wirksam eingesetzt werden.

Etikette

Auf der Etikette finden sich in Kurzform die wichtigsten Informationen hinsichtlich der möglichen Gefahren bei der Verwendung des Produkts und die zu beachtenden Schutzmassnahmen (siehe Abb. 18). Wenn diese vollständig berücksichtigt werden, geht von dem Produkt nur ein geringes Risiko für Mensch und Umwelt aus.

Welche Informationen auf der Etikette sein müssen, zeigt das folgende Beispiel.

<p>Name der Firma und Logo Name des Pflanzenschutzmittels</p> <p>Kontaktfungizid mit vorbeugender Wirkung für den Feld-, Wein-, Beeren- und Obstbau</p> <p>Allgemeine + agronomische Auflagen / Verwendungsbedingungen</p> <p>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: 1 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: Leere Gebinde gründlich reinigen und der Kehrichtabfuhr übergeben. Reste von Pflanzenschutzmitteln zur Entsorgung einer Gemeinsammelstelle, einer Sammelstelle für Sonderabfälle oder der Verkaufsstelle übergeben.</p> <p>Gefahr 2</p>  <p>Ätzend Hochgiftig Gewässergefährdend Gesundheitsschädigend</p> <p>Nur für den berufsmässigen Verwendung. Vor Gebrauch beiliegendes Merkblatt lesen EU H401 Zur Vermeidung von 2 Risiken für Mensch und Umwelt die Gebrauchsanleitung einhalten. H317 Kann allergische Hautreaktionen verursachen. H318 Verursacht schwere Augenschäden. H331 Giftig bei Einatmen. H351 Kann vermutlich Krebs erzeugen. H410 Sehr giftig für Wasserorganismen mit langfristiger Wirkung.</p> <p>P102 Darf nicht in die Hände von Kindern gelangen. P270 Bei Gebrauch nicht essen, trinken oder rauchen. 3 P305+315+338 BEI KONTAKT MIT DEN AUGEN: einige Minuten lang behutsam mit Wasser spülen. Vorhandene Kontaktlinsen nach Möglichkeit entfernen. Weiter spülen. P273 Freisetzung in die Umwelt vermeiden. P301+315+101 BEI VERSCHLUCKEN: sofort ärztlichen Rat einholen / ärztliche Hilfe hinzuziehen. Ist ärztlicher Rat erforderlich, Verpackung oder Kennzeichnungsetikett bereithalten. Die Wiederverwendung der Verpackung ist verboten. SP1 Mittel und/oder dessen Behälter nicht in Gewässer gelangen lassen. Erste Hilfe Notfallnummer: Tox Info Suisse Tel. Nr. 145</p> <p>Weitere Auflagen</p> <p>Grundwasser: SP1 zum Schutz von Grundwasser insgesamt nicht mehr als 10 Anwendungen mit Captan-haltigen Produkten pro Parzelle und Jahr. Resistenzen: Auflagen zu Rückständen: 4 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.</p> <p>WG Wasserdispergierendes Granulat Gehalt: 80 % (800 g/kg) Captan Eidg. Zulassungsnummer: W 1234 Chargennummer / Herstellungsdatum: XYZ20103/YYMMDD Verfalldatum: YYMMDD Nettomenge 5 kg</p> <p>Firma Muster Musterstrasse 1 6 1010 Muster Telefonnummer Firma www.musterfirma.com</p> <p>Legende</p> <ul style="list-style-type: none"> 1 Allgemeine Auflagen zur Verwendung, Lagerung und Entsorgung des PSM 2 Hinweise auf mögliche Gefahren werden durch Gefahrensymbole, das Signalwort, sowie die H-Sätze angegeben (von den Behörden festgelegt) 3 Hinweise zur sicheren Verwendung des PSM (vom Hersteller festgelegt) 4 Auflagen zu Gefahren für den Menschen und die Umwelt (z.B. Anwenderschutz und Gewässerschutz) (von den Behörden festgelegt) 5 Angaben über Wirkstoffmenge, Zulassungsnummer und Gebindegröße 6 Adresse und Telefonnummer des Herstellers 	
---	--

Abb. 18: Darstellung Musteretikette eines PSM-Produktes

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»).

Gefahrensymbole (GHS) und Gefahrenkennzeichnung

Sobald Chemikalien über gefährliche Stoffeigenschaften verfügen, unterliegen sie der Einstufungs- und Kennzeichnungspflicht (GHS-System = Global harmonisiertes System 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. 7: Gefahrensymbole, ihre Bezeichnung und typische Eigenschaften

Piktogramm	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 Ersticken 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.
	GEWÄSSERGEFÄRDEND	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.

Auf der Etikette unterhalb des Piktogramms resp. der Piktogramme sind 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/der Anwender über die fachgerechte Anwendung des PSM-Produktes aufgeklärt. Sie enthält insbesondere die **Dosierungsvorschriften** bzw. erforderlichen Aufwandmengen sowie weitere applikationsspezifische Hinweise. Die Gebrauchsanweisung 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

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

- ↗ Etikette und Sicherheitsdatenblatt: www.cheminfo.ch > Informationsmaterial downloaden (Berufliche Verwendung) > Flyer und Broschüren
- ↗ Sicherheitsdatenblatt: www.seco.admin.ch > Arbeit > Arbeitsbedingungen > Chemikalien und Arbeit > Sicherheitsdatenblatt

SDB müssen im Betrieb aufbewahrt werden, solange das Produkt im Betrieb vorhanden ist. Die SDB müssen so aufbewahrt werden, dass sie im Unglücks- bzw. Ereignisfall schnell und einfach zugänglich sind.

Pflanzenschutzmittel in der Umwelt

PSM werden zum Schutz der Pflanzen vor Krankheiten, Schädlingen und Unkräutern eingesetzt. Sie leisten einen wesentlichen Beitrag zur Ertragssicherheit resp. Bestandessicherheit.

Als «Zierpflanzenkulturen» werden gemäss Definition BLV sämtliche Anwendungen im Gartenbau, der Pflanzenproduktion und der Pflege bezeichnet. PSM können selbst bei einer korrekten Anwendung in die Umwelt gelangen. Keine Wirkung ohne Nebenwirkung – PSM sind biologisch aktive Substanzen, die nicht nur Schadorganismen abtöten oder ihre Verbreitung verhindern, sondern auch Auswirkungen auf andere Lebewesen (Nichtzielorganismen) haben können.

Unannehbare Nebenwirkungen

Eine unannehbare Nebenwirkung wird als Schaden betrachtet, der nicht akzeptierbar ist (z.B. starkes Bienengift). Die entsprechenden Anforderungen werden für PSM im Rahmen des Zulassungsverfahrens berücksichtigt.

Wie gefährlich ein Produkt für einen Organismus ist, hängt einerseits von der Giftigkeit des Stoffes (Toxizität) ab und andererseits von der Menge und Dauer, mit der der Organismus 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.

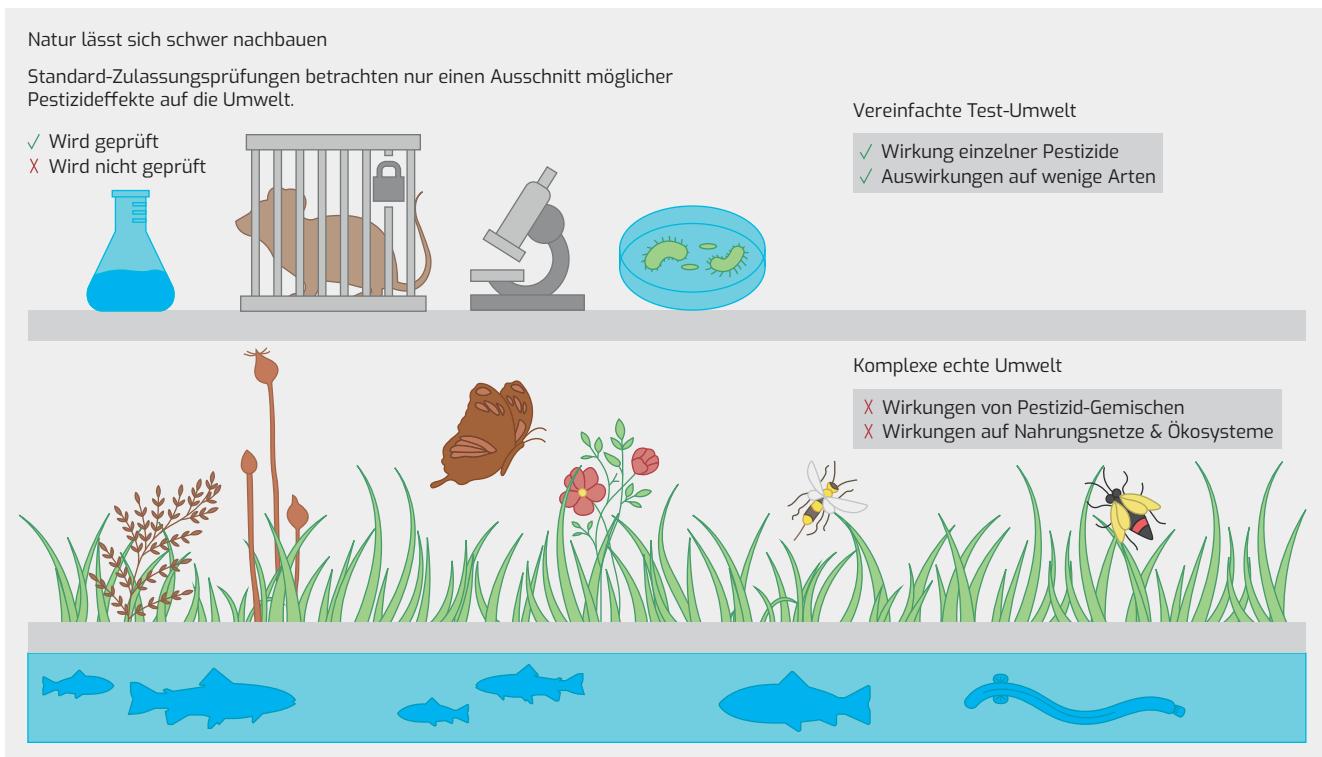


Abb. 19: Im Rahmen des Zulassungsverfahrens für PSM können die Auswirkungen auf einzelne Tierarten in Laboren nachgestellt werden. Die Wirkungen innerhalb der freien Natur sind schwieriger zu bewerten.

Verhalten von Pflanzenschutzmitteln und Abbau

Eintragswege von PSM in Gewässer

PSM können auf verschiedenen Wegen in Gewässer gelangen und dadurch Nichtzielorganismen schädigen.

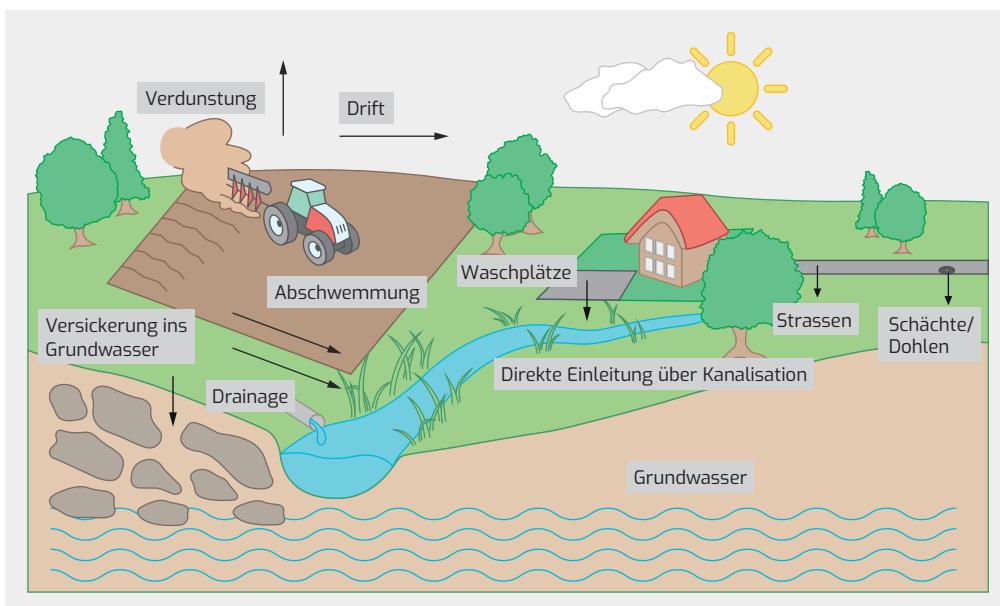


Abb. 20: Mögliche Eintragspfade von PSM in Gewässer und Nichtzielflächen

- ▶ **Punkteinträge** können beim Befüllen und Reinigen des Spritzgerätes, bei der Beseitigung von Restflüssigkeiten sowie bei der Lagerung und beim Transport von PSM entstehen. Schätzungsweise zwischen 20 und 60 % der Oberflächengewässerbelastung durch PSM werden durch Punkteinträge verursacht und sind vermeidbar. Sie können mit technischen Massnahmen wie zum Beispiel der Einrichtung eines sicheren Waschplatzes oder organisatorischen Vorkehrungen wie dem Spülen und Reinigen der Spritze am Anwendungsort reduziert werden.
- ↗ Interkantonale Empfehlung zu Befüll- und Waschplätzen: [> Publikationen & Produkte > Merkblatt \(Interkantonal\): Befüllen, spülen und reinigen von Pflanzenschutzspritzeräten ausserhalb der Landwirtschaft.](https://vsa.ch)
- ▶ **Diffuse Einträge:** Durch **Drift (Verwehung durch Wind)** können PSM in benachbarte Parzellen, indirekt via Strassen (durch Entwässerungsschächte) in Oberflächengewässer oder direkt in Oberflächengewässer gelangen. Kleine Tropfen und hohe Windgeschwindigkeiten erhöhen das Risiko für Drift. Eine Möglichkeit zur Verringerung von Drift sind z.B. der Einsatz von Injektordüsen mit einem maximalen Druck von 3 bar. Die Windgeschwindigkeit sollte 5 m/s (19 km/h) nicht überschreiten und idealerweise unter 12 km/h sein.
- ↗ [> Abdrift und Abschwemmung im Pflanzenschutz](https://themes.agripedia.ch)
- ▶ **Abschwemmung:** Durch grosse Regenmengen können PSM gelöst im Wasser direkt in Oberflächengewässer gelangen. Grosse Regenmengen können auch Bodenerosion bei nur spärlich begrünten Flächen auslösen. Bei der Erosion werden nicht nur Bodenpartikel, sondern auch PSM weggeschwemmt. So gelangen PSM in Oberflächengewässer. Das Abschwemmungsrisiko ist abhängig von der Neigung der behandelten Fläche, der Bodenart, der Bodenbearbeitung und -verdichtung sowie dem Bewuchs resp. der Bodenbedeckung. Massnahmen wie z.B. begrünte statt versiegelte Flächen können dies reduzieren. Zudem verringert jede Reduktion des PSM-Einsatzes die Gefahr von Einträgen in Gewässer.
- ▶ **Drainage:** Von Baumschulen genutzte Böden, v.a. Moorböden, aber auch Sportplätze sind oft drainiert. Bei Regen können PSM schnell versickern und durch die Drainage in angrenzende Oberflächengewässer gelangen. Massnahmen zur Reduktion des PSM-Einsatzes können diesem Effekt entgegenwirken.

Generell gilt: PSM sind in Gewässern unerwünscht. 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. 21: Verunreinigungspotential einer Kleinstmenge 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. Abbauprodukte treten landesweit an jeder dritten Messstelle in Konzentrationen über 0,1 Mikrogramm pro Liter auf und beeinträchtigen die Grundwasser-Qualität insbesondere im Mittelland erheblich.

✿ Pyrethroide

Pyrethroide sind unter anderem für Wasserorganismen deutlich giftiger als andere Insektizide. Bereits Konzentrationen von wenigen Pikogramm (1 Pikogramm = 0,000 000 000 001 Gramm) pro Liter können ihnen schaden. Zum Vergleich: Ein Pikogramm pro Liter entspricht 12,5 Würfelsüsszucker verteilt auf den ganzen Bodensee.

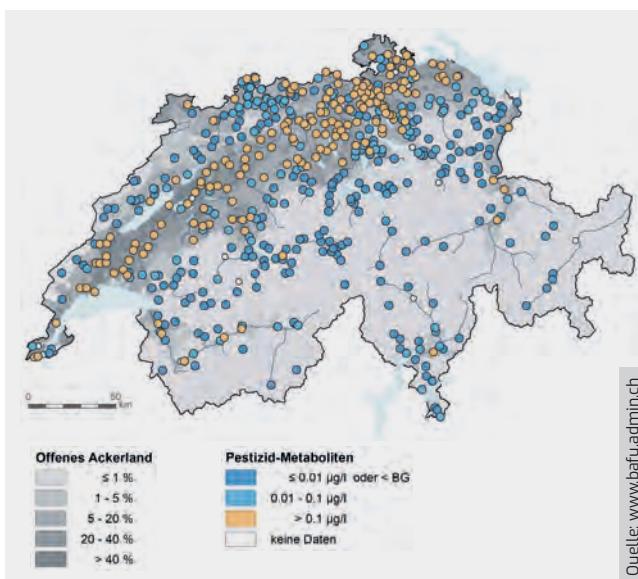


Abb. 22: Pestizid-Metaboliten im Grundwasser sowie offenes Ackerland 2022

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 der Nichtzielorganismen

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, resp. auf dem behandelten Pflanzen oder Flächen befinden. Dies gilt auch für Haustiere in Privatgärten oder Anlagen.
- ▶ 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 per 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: Schneckenkörpern und gebeiztes Saatgut zum Beispiel können bei unsachgemässer Ausbringung von Igeln und anderen Kleinsäugern verzehrt werden.

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 Eigenschaften des Stoffes, aber auch von den Bodeneigenschaften ab. Auch die Abbaugeschwindigkeit ist je nach Stoff verschieden, sie wird als Halbwertszeit (DT50) angegeben.

Die Halbwertszeit gibt an, nach welcher Zeitspanne die Hälfte des Stoffes abgebaut ist. Da die Abbaugeschwindigkeit schwer abgeschätzt werden kann, ist ungewiss, wie lange es bis zum vollständigen Abbau dauert. Neben den chemischen Eigenschaften spielen auch Bodenbeschaffenheit, Temperatur und Feuchtigkeit eine Rolle. Bei schwer oder überhaupt nicht biologisch abbaubaren Stoffen (z.B. Kupfer) ist immer eine maximale Menge angegeben, die pro Jahr und Fläche ausgebracht werden darf.

Tab. 8: Einige Beispiele von Halbwertszeiten von Herbiziden

Wirkstoff	Wirkungsweise	DT50 Labor (20 °C) in Tagen	DT50 Feld in Tagen
Pyridate	Blattherbizid	0,8	2,2
Tribenuron-methyl	vorwiegend Blatt	9,1	3,6
Metobromuron	Bodenherbizid	34,3	22,4
Aclonifen	Bodenherbizid	62,3	80,4

Abbau von Glyphosat

Laut Zulassungsdaten beträgt beispielsweise die Halbwertszeit von Glyphosat in sauren Böden ($\text{pH} < 6,5$) durchschnittlich 70 Tage und in neutralen und alkalischen Böden ($\text{pH} > 6,5$) 6,2 Tage.

Abbau

PSM können in der Regel abgebaut werden (Ausnahmen sind Metalle wie Kupfer oder Chlorpyrifos). Beim Abbau entstehen zunächst Metaboliten. Diese sind häufig noch selbst chemisch wirksam und beeinflussen die Umwelt, wenn auch nicht immer auf dem gleichen Weg wie das ursprüngliche PSM. Unter Abbau versteht man die vollständige Mineralisierung zu einfachen Grundsubstanzen wie Wasser, Kohlendioxid (CO_2), Stickstoff, Schwefel usw. Der Abbau eines PSM kann durch folgende Mechanismen erfolgen:

Chemischer Abbau

Im Boden gibt es ideale Bedingungen, damit Chemikalien abgebaut werden können. Die Wirkstoffe verteilen sich gut, weil der Boden mit den Bodenteilchen eine große Oberfläche hat. Es gibt normalerweise genug Wasser, Luft und andere Stoffe im Boden, die den Abbau unterstützen. Auch Stoffe, die bei der natürlichen Veränderung von Mineralien entstehen, können dabei helfen. Metalle im Boden können diesen Prozess ebenfalls beschleunigen. Trotzdem spielt der chemische Abbau bei den meisten PSM eher eine kleine Rolle.

Biologischer Abbau

Der Abbau von PSM und deren Metaboliten durch Mikroorganismen (=biologischer Abbau) ist (mit wenigen Ausnahmen) wesentlich wichtiger als der chemische Abbau. Da die meisten PSM organische Verbindungen sind, können bestimmte Mikroorganismen diese Wirksubstanzen abbauen, um Energie zu gewinnen.

Wie schnell ein Stoff im Boden abgebaut wird, hängt von seinen chemischen Eigenschaften, aber auch von dessen Temperatur, Feuchtigkeit, aeroben Verhältnissen, pH-Wert, Nährstoff- und Humusgehalt und der Bodenbeschaffenheit ab. In einem humosen, belebten Boden werden PSM viel besser abgebaut als im kiesig-sandigen Boden, wo viel weniger Lebewesen vorhanden sind. Aus der Sicht des Umweltschutzes wären Stoffe ideal, die sich sehr schnell und vollständig abbauen. Dies widerspricht jedoch dem Wunsch der Anwender/-innen nach einer länger anhaltenden Wirkung.

💡 Humus bindet Pflanzenschutzmoleküle

Bestimmte Moleküle sind so stark an Humus gebunden, dass sie jahrelang im Boden verbleiben können, ohne abgebaut zu werden. Sie werden dann langsam freigesetzt und verunreinigen das Grundwasser obwohl sie bereits seit Jahren verboten sind (z.B. Atrazin).

Sonnenlicht

Die UV-Strahlen des Sonnenlichtes können Moleküle spalten (photochemischer Prozess). Der Abbau durch Sonnenlicht spielt, ausser bei natürlichen Wirkstoffen, eine kleine Rolle.

Versickerung ins Grundwasser

PSM können im Wasser abgebaut werden, allerdings nur schwer. Der Abbau im Wasser spielt eine stark untergeordnete Rolle.

Im Idealfall bauen die Bodenorganismen die Wirkstoffe und deren Metaboliten vollständig ab. In der Realität kann es je nach Bodenbedingungen, Mobilität und Persistenz der Wirkstoffe und ihrer Metaboliten vorkommen, dass einige von ihnen ins Grundwasser gelangen. Bei der Beurteilung des Risikos im Zulassungsverfahren werden die erwarteten Konzentrationen dieser Wirkstoffe und ihrer Metaboliten 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» auf der Seite 12.

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

↗ www.blv.admin.ch > Zulassung Pflanzenschutzmittel > Anwendung und Vollzug > Weisungen und Merkblätter > Schutz des Grundwassers

💡 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.

Potenzielle Umweltauswirkungen chemischer PSM

Umweltprobleme können auf verschiedenen Ebenen entstehen. Im Folgenden werden mögliche Auswirkungen auf Zielflächen, Eintragswegen in andere Ökosysteme sowie die nötigen Vorsichtsmassnahmen aufgezeigt. Auch PSM, welche für Bio-Anwendungen zugelassen sind, können potenzielle Auswirkungen auf die Umwelt haben, zum Beispiel Pflanzenextrakte, welche für Fische oder Bienen giftig sind oder die Anreicherung des Schwermetalls Kupfer.

Vor der Zulassung werden für jedes PSM die Umweltrisiken nach dem aktuellen Stand von Wissenschaft und Technik geprüft. Im Rahmen des Zulassungsverfahrens werden PSM anhand detailliert festgelegter Prüfkriterien beurteilt. Nachteilige Auswirkungen auf die Umwelt – und diese gibt es immer – werden bei der Zulassung akzeptiert, wenn sie als vertretbar eingestuft werden. Die Anwendungsbedingungen wie zum Beispiel Aufwandmenge, Anzahl Behandlungen usw. sind ein zentraler Bestandteil der Zulassung. Wird die Gebrauchsanweisung des PSM nicht genau befolgt, erhöht sich das Risiko für potenzielle Nebenwirkungen.

Potenzielle Umweltauswirkungen können in folgende Gruppen eingeteilt werden:

- ▶ Schädigung von anderen Pflanzen und Tieren: z.B. Bienen, Nützlinge, Säuger, Vögel, Fische und Amphibien oder Kulturpflanzen, für die der Wirkstoff keine Indikation hat.
 - ▶ Eintrag in Gewässer: PSM können über verschiedene Wege in Gewässer gelangen. Wasserlebewesen gefährden und das Trinkwasser verschmutzen.
 - ▶ Anreicherung in der Nahrungskette: in Raubtieren wie z.B. Greifvögeln können sich hohe Konzentrationen von Wirkstoffen finden, 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.
 - ▶ Synergistische Effekte: Wirkstoffe können sich gegenseitig in ihrer Giftigkeit verstärken oder die Wirkung auch verlieren, wenn z. B. zwei PSM oder andere Zusatzstoffe miteinander verwendet werden. Wegen der vielen möglichen Wechselwirkungen der einzelnen chemischen Bestandteile ist es jedoch schwer vorherzusagen, ob und ab welcher Konzentration dies passiert.
- ↗ Mehr Informationen zum Eintrag in Gewässer finden Sie im Kapitel «3. Pflanzenschutzmittel, Öko- und Humantoxikologie» unter dem Titel «Verhalten von Pflanzenschutzmitteln und Abbau» auf der Seite 43.
- ↗ Mehr Informationen zur Anreicherung in der Nahrungskette finden Sie im Kapitel «2. Grundlagen der Ökologie» auf der Seite 20.

Störung von Ökosystemen

Grundsätzlich ist jede Anwendung eines PSM ein Eingriff ins Ökosystem. Wenn immer möglich sind nützlingsschonende und selektive Mittel den breit wirksamen Mitteln vorzuziehen. Damit wird verhindert, dass ungewollt Räuber und Konkurrenten einer Art ausgeschaltet werden. Ein Beispiel ist die langjährige Bekämpfung des Apfelwicklers in Schweizer Obstanlagen. Durch den Einsatz von nicht nützlingsschonenden Mitteln wurden außer dem Apfelwickler auch noch die nützlichen Raubmilbenpopulationen stark dezimiert. Ohne Raubmilben als Feinde konnte sich die Spinnmilbe massenhaft vermehren und wurde zu einem Problemfall im Erwerbsobstbau. Jeder Pflanzenschutzmittel-einsatz sollte daher vorgängig gründlich überlegt und abgewogen werden.

Bienengefährliche Produkte

Bienen leisten als Bestäuber einen immensen Beitrag zur Fruchtbildung und sollten möglichst nicht mit PSM in Berührung kommen. Produkte, die mit dem Sicherheitssatz SPe 8 gemäss der Pflanzenschutzmittelverordnung gekennzeichnet sind, werden als bienengefährlich eingestuft. Bei ihrer Anwendung sind gewisse Auflagen einzuhalten. Diese Produkte dürfen nicht mit blühenden oder Honigtau¹⁾ aufweisenden Pflanzen (z.B. Kulturen, Einsäaten, Unkräutern, Nachbarkulturen, Hecken) in Kontakt kommen. Abhängig von der Giftigkeit für die Bienen dürfen die Produkte nur abends, nach dem Bienenflug, oder aber überhaupt nicht mit für Bienen attraktiven Pflanzen in Berührung kommen. Es kann auch eine Pufferzone gefordert werden, um Bestäuber ausserhalb der behandelten Flächen vor Abdrift zu schützen.

↗ 1) Honigtau wird von Blattläusen als zuckerhaltige Ausscheidung abgesondert und kann von Bienen als Nahrung aufgenommen werden.

Umsetzung der Abstandsauflagen zu Drift und Abschwemmung

Bei der Anwendung von PSM müssen die in der Zulassung festgelegten Anforderungen eingehalten werden. Viele PSM haben eine Abstandsauflage wegen 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.

- ↗ Mehr Informationen dazu finden Sie im Kapitel «1. Rechtliche Grundlagen» auf der Seite 12 .
- ↗ www.agripedia.ch > Abdrift und Abschwemmung im Pflanzenschutz

Auflagen zu Hecken, Feld- und Ufergehölzen und Waldrändern

Auch bei Hecken, Feld- und Ufergehölzen und Waldrändern muss ein Pufferstreifen von mindestens 3m Breite mit einem Ausbringverbot von Dünger und PSM gemäss ÖLN angelegt werden. Ausnahme: Einzelstockbehandlungen von Problempflanzen, sofern diese mit anderen Massnahmen, wie regelmässiges Mähen, nicht erfolgreich bekämpft werden können. Gemessen wird ab Anfang des sichtbaren Gras- und Krautbewuchses.

- ↗ agridea.abacuscity.ch > Produktetyp > Publikationen > Pflanzenbau, Umwelt, Natur, Landschaft > Beiträge und Bedingungen im Ökoausgleich > Pufferstreifen richtig messen und bewirtschaften

4

Pflanzenschutzstrategie planen und präventive Massnahmen umsetzen

4. Pflanzenschutzstrategie planen und präventive Massnahmen umsetzen

Pflanzenschutzstrategie planen

Pflanzenschutz vorausschauend zu planen ist sowohl im produzierenden Gartenbau als auch bei der Pflege von Grünflächen mittlerweile unabdingbar. Unternehmerinnen und Unternehmer müssen für Gärten, Kulturzonen sowie Gartenbereiche in gegenseitiger Abstimmung Pflanzenschutzstrategien definieren.

Dabei wird festgelegt, bei welchen Schaderregern eine Behandlung bereits vor einer Schädigung der betroffenen Pflanze vorgesehen wird (Bekämpfungsschwelle vs. Schadenschwelle), wo vorbeugende Begleitmassnahmen vorgesehen werden (z.B. Reduktion der den Befallsdruck akzentuierenden Begleitflora, Stärkungsmassnahmen etc.) und wo auf Pflanzenschutzmassnahmen verzichtet wird.

Die Strategie umfasst auch das Resistenzmanagement sowie generell die Selektion der anzuwendenden Wirkstoffe. Ebenso kann die Pflanzenschutzstrategie den Verzicht auf gewisse Kulturen/Pflanzenarten umfassen, welche aufgrund der Standortbedingungen nicht sinnvoll, das heisst ohne grossen Aufwand, kultiviert werden können.

Der nachhaltige Pflanzenschutz beruht auf dem Prinzip des integrierten Pflanzenschutzes. Es gilt der Grundsatz, 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 oder Pflanzflächen vor Schadorganismen gewährleistet werden kann. Das Prinzip des integrierten Pflanzenschutzes wird in Form einer Pyramide anschaulich dargestellt.

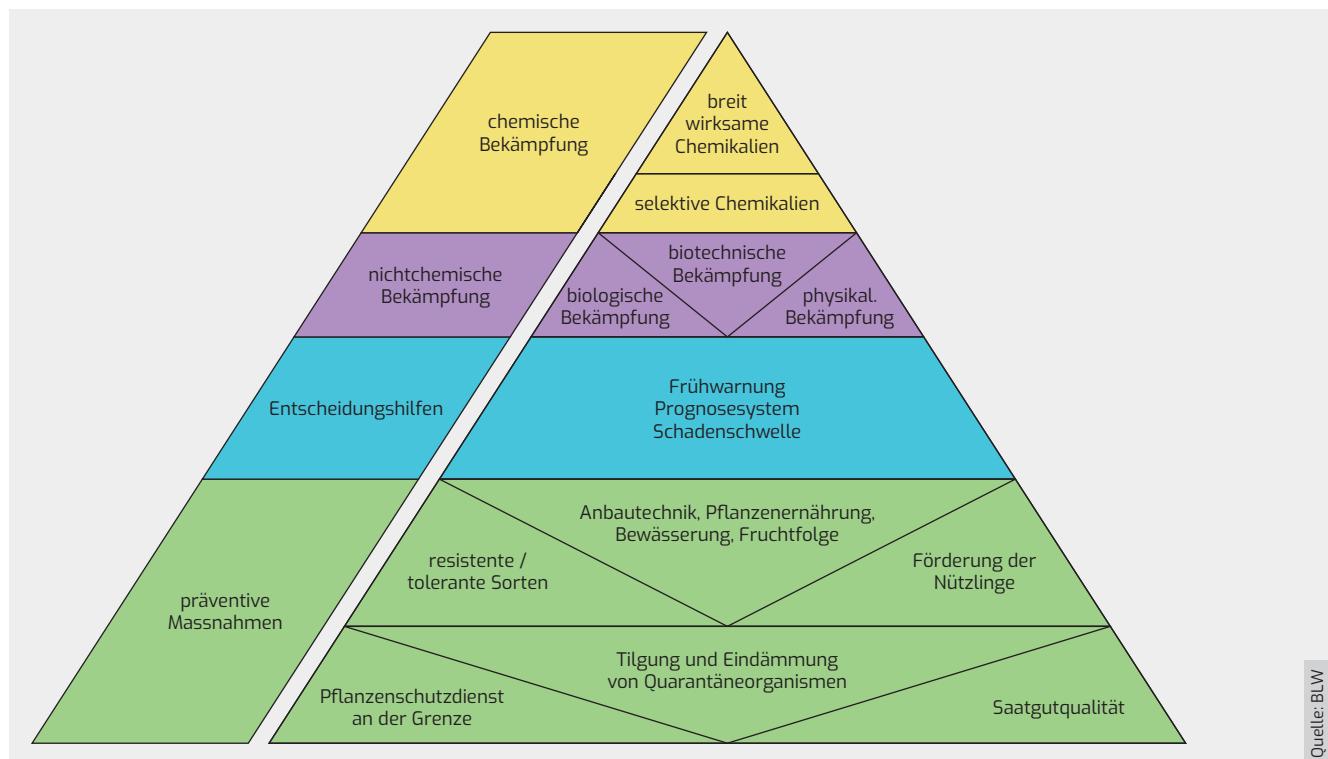


Abb. 23: Prinzipien des integrierten Pflanzenschutzes

Präventive Massnahmen

Standort und Wahl der Pflanzen und Kulturen

Auf den Kulturflächen und in Grünanlagen sind gewisse Rahmenbedingungen gegeben, dazu gehören die Meereshöhe, Exposition, Neigung, das lokale Klima und vor allem der Boden. Für die Entwicklung gesunder Pflanzen sind die erwähnten Faktoren entscheidend. Im nachhaltigen Anbau ist es wichtig, dass nur Kulturen und Pflanzen verwendet werden, welche sich für die gegebenen Rahmenbedingungen eignen.

💡 Ein gesunder und fruchtbare Boden ist wichtig

Ein gesunder und fruchtbare Boden erfüllt viele Funktionen:

- ▶ Lebensraum: Eine Handvoll Boden enthält mehr Lebewesen als es Menschen auf der Erde gibt. Sie sorgen für Durchlüftung, Fruchtbarkeit (Abbau organischer Substanz) und Wasserspeicherfähigkeit.
- ▶ Nährstofflieferant für das Wachstum der Pflanzen
- ▶ Wasserspeicher durch die Aufnahme und das Filtern von Regenwasser für Pflanze, Tier und Mensch
- ▶ Klimaschutz durch Speicherung von Kohlendioxid (fünfmal mehr als die gesamte oberirdische Biomasse)

Bodenbedeckung und Verhinderung von Erosion und Abschwemmung

Ein bedeckter Boden verhindert Erosion (Abschwemmung) und Nährstoffauswaschung. Bewurzelter Boden verhindert zudem Bodenverdichtungen. Mit Zwischenkulturen, Gründüngungen und Untersaaten kann der Erosion, der Nährstoffauswaschung und der Bodenverdichtung entgegengewirkt werden.

Verhinderung von Verseuchung

Wichtig ist die Verwendung von zertifiziertem Saatgut resp. zertifiziertem Pflanzgut. Zertifiziertes Saatgut ist staatlich geprüft und strenge Normen garantieren die Qualität. So mit ist eine hohe Keimfähigkeit und beste Gesundheit garantiert. Dies ist wichtig für einen schnellen und gleichmässigen Auflauf der Saat. Samenbürtige Krankheiten können mit einer Saatgutbeizung oder neuerdings auch mit Dampf wirksam bekämpft werden. Biosaatgut wird auf den Sporenbesatz an samenbürtigen Krankheitserregern wie z.B. Stink- und Zwerbrand untersucht. Zudem ist zertifiziertes Saatgut weitgehend frei von Unkrautsamen und verhindert die Verbreitung von Problemunkräutern.

Unkrautsamen bleiben bei der Ernte oder im Unterhalt von Pflanzflächen zum grössten Teil auf oder im Boden (viele Millionen Samen/ha). Da ist es wichtig, diese durch eine oberflächliche Bodenbearbeitung vor der Neupflanzung zum Keimen zu bringen. Zudem ist es bei Problemunkräutern wie Blacken, Disteln und Klebern wichtig, die Versammlung zu verhindern, um längerfristige Probleme zu vermeiden.

Anbautechnik

Bodenbearbeitung

Aus der Sicht des Pflanzenschutzes ist es wichtig, dass die Bodenbearbeitung dazu dient, ein schnelles und gleichmässiges Wachstum der Pflanzen zu ermöglichen. Dadurch können sie schnell aus dem empfindlichen Jugendstadium herauswachsen. Je grösser die Pflanzen sind, desto robuster werden sie gegen Krankheiten und sie werden konkurrenzfähiger gegenüber Unkräutern. Das Ziel ist es also, den Pflanzen optimale Bedingungen zu bieten, um gesund und widerstandsfähig zu gedeihen. Eine schonende Bodenbearbeitung bei genügend abgetrockneten Böden ist unbedingt anzustreben.

Pflanzenernährung

Eine ausgewogene Pflanzenernährung ist die Voraussetzung für ein ungestörtes Wachstum der Pflanzen. Sowohl eine Unter- wie auch ein Üerversorgung wirken sich negativ aus. So ist zum Beispiel Kalium wichtig für die Widerstandskraft der Pflanzen gegen Frost und Trockenheit. Ein Kaliumüberschuss führt aber zu einer Blockade bei der Aufnahme von Magnesium. Stickstoffüberschuss führt zu schwammigen, dünnwandigen Zellen und macht damit die Pflanzen anfällig für Pilz- und Bakterienkrankheiten, Schädlinge (wie zum Beispiel Blattläuse) und Frost. Ein Stickstoffmangel fördert ebenfalls gewisse Pilzkrankheiten wie zum Beispiel Septoria (Schwächepilz). Es gilt zu berücksichtigen, dass mit jeder Stickstoffdüngung auch die Unkräuter gedüngt werden. Dabei gibt es Unkrautarten wie zum Beispiel die Vogelmiere, welche sich Stickstoff besonders gut aneignen kann und sich dadurch übermäßig entwickelt.

Pflanzenstärkungsmittel

Wenn obige Grundbedingungen in Bezug auf Bodenqualität, Standortansprüche sowie Nährstoffversorgung gut erfüllt sind, können Stärkungsmittel auf Basis von Mikroorganismen oder Pflanzenextrakten die Vitalität der Pflanzen zusätzlich fördern. Obwohl es bei ihnen keinen direkten Effekt gegen Schadorganismen gibt, wird bei systematischer Anwendung die Widerstandsfähigkeit der Pflanzen gefördert sowie die Nährstoffsaufnahme unterstützt. Besonders relevant ist dies in heikleren Kulturphasen (Aussaat, Pflanzung, Standortwechsel etc.) oder temporären Stresssituationen (z.B. Trockenstress, Hagel, Verpflanzung etc.). Pflanzenstärkungsmittel können als Giessbehandlung in den Wurzelbereich oder als Sprühbehandlung über die Blätter appliziert werden.

Pflanzenstärkungsmittel können weder Kulturfehler noch ungenügende Standortbedingungen korrigieren. Nur wenn die Grundbedingungen erfüllt sind, entfalten Pflanzenstärkungsmittel ihren Mehrwert.

- ↗ Mehr Informationen dazu finden Sie im Kapitel «3. Pflanzenschutzmittel, Öko- und Humantoxikologie» auf der Seite 32.

Wassermanagement und Bewässerung

Pflanzen, welche nicht unter Wasserstress stehen, sind vitaler. Im Vordergrund stehen Massnahmen, welche Wasser sparen, zurückhalten oder Wasser besser zur Verfügung stellen:

- ▶ **Humus:** Humus kann Wasser bis zum Fünffachen seines Gewichtes speichern, deshalb sind alle Massnahmen zur Erhaltung resp. Förderung des Humusgehaltes wichtig.
- ▶ **Bodenbearbeitung:** Durch die Bodenbearbeitung (Lockern oberflächlich) wird die Kapillarität unterbrochen und weniger Wasser verdunstet an der Oberfläche.
- ▶ **Bodenstruktur:** Schonende Bodenbearbeitung, Anbau von Zwischenfrüchten und Gründüngungen helfen gegen Wasserverluste.
- ▶ **Mulch:** Auf Flächen mit einer Mulchschicht erwärmt sich im Sommer der Boden weniger rasch und es verdunstet weniger Wasser. Zudem wird der Oberflächenabfluss gebremst und die Erosion verhindert. Als Mulchschicht eignen sich je nach Kultur und Bepflanzung unterschiedliche organische oder mineralische Materialien.
- ▶ **Risiko:** Das Risiko eines Ausfalles durch Trockenstress kann vermindert werden durch weitgehend dauerhafte Begrünung von Kulturflächen oder Grünanlagen.

Werden Pflanzen bewässert, müssen die Grundregeln der Bewässerung beachtet werden: richtiger Zeitpunkt des Wässerns, passende ausgebrachte Wassermenge, Aufnahmefähigkeit des Bodens.

Die Tröpfchenbewässerung ist falls möglich der Beregnung vorzuziehen. Sie bedeutet Einsparung von Wasser, exakte Ausbringung und Vermeidung von Verdunstungsverlusten. Ein weiterer Vorteil ist, dass die Blätter nicht benetzt werden und somit Pilzkrankheiten nicht weiter gefördert werden. Allerdings sind die Fixkosten einer Tröpfchenbewässerung deutlich höher als bei Beregnungssystemen. In Zukunft sollte möglichst gezielt und sparsam bewässert werden. Hierfür sind Bodensonden hilfreich, welche die Wasserverfügbarkeit im Wurzelraum messen. Sie helfen, das Bewässerungswasser gezielt einzusetzen.

- ↗ Auf der Webseite www.bewässerungsnetz.ch können die Daten dieser Sonden kostenlos abgerufen werden.

Eine optimierte Bewässerung fördert die Nährstoffversorgung der Pflanzen und minimiert das Infektionsrisiko durch die meisten Krankheiten und den Befall von Schädlingen.

Worauf ist bei der Bewässerung zu achten?

- ▶ Eine ausreichende, aber nicht übermässige Wasserversorgung fördert ein zügiges Anwachsen und generell die Vitalität der Pflanzen.
- ▶ Durch Bewässern am Morgen trocknen die Pflanzen und der Boden rasch ab, was den Pilz- und Schneckenbefall reduziert.
- ▶ Tropfbewässerungssysteme bringen vor allem bei pilzanfälligen Kulturen Vorteile, da die Blätter trocken bleiben.
- ▶ Regelmässige Bewässerung stört die Entwicklung von Thrips, Wurzel- und Blattlaus.

Ausnutzung natürlicher Begrenzungsfaktoren – Pflege des ganzen Agrarökosystems

Eine intakte und vielfältige Umwelt übernimmt wichtige Leistungen wie natürliche Schädlingsregulierung, Bestäubung der Kulturpflanzen und Erhalt der Bodenfruchtbarkeit. Aus diesem Grund spielen die Ausgestaltung und Pflege des ganzen Ökosystems eine zentrale Rolle.

Im landwirtschaftlichen Umfeld unterscheidet man zwischen Massnahmen in der Kultur («In Crop») und Massnahmen ausserhalb der Kultur («Off Crop»). Diese Unterscheidung macht auch in Gärten und Grünanlagen und in den Kulturen des produzierenden Gartenbaus Sinn, denn sowohl Massnahmen innerhalb wie auch ausserhalb der Kultur oder Anlage sind wichtig.

Massnahmen in der Kultur («In Crop»)

Auf der Kulturläche steht die Produktion von qualitativ hochwertigen Pflanzen im Vordergrund. Im Garten liegt der Fokus auf den grösseren Kulturpflanzen. Trotzdem dürfen biodiversitätsfördernde Massnahmen in ihrer Wirkung nicht unterschätzt werden.

Zu den Massnahmen in der Kultur gehören:

- ▶ **Nützlingspflanzen in Kulturlächen:** Es gibt die Technik, punktuell für den Zyklus der Nützlinge relevanten Pflanzen zwischen die Kulturpflanzen zu integrieren («Banker Plant System» BPS). Um die nützlichen Schlupfwespen zu fördern, können z. B. Töpfe mit Gräsern zwischen den Kulturpflanzen platziert werden, welche von Getreideblattläusen befallen werden. Letztere haben sich auf Einkeimblättrigen Pflanzen (Monokotyledonen) spezialisiert (Hafer, Weizen, Roggen oder Gerste) und lassen die Zweikeimblättrigen (Dikotylen) Kulturpflanzen unbeschadet. Die parasitischen Schlupfwespen als wichtige Nützlinge nutzen die Getreideblattläuse zur Eiablage und zur Vermehrung ihrer eigenen Population.
- ↗ ONfloriculture: <https://onfloriculture.com>
- ▶ **Untersaaten:** Untersaaten bringen neben den bekannten Vorteilen wie Bodenbedeckung, Durchwurzelung und bessere Tragfähigkeit des Bodens auch Vorteile gegen Schädlinge. Ein ganzjähriges Angebot von Pollen und Nektar bietet Florfliegen als wichtigen Nützlingen gegen Blattläuse ideale Nahrungsquellen (z. B. einheimische Blumenwiesen oder auch Gemüsepflanzen - insbesondere Dolden- und Korbblütler wie Möhre, Dill oder Ringelblume). Zudem tragen Untersaaten zur Unterdrückung von Unkraut bei.
- ▶ **Reduzierte Bodenbearbeitung:** Eine reduzierte Bodenbearbeitung fördert den Erhalt resp. die Erhöhung des Humusgehaltes und bremst die Bodenerosion. Durch die erhöhte Bodenruhe ist der Artenreichtum der Pilze, insbesondere der wertvollen Mykorrhiza-Pilze im Boden höher. Auf der anderen Seite gibt es jedoch auch die Gefahr, dass durch reduzierte Bodenbearbeitung gewisse Unkräuter wie die Ackerkratzdistel oder Krankheiten wie Fusarien, welche auf Pflanzenteilen überdauern, gefördert werden.
- ▶ **Reduktion von PSM und Dünger:** Dies erhält und fördert die Biodiversität.

Massnahmen ausserhalb der Kultur («Off Crop»)

Bei Massnahmen ausserhalb der Kulturlächen resp. spezifischen Gartenräumen werden auf eigens dafür vorgesehenen Flächen biodiversitätsfördernde Lebensräume geschaffen. Wenn diese arten- und strukturreich gestaltet sind, können sie zur Erhaltung und Förderung der Biodiversität viel beitragen. So können beispielsweise durch Nützlingsstreifen natürliche Feinde der Schadinsekten gefördert werden, welche z.B. den Befallsdruck von Thrips reduzieren helfen.

Zu den Massnahmen ausserhalb der Kultur gehören:

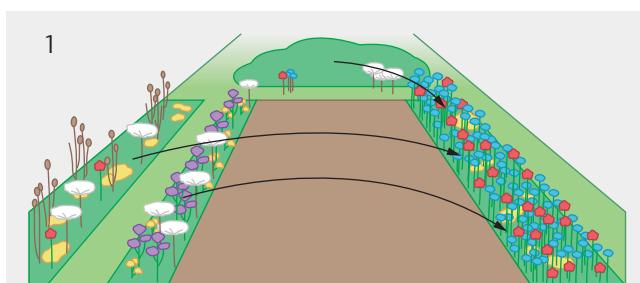
- ▶ **Hecken und Säume:** Eine Hecke besteht aus einer Strauch- und einer angrenzenden extensiven Krautschicht. Sträucher und Stauden bieten sehr vielen Tierarten Schutz, Nahrung, Winterquartier, Nist- oder Eiablageplatz. Auch kulturtechnisch relevante Nützlinge werden hier gefördert, insbesondere, wenn diese Pflanzungen vielseitig angelegt sind. Gegen Thrips und andere Kulturschädlinge können Pflanzungen vorgesehen werden, welche insbesondere die Ansiedlung von Raubwanzen, Florfliegen und Raubthrips begünstigen: Zuckerhut-Hortensie/ Rispenhortensie (*Hydrangea paniculata*), Gewöhnliches Sonnenkraut (*Helenium autumnale*), Prachtscharte (*Liatris spicata*), Brandkraut (*Phlomis russeliana*), Storckschnabel (*Geranium macrorrhizum*), Frauenmantel (*Alchemilla mollis*), Waldsteinie (*Waldsteinia geoides*). Auch in den Blüten von Knöterich-Arten, auch bodendeckenden, findet man viele Raubwanzenarten; besonders stark ist das Vorkommen an Bergknöterich (*Aconogonon speciosum 'Johanniswolke'*). Orius-Raubwanzen werden im Frühjahr auch von blühenden Rosengewächsen (z. B. Apfel, Birne, Rose) angelockt.
- ▶ **Brachen sind angesäte bzw. bewachsene Flächen mit einheimischen Wildkräutern:** Die Flächen bleiben lange Zeit ungestört und bieten Nahrung und Rückzugsorte während des ganzen Jahres für eine Vielzahl von Tieren, darunter Nützlingen wie Schwebfliegen, Marienkäfer, Laufkäfer und Spinnen. Durch hochwachsende Stängel, abgestorbene Pflanzenmaterial und Lücken finden die Insekten hier auch einen Überwinterungsort. Zudem profitieren auch Kleinsäuger und Vögel von solchen Flächen.



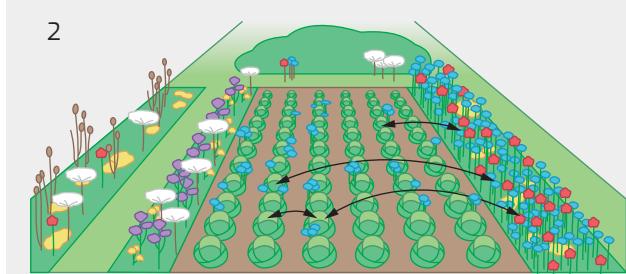
Abb. 24: Buntbrache zwei Jahre nach der Ansaat

© Hans Ramseier, HAFL

► **Extensive Wiesen und Weiden:** Bei extensiven Wiesen und Weiden sollte die Qualitätsstufe II angestrebt werden, damit sie für die Biodiversität den erhofften Mehrwert bringen. Extensive Wiesen und -weiden mit Qualitätsstufe II weisen eine grössere Artenvielfalt auf als Extensive Wiesen und -weiden der Qualitätsstufe I und sind damit besonders wertvoll für den Erhalt und die Förderung der Biodiversität. Damit die Nützlinge geschont werden, sollten die Flächen mit einem Balkenmäher oder mit einer Sense von innen nach aussen gemäht werden und es sollte kein Mähaufbereiter eingesetzt werden (in QII verboten). Zudem ist ein ungemähter Streifen von ca. 10 % der Fläche als Rückzugsort für Insekten sehr wichtig.



Der Blühstreifen (rechts) lockt die Nützlinge mit einem frühen und reichen Nektarangebot aus dem naturnahen Winterquartieren (mehrjährige Buntpflanzen, Säume, etc.) an.



Nach dem Pflanzen des Kohls liefert der Blütenstreifen den Nützlingen kontinuierlich Nahrung und Unterschlupf. Zwischen den Kohlpflanzen gesetzte Kornblumen dienen als Trittssteine und fördern die Parasitierung der Schädlinge. Im Herbst suchen die Nützlinge die mehrjährigen Lebensräume für die Überwinterung auf.

Abb. 25: Förderung der Nützlinge in zwei Schritten

Massnahmen im Gemüsegarten

Die Erhaltung einer hohen natürlichen Bodenfruchtbarkeit und -gesundheit erfordert eine umsichtige Bewirtschaftung des Bodens mit einer weiten, humuserhaltenden, standortgerechten Fruchtfolge, sowie einer schonenden Bodenbearbeitung. Die kurze Vegetationszeit der meisten Nutzpflanzen und die hohen Anforderungen an die Unkrautregulierung erfordern in regelmässigen Abständen eine Bearbeitung des Bodens.

Bodenaufbauende Kulturen in der Fruchtfolge wie Kleegras, tiefwurzelnde Gründüngungen und Körnerleguminosen geben dem Boden Pausen, durchwurzeln den Unterboden, steigern die Verfügbarkeit von Nährstoffen wie Stickstoff und fördern eine gute Struktur und die biologische Aktivität des Bodens. Fruchtfolgen mit weniger intensiven Kulturen helfen, die Entwicklung bodenbürtiger Krankheitserreger und Schädlinge zu minimieren. Bei der Wahl der bodenaufbauenden Kulturen ist auf die Verträglichkeit in der Fruchtfolge zu achten.

Eine möglichst permanente Bodenbedeckung senkt in Hanglagen das Erosionsrisiko, schützt den Boden vor Austrocknung und Überhitzung, verhindert intensive UV-Bestrahlung der Bodenoberfläche und Nährstoffauswaschung und unterstützt den Erhalt der Bodenstruktur und den Aufbau von Humus.

Massnahmen in Rasenflächen

Präventive Massnahmen gegen Krankheits- und Schädlingsbefall in Rasenflächen sind im Grundsatz ebenfalls wie oben beschrieben wichtig: Bodenfruchtbarkeit erhalten, optimale Nährstoff- und Wasserversorgung sicherstellen. Hinzu kommen jedoch einige spezielle Pflegemassnahmen, die nur in Rasenflächen angewendet werden. Diese sind in den späteren Kapiteln jeweils beschrieben.

Als Grundsatz kann festgehalten werden, dass optimal gepflegte Rasenflächen sehr widerstandsfähig gegen den Bewuchs mit Unkraut, den Befall von Krankheiten oder Schädlingen sind.



© Hans Ramseier, HAFL

Abb. 26: Artenreiche Extensivwiesen sind besonders wertvoll für den Erhalt und die Förderung der Biodiversität.

5

Monitoring

5. Monitoring

Als Monitoring werden alle Arten der systematischen Erfassung (Beobachtungen, Messungen, Protokollierungen) eines Vorgangs oder Prozesses mit technischen Hilfsmitteln bezeichnet.

Mögliche Ursachen der beobachteten Symptome

Wenn eine Pflanze einen Schaden aufweist, ist es wichtig, diesen Schaden richtig zu identifizieren und einzuordnen, um geeignete Massnahmen zur Vorbeugung oder Behandlung zu ergreifen. Wichtig ist beispielsweise zu unterscheiden, ob es sich um eine Chlorose oder Nekrose handelt. Chlorosen sind Aufhellungen an den Blättern der Pflanze (Mangel an Chlorophyll). Eine Chlorose kann das Wachstum der Pflanzen beeinträchtigen, in schweren Fällen auch zum Absterben der Pflanze führen. Chlorosen werden recht häufig durch Nährstoffmangel (z.B. Stickstoff, Mangan oder Eisen) verursacht, können aber auch durch Viren, Pilze oder Bakterien ausgelöst werden.

Aufgrund der unterschiedlichen Ursachen für Chlorose in Zusammenhang mit den Umweltbedingungen gibt es verschiedene Termini: Kalkchlorose (zu hoher pH-Wert des Bodens führt zu schlechterer Aufnahme von Eisen), Schlechtwetterchlorose (Kälte, Nässe und Lichtmangel führen bei nachfolgend warmer, wüchsiger Witterung zu Mangelsymptomen), Verdichtungschlorose (Sauerstoffverknappung in der Wurzelzone), Überlastungchlorose (Kombination von mehreren Ursachen).



Abb. 27: Beispiele von Chlorosen: Viröse Vergilbung bei Zuckerrübe



Abb. 28: Beispiele von Chlorosen: Eisenmangel an Rebe



Abb. 29: Beispiele von Chlorosen: Phosphormangel an Kohlrabi

Von einer Nekrose spricht man, wenn Pflanzengewebe abstirbt und sich braun oder schwarz verfärbt. Auslöser können Krankheiten, Schädlinge, Nährstoffmangel (bei starkem Nährstoffmangel kann eine Chlorose zu einer Nekrose werden), Nährstoffüberschuss (Nährstoffe werden abgelagert) oder Stress sein.



Abb. 30: Typische Bilder von Pilzkrankheiten: Nekrose durch Krautfäule an Kartoffelblättern



Abb. 31: Typische Bilder von Pilzkrankheiten: Botrytis an Salat

Schadsymptome können folgende Ursache haben:

- ▶ Parasitäre Schadursache
 - ▶ Krankheiten (Pilze, Bakterien, Viren, Phytoplasmen)
 - ▶ Schädlinge (Insekten, Spinnentiere, Säugetiere, Vögel, ...)
- ▶ Nichtparasitäre Schadursache
 - ▶ Klima: Trockenheit, Hitze, Frost, ...
 - ▶ Nährstoffversorgung: Mangel, Überversorgung, ...
 - ▶ Verletzung: Hagel, unsachgemäße Behandlung, ...

Überblick über verschiedene Krankheitssymptome

Wird eine Pflanze von Krankheitserregern befallen, sind die Symptome nicht immer sofort sichtbar. Die Zeit zwischen Befall und sichtbaren Symptomen ist je nach Schaderreger und Witterung unterschiedlich lang.

Durch Pilze verursachte Symptome

Typische Symptome von Pilzkrankheiten sind Flecken (Nekrosen) an Blättern und Stängeln, Pilzrasen (Mehltau), Sporenlager (z.B. Rostkrankheiten) sowie Wurzel- oder Fruchtfäulen.

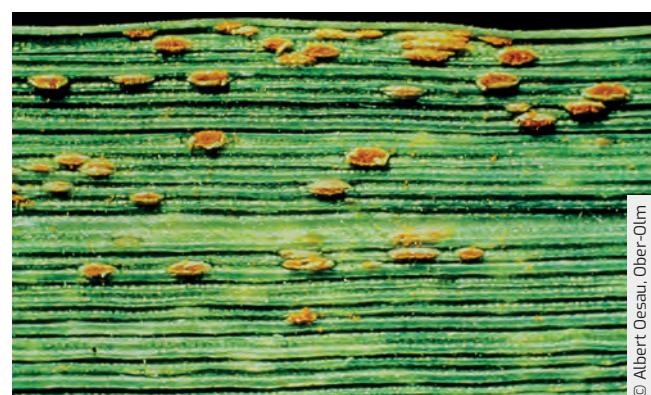


Abb. 32: Typische Bilder von Pilzkrankheiten: Braunrost auf Weizenblatt



Abb. 33: Typische Bilder von Pilzkrankheiten: Falscher Mehltau an Rebe



Abb. 34: Typische Bilder von Pilzkrankheiten: Falscher Mehltau an Zwiebeln



Abb. 36: Typische Bilder einer Viruskrankheit: Salatmosaikvirus an rechter Pflanze

Durch Viren verursachte Symptome

Typisch sind mosaikartige Muster auf den Blättern, gelb grüne Scheckung bzw. Aufhellungen der Zwischenräume der Blattadern (Chlorosen), Wachstumsstörungen in Form von Verkrümmungen, Formveränderungen (z.B. Einrollen der Blätter) oder Missbildungen von Früchten und Blättern.

Achtung: Schäden durch Abdrift von Herbiziden oder unsachgemäße Anwendung von PSM (Wirkstoffcocktails oder Anwendung bei ungünstigen Witterungsbedingungen) führen zu sehr ähnlichen Symptomen.



Abb. 35: Typische Bilder einer Viruskrankheit: Kartoffelblattrollvirus Staude rechts und gesunde Pflanze links

Durch Bakterien verursachte Symptome

Typisch sind Fäulen (Nass- und Trockenfäulen), Blattflecken, Welken von Blättern und Stängeln und krebsartige Geschwülste.



Abb. 37: Bakterienkrankheiten: Erwinia Schwarzbeinigkeit an Kartoffeln



Abb. 38: Bakterienkrankheiten: Erwinia an Salat

Durch Schädlinge verursachte Symptome

Schädlinge fressen an oberirdischen Pflanzenteilen (Blattrandfrass, Lochfrass, Stängelfrass, Frass an Früchten) oder unterirdisch an Wurzeln und Knollen. Aufgrund des Schadortes an der Pflanze und des Schadbildes können die in Frage kommenden Schädlinge eingegrenzt werden. Typische Beispiele für Schädlinge welche Blattfrass verursachen sind der Kartoffelkäfer oder Dickmaulrüsslerkäfer. Wespen fressen an reifenden Trauben. Schäden an Wurzeln und Knollen verursacht z.B. der Drahtwurm. Daneben gibt es Schädlinge welche sowohl unterirdisch wie auch oberirdisch Schaden verursachen können wie Schnecken oder Mäuse.

Eventuell muss die Pflanze resp. ein Pflanzenteil aufgeschnitten werden, damit die typischen Symptome sichtbar werden.



© Regina Biedermann, HAFU

Abb. 39: Um sicher zu gehen, um welchen Schädling es sich handelt, kann es hilfreich sein, die Kartoffelknolle aufzuschneiden.
Links: Drahtwurmschaden, rechts Schneckenschaden

Stechend-saugende Schädlinge wie Läuse, Zikaden oder Wanzen können sich von Pflanzensaft ernähren. Die Larve der Rübenfliege oder Miniermotten minieren, das heisst, sie leben in den Blättern oder Wurzeln der Pflanze.

Nichtparasitäre Schadursachen

Wenn an Pflanzen Schäden entstehen, welche weder durch eine Krankheit noch durch einen Schädling verursacht werden, spricht man von nichtparasitären oder abiotischen Schadursachen. Das können Herbizidschäden, Nährstoffmangel oder -überschuss, Frost, Schneedruck, Hagel, Wind, Staunässe oder Hitzeschäden sein. Der Schaden kann sich als Chlorose, Nekrose oder allgemeine Pflanzenverletzung sowie Kümmerwuchs zeigen. Wichtig ist es, den Unterschied zwischen nichtparasitären Schadursachen und Schäden durch Krankheiten und Schädlingen möglichst sicher zu erkennen.



© Hans Ramseier, HAFU

Abb. 40: Typische nichtparasitäre Schadursachen: Raps mit Nährstoffmangelsymptomen



© Hans Ramseier, HAFU

Abb. 41: Typische nichtparasitäre Schadursachen: Herbizidschaden an Wintergerste



© Agroscope

Abb. 42: Typische nichtparasitäre Schadursachen: Magnesiummangel an Weinrebe

Monitoring-Werkzeuge

Die Überwachung der Pflanzen und die allfällige Diagnose von Schadenssituationen ist zentraler Bestandteil des integrierten Pflanzenschutzes. In diesem Kapitel werden mögliche Vorgehensweisen, Informationsquellen und Werkzeuge aufgezeigt.

Scouting: Beobachten und kontrollieren

Das wichtigste Grundprinzip bei Beobachtungen und Kontrollen ist

Beobachten – Überlegen – Handeln

💡 Zuweilen könnte man fast ein «schlechtes Gewissen» bekommen, wenn man einfach so durch die Gärten oder Gewächshäuser spaziert, um die Pflanzen nach Schädlingen oder Auffälligkeiten abzusuchen, während alle anderen an der Arbeit sind. Es muss uns jedoch bewusst sein, dass genau dieses Monitoring ein wichtiger und notwendiger Bestandteil des Pflanzenschutzes darstellt.

Warum sind Beobachtungen und Kontrollen wichtig?

- ▶ Sie liefern die Entscheidungsgrundlagen für die Anwendung der Bekämpfungsschwelle und damit, ob ein direkter Eingriff stattfindet oder nicht.
- ▶ Das Ausmass des Befalls soll überprüft werden, damit keine unnötigen Behandlungen gemacht werden. Diese sind umwelttechnisch und wirtschaftlich nicht sinnvoll. Die Wirksamkeit einer Behandlung soll überprüft werden (Nachkontrolle).

Was soll kontrolliert werden?

- ▶ Allgemeiner Zustand resp. Entwicklungsstadien der Pflanzen
- ▶ Gesundheitszustand der Pflanzen und Zustand des Bodens
- ▶ Auftreten von Schaderregern und Nützlingen
- ▶ Wirkungskontrolle
- ▶ Nährstoffversorgung

Ablauf einer Beobachtung

1. Zuerst verschafft man sich einen Überblick aus der Distanz, um einen Eindruck über den allgemeinen Zustand zu gewinnen. Sind die Pflanzen gleichmäig entsprechen ihrem normalen Entwicklungsstadium entwickelt oder sind Auffälligkeiten wie zum Beispiel helle Stellen vorhanden? Falls Auffälligkeiten vorhanden sind, diesen nachgehen und versuchen, die Ursache zu ermitteln.
2. Orientierungsgang: Man beobachtet vorhandene Unkräuter, Krankheiten, Schädlinge, Nützlinge, Phytotox (Pflanzenschädigungen durch PSM), Mangelsymptome etc. Flächen mit schlechteren Produktionsfaktoren/Standortbedingungen wie zum Beispiel feuchte Senken sind gezielt einzubeziehen. Zudem wird an mehreren Stellen das Entwicklungsstadium der Pflanzen bestimmt. Kontrollen von aufgestellten Fallen (Gelbfallen, Schneckenfallen, Pheromonfallen etc.) gehören ebenfalls dazu.
3. Kontrollgang: Gegebenenfalls werden Schädlinge oder Pflanzenproben mitgenommen und analysiert. Dies ist je nach Kultur, Stadium und Schaderreger unterschiedlich.
4. Der Zustand der Pflanzen, des Standortes, der Wachstumsbedingungen und die Art des Schadens werden dokumentiert.

Bekämpfungsschwellen

Die Bekämpfungsschwelle (BKS) ist zu dem Zeitpunkt relevant, zu dem noch etwas gegen den Schaderreger unternommen werden kann. Es ist also eine Prognose, ob die wirtschaftliche Schadenschwelle überschritten werden dürfte und bezeichnet somit die Schaderregerdichte, ab der Bekämpfungsmassnahmen sinnvoll sind. BKS werden häufig in Bandbreiten angegeben.

Informationsquellen, Entscheidungshilfen und Prognosesysteme

Um an wichtige Informationen zu Pflanzenschutzfragen zu gelangen und angepasste Entscheidungen zu treffen, sind gute und verlässliche Informationsquellen wichtig. Entscheidungshilfen sind wertvoll, um die Notwendigkeit einer Behandlung, den Einsatzzeitpunkt und das richtige Produkt festlegen zu können. Im Folgenden werden einige wichtige Informationsquellen, Entscheidungshilfen und Prognosesysteme kurz vorgestellt.

Warndienste

Die kantonalen Beratungsdienste bieten in der Pflanzenschutz-Saison regelmässig in der Fachpresse, per Internet und auch per Messenger Informationen zum aktuellen Gefahrensdruck an. Eine breit angelegte Umfrage hat gezeigt, dass eine hohe Anzahl der Befragten diese Warndienste nutzen. Viele Befragte benützen mehrere Warndienste zu Informationszwecken. In den Kommentaren wurde mehrfach erwähnt, dass die Fachpresse und die kantonalen Beratungsdienste geschätzt werden, weil sie fachlich gut beraten, neutral sind und eine wertvolle Entscheidungshilfe darstellen.

Agrometeo

Agrometeo ist eine Plattform mit Informationen und Entscheidungshilfen für eine optimierte Anwendung von Pflanzenschutzmassnahmen in der Landwirtschaft und im Gartenbau. Sie basiert auf einem Netz von über 180 Wetterstationen, welche mikroklimatische Wetterdaten über verschiedene Modelle zur Vorhersage von Krankheits- und Schädlingsrisiken liefern. Die Plattform ist ein Projekt von Agroscope mit Partnern.

Agrometeo ist ein wichtiges Instrument, um den Pflanzenschutz zu optimieren, so dass der Einsatz sehr gezielt erfolgen kann. Die Plattform ist in Module zu folgenden Themen gegliedert:

- www.agrometeo.ch
- AgroMaps: In diesem Modul können aktuelle Karten zu Meteodataen (Temperatur, Niederschläge, relative Luftfeuchtigkeit und Solarstrahlung) abgerufen werden.
- Meteorologie: In diesem Modul können von über 180 Wetterstationen aktuelle und vergangene Wetterdaten abgerufen werden.
- Weinbau / Obstbau / Ackerbau: In diesen Modulen können Informationen zu PSM und Applikation, Modelle zu Krankheiten und Schädlingen oder ein Insekten-Monitoring abgerufen werden.

Informations- und Prognosesysteme

Internetplattformen zu

«Pflanzenkrankheiten und Schädlinge»

Auf diversen Internetplattformen können mit einer Suchhilfe von einer grossen Anzahl von Schaderregern detaillierte Informationen abgerufen werden. Der Inhalt ist gegliedert nach Schadbild, Beschreibung des Schaderregers (mit Foto und teilweise mikroskopischen Aufnahmen von Pilzsporen), Vorkommen und Bedeutung, Lebenszyklus, Epidemiologie, Wirtsspektrum, vorbeugende Massnahmen und Bekämpfung.

- Pflanzenkrankheiten und Schädlinge: www.pflanzenkrankheiten.ch
- ARBOFUX - Diagnose- und Faktendatenbank für Gehölze: www.arbofux.de/
- RenoWiki - Wissenspool zu den Themenbereichen Pflanzenschutz & Rasenpflege: [renovita.ch > Wiki](http://renovita.ch/Wiki)
- Andermatt Biocontrol Suisse: [www.biocontrol.ch > Schädlinge](http://www.biocontrol.ch)
- Maag Profiratgeber: www.maag-profi.ch/der-ratgeber
- Bundesamt für Landwirtschaft BLW: [www.blw.admin.ch > Themen > Pflanzen > Pflanzengesundheit > Schädlinge und Krankheiten](http://www.blw.admin.ch)

Die Aufzählung ist nicht abschliessend.

Informationsbroschüren

Verschiedene Informationsbroschüren stehen auf dem Internet zur Verfügung und werden nach Bedarf auch laufend erweitert oder aktualisiert. Zum Beispiel bei den folgenden Anbietern: Eidgenössische Forschungsanstalt WSL, FiBL Schweiz, Kantonale Pflanzenschutzdienste, Berufsverbände und viele mehr.

Agripedia

Agripedia ist ein Produkt von Agridea. Nebst einer breiten Palette von verschiedenen Angeboten bietet die Internetseite auch wichtige Themen im Bereich Pflanzenschutz an, wie digitale Technologien, Teilflächenspezifische Bewirtschaftung oder sensorbasierte Hacksysteme.

- Agripedia: [themes.agripedia.ch > Thema > Pflanzenschutz](http://themes.agripedia.ch)

6

Schaderreger und Nützlinge

6. Schaderreger und Nützlinge

In den folgenden Kapiteln werden die drei Gruppen von Schaderregern (Schädlinge, Krankheiten, unerwünschte Beikräuter) genauer erklärt. Im Anhang «Schaderreger und Nützlinge» sind zudem weitere wichtige Schaderreger und Nützlinge aufgelistet. Diese müssen ohne Hilfsmittel auf Grund von Bildern der Schadorganismen oder der Schadbilder erkannt werden. Der Anhang ist prüfungsrelevant.

- ↗ Mehr Informationen zu Bekämpfungsmöglichkeiten der Schaderreger (vorbeugend, biologisch, biotechnisch und chemisch) finden Sie im Kapitel «3. Pflanzenschutzmittel, Öko- und Humantoxikologie» auf der Seite 32.

Einteilung der Schaderreger

Schaderreger beeinflussen das Wachstum von Kulturpflanzen negativ, was zu geringerem Ertrag und schlechterer Qualität führt. Die Schaderreger lassen sich in drei Gruppen einteilen: Tierische Schädlinge, Krankheiten und unerwünschte Beikräuter (Unkräuter). Manchmal sind Schädlinge einer Gruppe auch «Türöffner» für Schädlinge aus einer anderen Gruppe (zum Beispiel übertragen Blattläuse Viren).

- ▶ Tierische Schädlinge (hauptsächlich pflanzenschädigende Insekten, Spinnentiere und Schnecken) verursachen Schäden, indem sie an Früchten, Blättern oder Wurzeln fressen oder saugen. Dies führt zu Frassschäden, Verfärbungen und Wachstumsstörungen.
- ▶ Pilze, Bakterien und Viren verursachen ebenfalls Verfärbungen (Chlorosen), Nekrosen, Wachstumsstörungen oder Fäulnis an Pflanzenteilen.
- ▶ Unerwünschte Beikräuter beeinträchtigen das Pflanzenwachstum, indem sie die Kulturpflanze um Licht, Wasser und Nährstoffe konkurrieren.
- ↗ Mehr Informationen dazu finden Sie im Kapitel «5. Monitoring» auf der Seite 56.

Das Auftreten von Schaderregern wird durch Standortfaktoren, Sorte, Pflege, Kulturführung und Wetter beeinflusst. Eine sorgfältige, regelmässige Beobachtung der Pflanzen und das Erkennen von Schadsymptomen zum richtigen Zeitpunkt sind entscheidend, um rechtzeitig zu reagieren und geeignete Massnahmen zu ergreifen. Ohne geeignete Massnahmen können Schaderreger zu erheblichen Schäden, Ausfällen oder Qualitätseinbussen führen. Zum Beispiel kann der Befall von Pythium bei frisch aufgelaufenen Zierpflanzen erhebliche Ausfälle verursachen.

Die Wahl der Bekämpfungsmassnahmen hängt von der Art des Schaderregers ab. Indirekte Massnahmen wie die geeignete Standort- resp. Sortenwahl und Förderung von Nützlingen können bereits ausreichen. Wenn nicht, müssen direkte Bekämpfungsmassnahmen ergriffen werden. Biologische wie chemisch-synthetische PSM sind immer die letzte Option. Um die Notwendigkeit einer Bekämpfung zu beurteilen, ist es wichtig, den Schaderreger zu erkennen und sein Schadpotenzial für die Pflanzen einzuschätzen. Dabei spielen Faktoren wie der Zeitpunkt im Entwicklungszyklus der Pflanze, der Druck durch den Schadorganismus, die Infektionsbedingungen und das Wetter eine Rolle.

Mehr Informationen zu Schaderregern finden sie in folgenden Quellen:

- ↗ www.pflanzenkrankheiten.ch
- ↗ www.arbofux.de
- ▶ Buch «Pflanzenschutz im Gartenbau», Renovita Wilen GmbH
- ▶ Buch «Bildatlas Pflanzenschutz an Zier- und Nutzpflanzen», Philipp Gut und Moritz Bürki
- ↗ jardinsuisse.ch > Umwelt > Pflanzenschutz
- ↗ Datenblätter von folgenden Stellen: BLV, BLW, WSL
 - ▷ www.wsl.ch
 - ▷ www.blv.admin.ch
 - ▷ www.blw.admin.ch
- ▶ Informationen und Empfehlungen von Lieferanten

Pflanzenschädigende Insekten

Insekten bilden die bei weitem artenreichste Tierklasse. Die Artenzahl wird auf weit über eine Million geschätzt. In der Schweiz leben geschätzt 50 000 Insektenarten. Nur ein Bruchteil dieser Arten gelten als bedeutende Schädlinge.

Insekten können sich schnell vermehren und plötzlich in grossen Massen auftreten. Dies hängt vom Wetter, der Nahrungsverfügbarkeit und natürlichen Feinden ab. Wenn das ökologische Gleichgewicht gestört wird (z.B. Trockenperiode, milder Winter) können unkontrollierbare Masseninvasionen von Schadinsekten auftreten.

Bau der Insekten

Insekten haben ein hartes, wenig dehnbares Aussenskelett aus Sklerotin und Chitin. Um zu wachsen, braucht es deshalb immer eine Häutung. Der Körper der erwachsenen Insekten (Imago, Mehrzahl: Imagines) gliedert sich stets in drei Abschnitte: Kopf (Caput), Brust (Thorax) und Hinterleib (Abdomen).

Der Kopf trägt meist zwei grosse Komplexaugen (Facettenaugen) und oft ausgeprägte, zum Teil hochspezialisierte Mundwerkzeuge, die zur Nahrungsaufnahme dienen. Der Brustteil trägt beim erwachsenen Insekt drei Beinpaare

und meist ein oder zwei Flügelpaare. Der Hinterleib ist meist sichtbar segmentiert und in sich beweglich, da die einzelnen Segmente durch dünne Häutchen verbunden sind. Man unterscheidet drei Hauptgruppen von Mundwerkzeugen. Larven und erwachsene Insekten (Adulte) derselben Art haben häufig verschiedene Mundwerkzeuge (z.B. Raupen beissend, Schmetterlinge leckend-saugend).

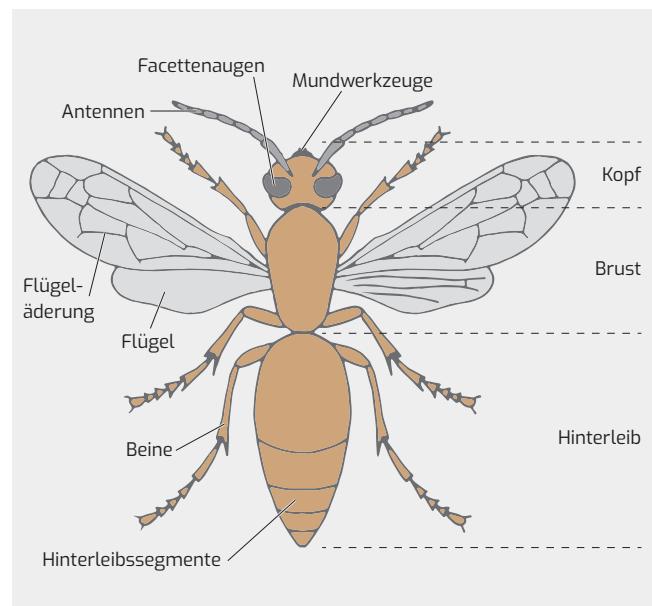


Abb. 43: Typischer Bauplan eines Insekts

Tab. 9: Die drei Hauptgruppen der Mundwerkzeuge der Insekten

Beissende Mundwerkzeuge	Stechend-saugende Mundwerkzeuge		Leckend-saugende Mundwerkzeuge		
Die grossen Kieferzangen bewegen sich seitwärts und zerbeißen pflanzliches Gewebe (Frassschäden).	Mit dem Rüssel stechen die Insekten ins pflanzliche Gewebe und saugen Pflanzensaft. Es entstehen Saugsschäden (z.B. eingerollte Blätter) an Pflanzenteilen. Es können Viren übertragen werden.		Die erwachsenen Insekten nehmen mit dem Rüssel nur flüssige Nahrung (z.B. Nektar) auf. Sie können mit dem Rüssel nicht in das Pflanzengewebe stechen. Es entstehen hauptsächlich Frassschäden durch die Larven.		
Wespe	Wanze	Blattlaus	Schmetterling	Fliege	Biene

Meister des Geruchssinns

Das Männchen des Nagelflecks (Schmetterling) gilt in der Geruchsdisziplin sicher als Meister. Anhand seiner Antennen kann dieser ein Weibchen über einen Kilometer Entfernung riechen. Bei Schmetterlingen, deren Raupen Pflanzen schädigen, setzen Pheromon-Dispenser genau beim Geruchssinn an. Durch die Sättigung der Luft mit artspezifischen Pheromonen (weibliche Sexuallockstoffe), finden die Männchen die Weibchen nicht und es gibt keine Begattung (Verwirrungstechnik).

Entwicklung der Insekten

Die Entwicklung praktisch aller Insekten beginnt mit dem Ei. Aus den sehr unterschiedlich gefärbten und geformten Eiern schlüpfen die Larven bzw. Nymphen. Sie müssen sich im Verlauf ihrer Entwicklung mehrmals häuten, da sie ein festes, nur beschränkt dehnbares Aussenskelett besitzen. Nach der Häutung ist die neue Körperhülle weich und verletzlich. Bis zu ihrer Erhärtung verstecken sich daher viele Arten. Die Zahl dieser Häutungen ist bei den verschiedenen Insektenarten sehr unterschiedlich. Einige Insekten häuten sich bis zu vierzigmal, bis sie ausgewachsen und geschlechtsreif sind, Schmetterlingsraupen hingegen meist nur fünfmal. Die erstaunliche Verwandlung, die ein Insekt in seinem Heranwachsen durchläuft, wird als Metamorphose bezeichnet. Es gibt zwei Möglichkeiten, wie sich Larven zum erwachsenen Insekt entwickeln.

Unvollständige Metamorphose: Die Jungstadien ähneln den erwachsenen Insekten (Imagines), leben oft am gleichen Ort und haben die gleiche Ernährungsweise. Mit jeder Häutung wird die Ähnlichkeit grösser. Eine kontinuierliche Veränderung führt zum ausgewachsenen Insekt. Nur im ausgewachsenen Stadium ist das Insekt geschlechtsreif und die Flügel sind voll ausgebildet.

Die verschiedenen Entwicklungsstadien (L1-L5) werden Nymphen genannt. Je nach Insekt kann die Anzahl Nymphenstadien variieren. Thripse, Blattläuse, Wanzen oder Heuschrecken sind Beispiele für Insekten mit unvollständiger Metamorphose.

Vollständige Metamorphose: Bei Schmetterlingen, Käfern, Fliegen und einigen anderen Insektengruppen ähneln die Larven den erwachsenen Insekten gar nicht. Die unterschiedlichen Larvenstadien besitzen weder Flügelanlagen noch ähnliche Mundwerkzeuge. Oft haben sie eine völlig andere Lebens- und Ernährungsweise. Mit jeder Häutung entstehen lediglich grössere Larven. Ist die volle Grösse erreicht und sind genügend Fettreserven angefressen, geht das Insekt in das Puppenstadium über. Was von aussen wie ein Ruhestadium aussieht, ist tatsächlich eine vollständige Umgestaltung des Larvenkörpers. Organe, die überflüssig geworden sind, werden abgebaut und dienen zusammen mit gespeicherten Substanzen dem Aufbau eines gänzlich anders aussehenden Insekts. Je nach Art, kann das Puppenstadium nur wenige Tage bis mehrere Monate dauern. Aus der Puppe schlüpft schliesslich ein erwachsenes Insekt (Imago). Erst wenn das Insekt erwachsen ist, kann es Flügel besitzen und ist geschlechtsreif. Larven werden bei den Insekten mit einer vollständigen Metamorphose auch Raupen (in der Regel bei Schmetterlingen) oder Maden (z.B. bei Fliegen, Bienen) genannt.

Entwicklungszyklus: Die Dauer eines Entwicklungszyklus (= Generation) vom Ei bis zur Imago ist von Art zu Art verschieden und erstreckt sich über viele Monate, oft über das ganze Jahr. Die meisten Insekten überwintern im Eistadium (z.B. Kleiner Frostspanner), manchmal auch im Larvenstadium (z.B. Apfelwickler und Gespinstmotte, Buchsbaumzünsler, Dickmaulrüssler), im Puppenstadium (z.B. Traubewickler) oder als erwachsenes Tier (z.B. Marienkäfer, Florfliegen, Lilienhähnchen). Manche Insektenarten entwickeln in der warmen Jahreszeit oder im gedeckten Anbau mehrere Generationen, Witterungsverhältnisse und Nahrungsangebot spielen dabei eine wichtige Rolle.

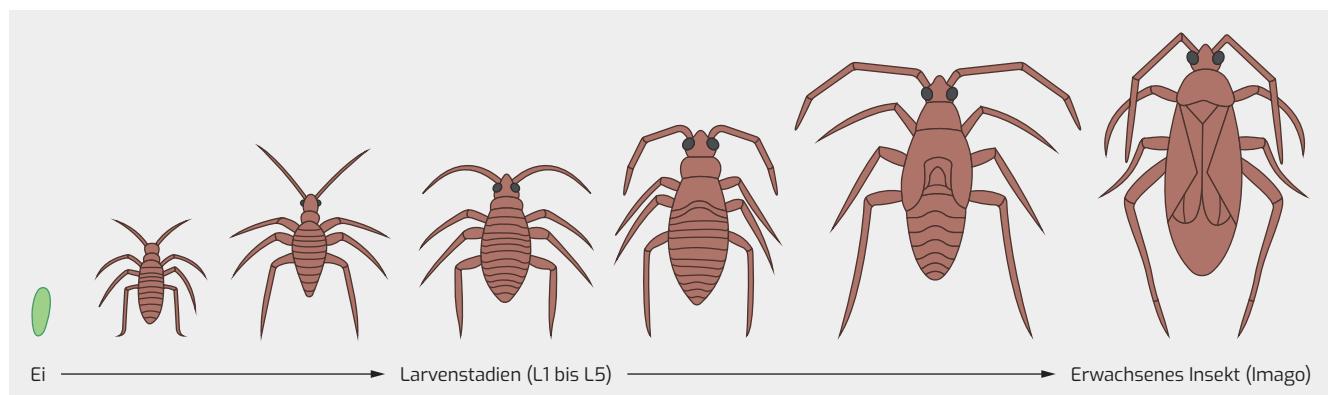


Abb. 44: Unvollständige Verwandlung einer Wanze

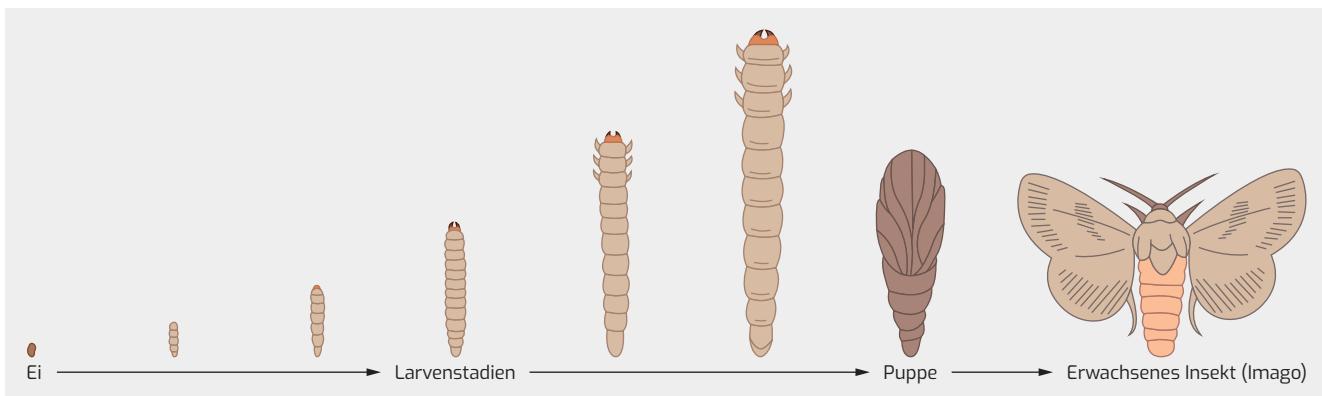


Abb. 45: Vollständige Verwandlung eines Schmetterlings

Einteilung ausgewählter Insekten

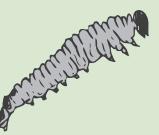
Schadsymptome und Schadinsekt sollten korrekt bestimmt werden, um geeignete Massnahmen zu deren Regulierung abzuleiten und Nützlinge nicht zu beeinträchtigen. Die nachfolgende Tabelle gibt einen Überblick, um

Insekten der richtigen Ordnung zuzuordnen. Als Bestimmungskriterium dienen ihre Flügelanzahl und -ausprägung sowie ihre Ernährungsweise. Ausgewählte Insekten werden im Anschluss im Detail behandelt.

Tab. 10: Einteilung der wichtigsten Insekten (unvollständige Metamorphose)

Ordnung ► Familie* (Beispiel)	Erwachsene	Merkmale	Nymphen	Merkmale	Bemerkungen
Geradflügler ► Heuschrecken ► Maulwurfsgrillen (Werren)		► Grösse: 10–70 mm ► oft kräftige Sprungbeine ► beissende Mundwerkzeuge		ähnlich wie Erwachsene, Flügel nicht sichtbar oder nicht ganz ausgebildet	Frassschäden durch Erwachsene und Nymphen
Halbflügler ► Blattläuse ► Mottenschildläuse (Weiße Fliege) ► Wanzen ► Zikaden		► Grösse: 1–30 mm ► 4 Flügel oder ungeflügelt ► stechend-saugende Mundwerkzeuge		oft ähnlich wie Erwachsene, Flügel nicht sichtbar oder nicht ganz ausgebildet	Saugschäden durch Erwachsene und Nymphen
Thripse		► Grösse: 1–2 mm ► 4 Flügel mit Fransen ► stechen-saugende Mundwerkzeuge		weiss-gelb, ohne Flügel	Saugschäden durch Erwachsene und Nymphen

* Der Einfachheit halber werden die Ebenen Unterordnung bis Familie unter dem Begriff «Familie» abgebildet. Nützlinge sind grün geschrieben.

Tab. 11: Einteilung der wichtigsten Insekten (vollständige Metamorphose)					
Ordnung ► Familie*(Bps.)	Erwachsene Bsp.	Merkmale	Larven Bsp.	Merkmale	Bemerkungen zu Schädlingen
Hautflügler ► Pflanzenwespen ► Gallwespen ► Schlupfwespen ► Bienen ► Ameisen		► - Grösse: 1-40 mm ► 4 durchsichtige Flügel ► beissende Mundwerk- zeuge		Pflanzenwespe: ähnlich wie Raupe, min. 5 Paar Bauchbeine	Frassschäden durch Larven der Pflanzen- und Gallwes- pen
Käfer ► Blattkäfer (Weidenblatt- käfer) ► Rüsselkäfer (Dickmaul- rüssler) ► Laufkäfer ► Marienkäfer ► Kurzflügler		► Grösse: 4-80 mm ► 4 Flügel (harte Deckflügel) ► beissende Mundwerk- zeuge		3 Paar Brust- beine (Engerlinge, Drahtwürmer) keine Beine (Rüsselkäfer, Borkenkäfer)	Frassschäden durch Erwachsene und Larven
				Rüsselkäfer	
Fliegen ► Bohrfliegen (Kirschen- fliegen) ► Blumenfliegen (Kohlfliegen, Rübenfliegen) ► Schnaken (Wie- senschnaken) ► Trauermücken ► Schwebfliegen		► Grösse: 3-40 mm ► 2 Flügel, 2 Schwung- kölbchen ► stechend- saugende oder leckend-sau- gende Mund- werkzeuge		Ohne deut- lichen Kopf und ohne Beine (Maden)	Saugschäden und Frasschä- den nur durch Maden
Schmetterlinge ► Eulenfalter (Eu- lenraupen) ► Spanner (Frost- spanner) ► Wickler (Apfel- wickler) ► Zünsler (Buchs- baumzünsler) ► Miniermotten		► Grösse: 4-80 mm ► 4 Flügel mit Schuppen bedeckt, ► leckend-sau- gende Mund- werkzeuge (Rüssel)	 	3 Paar Brust- beine, max. 4 Paar Bauchbeine (Raupe)	Frassschäden nur durch Raupen

* Der Einfachheit halber werden die Ebenen Unterordnung bis Familie unter dem Begriff «Familie» abgebildet.
Nützlinge sind grün geschrieben.

Vertiefung ausgewählter Schädlinge

Blattläuse

Verschiedene Blattlausarten treten im Jahresverlauf auch auf den Nutzpflanzen auf. Teilweise sind sie Nützlingsfutter oder Wirte für Schlupfwespen und müssen nicht reguliert werden (z.B. Apfelgraslaus). Andere (z.B. Apfelfaltenlaus oder schwarze Holunderblattlaus) können nur bei starkem Befall Schaden verursachen. Bei einigen ist die Bekämpfungsschwelle hingegen sehr niedrig (z.B. Mehlige Apfelblattlaus, grüne Pfirsichblattlaus, gefleckte Kartoffelblattlaus). Bereits einige Individuen können grossen Schaden anrichten oder optisch die Qualität beeinträchtigen. In der Regel treten Blattläuse vor allem im Frühjahr und in einer zweiten Vermehrungswelle im August/September auf (warmes, trockenes Wetter kann den normalen Zyklus überlagern). In dieser Phase können sie sich explosionsartig entwickeln. Blattläuse gehören als Vektoren zu den wichtigsten Überträgern von Viruserkrankungen bei Pflanzen. Wie zum Beispiel die Übertragung des Mosaikvirus im Zierpflanzenbau.

Die Unterscheidungsmerkmale zwischen den häufigsten Blattlausarten sind meistens sehr klein und nur mit einer guten Lupe erkennbar. Sie beziehen sich insbesondere auf die Fühler und die sogenannten Siphons (Hinterteile) der Läuse.



Abb. 46: Befall und Russtaubildung auf Triebspitze von Aubergine durch Grüne Pfirsichblattlaus

Beschreibung

- ▶ 1–4 mm gross
- ▶ je nach Art grün, rotbraun oder schwarzbraun
- ▶ bis zu 12 Generationen im Jahr (im gedeckten Anbau mehr möglich)
- ▶ Die überwiegende Zahl der Arten sind auf nur eine Pflanzenart spezialisiert, auf denen sie leben, überwintern und sich fortpflanzen. Etwa 10 % der Blattläuse vollziehen im Winter einen Wirtswechsel (z.B. Grüne Pfirsichblattlaus).

Lebenszyklus

- ▶ Frühjahr: Blattläuse schlüpfen aus Eiern (ovipaar), suchen Wirtspflanzen auf und gebären ohne Paarung (ungeschlechtliche Vermehrung) lebende Nachkommen (vivipaar).
- ▶ Sommer (je nach Art auch bereits im Frühling): Ansteigende Populationsdichte auf Pflanzen bewirkt Geburt von geflügelten Blattläusen. Diese fliegen auf andere Pflanzen und Felder.
- ▶ Herbst: Es werden auch männliche Blattläuse und eierlegende Weibchen geboren. Es kommt zur Paarung. Weibchen legen die befruchteten Eier auf Sommer- bzw. Winterwirt (ovipaar).
- ▶ Winter: Blattläuse überwintern oft im Eistadium an Sommer- oder Winterwirten. Im Gewächshaus erfolgt eine ununterbrochene Fortpflanzung ohne Wintereier.



Abb. 47: Lebendgeburt der Grünen Pfirsichblattlaus

© Shipher

Ökologie

- ▶ Trocken-warme Bedingungen fördern das Auftreten (Massenvermehrung im Sommer möglich).
- ▶ Stickstoffdüngung fördert die Vermehrung, da der Pflanzensaft besonders viele Aminosäuren enthält.

Schadsymptome

- ▶ Blattlausbefall
- ▶ Schäden durch Saftentzug an Blättern, Blüten und Fruchtständen
- ▶ verkümmerte, eingerollte oder gekräuselte Blätter
- ▶ verschmutzte Blätter und Früchte (Ausscheidungen von Honigtau, auf dem sich schwarzgraue Russtaupilze bilden)



Abb. 48: Schadbild der Blattlaus

Bekämpfung

- ▶ Vorbeugend:
 - ▷ frühe, schnelle Entwicklung der Pflanzen fördern
 - ▷ Decken der Frühkulturen mit Vlies oder Insekten-schutznetz
 - ▷ Nützlinge schonen und fördern
 - ▷ Biodiversitätsförderflächen anlegen und pflegen
 - ▷ angepasste Stickstoffdüngung
 - ▷ gegenüber Viruserkrankungen resistente Sorten wählen
- ▶ Biologisch:
 - ▷ Gewächshaus-Zierpflanzen:
 - ▶ Nützlinge wie Adalia-Marienkäferlarven, Schlupfwespen, Raubgallmückenlarven, Schwebfliegenlarven, insektenparasitierende Pilze
 - ▶ teils in Kombination mit nützungsschonenden Insektiziden
 - ▶ offene Zucht/Anzucht von Nützlingen
- ▶ Biotechnisch: keine
- ▶ Chemisch:
 - ▷ Bei zahlreichen Wirtspflanzen (z. B. Prunus Arten) kommt es nach einem kurzen, heftigen Frühjahrsbefall zur natürlichen Abwanderung an die Sommerwirtspflanzen und das Problem behebt sich somit von alleine
 - ▷ es stehen chemisch-biologische und chemisch-synthetische Pflanzenschutzmittel zur Verfügung.
 - ▷ Gartenbau: Meist nur bei starkem Befall notwendig, Bekämpfungsschwelle beachten
 - ▷ Obst- und Beeren im Garten: Winter- und Ausriebsspritzmittel zur Vernichtung der Wintereier

Biodiversitätsförderflächen (BFF) fördern frühen Nützlingsaufbau

Neben schädlichen Blattlausarten gibt es auch viele Arten, die keine wirtschaftliche Bedeutung haben und vor allem auf Wildpflanzen (Saum, Brachen etc.) leben. Diese fördern den Aufbau einer frühen Nützlingspopulation von Marienkäfern, Florfliegen und Schlupfwespen. Das ist besonders wichtig, da Nützlinge der Schädlingsentwicklung hinterherhinken.

Weisse Fliege (Mottenschildlaus)

Die Weisse Fliege (Mottenschildlaus) gehört in Gewächshäusern (Poinsettien, Lantanen, Fuchsien, Tomaten) zu den wichtigsten Schädlingen. Im Freiland kann sie an Kohlarten erhebliche Schäden verursachen. Sie zählt zu den Überträgern von Viruserkrankungen (z.B. viröse Gurkenvergilbung). In warmen Sommermonaten ist eine Massenvermehrung möglich. Bei milden Temperaturen im Winter bleibt der Schädling an Ernterückständen und Kulturen aktiv.

Beschreibung

- ▶ etwa 2 mm gross, dachförmig stehende weisse Flügelchen
- ▶ Adulte Tiere sitzen auf der Blattunterseite, wo sie auch die Eier ablegen
- ▶ Nur im Larvenstadium L1 und im adulten Stadium beweglich, ansonsten sitzen linsenförmige Insekten starr unter flachem oder höckerartigem Schild
- ▶ Eier werden typisch kreisförmig in einer puderigen Schicht abgelegt.
- ▶ Oft treten verschiedenste Stadien gleichzeitig auf



Abb. 49: Weisse Fliegen bei der Eiablage auf der Unterseite eines Rosenkohl-Blattes



Abb. 50: Kreisförmig abgelegte Eier

Schadsymptome

- ▶ Larven und adulte Tiere saugen an Blattunterseite Pflanzensaft
- ▶ Ausscheidungen von Honigtau: Blätter und Früchte verschmutzen, Ansiedlung von schwarzgrauen Russstaupilzen wird begünstigt
- ▶ Bei starkem Befall vergilben die Blätter und welken die Pflanzen



Abb. 51: Verschiedene Larvenstadien der Weissen Fliege

Bekämpfung

- ▶ Vorbeugend:
 - ▷ Gewächshaus-Zierpflanzenbau:
 - ▶ Optimierung des Gewächshausklimas
 - ▶ Vermeidung der Verschleppung zwischen einem befallenen und einem nicht befallenen Gewächshaus
 - ▶ Beikrautkontrolle
 - ▷ Garten und Hochbeete:
 - ▶ Rüstabfälle in den Boden oder den Kompost einarbeiten
 - ▶ Keine Neupflanzung von Wirtspflanzen neben bereits befallenen Flächen!
- ▶ Biologisch
 - ▷ Gewächshaus-Zierpflanzenbau:
 - ▶ Freilassung von Nützlingen: Encarsia-Schlupfwespen, Eretmocerus-Schlupfwespen
 - ▶ Insektenparasitierende Pilze
- ▶ Biotechnisch:
 - ▷ Gewächshaus-Zierpflanzenbau:
 - ▶ Gelbe Klebfallen
 - ▷ Garten und Hochbeete:
 - ▶ kleinere Flächen vor einem Befall mit Schutznetz decken. Nur wirksam, wenn keine anderen Kohlkulturen in unmittelbarer Nähe stehen (da sonst Neuzuflug bei offenem Netz)

▶ Chemisch:

- ▷ Es stehen chemisch-biologische und chemisch-synthetische Pflanzenschutzmittel zur Verfügung
- ▷ Insektizide gegen Weisse Fliege auf Blattunterseiten in kurzen Intervallen von 8 bis 10 Tagen spritzen
- ▷ Bei chemisch-synthetischen Pflanzenschutzmitteln treten teilweise Minderwirkungen auf

✿ Encarsia formosa gegen die Weisse Fliege

Die Schlupfwespe Encarsia formosa (0,5mm gross) wird seit Jahren erfolgreich zur Bekämpfung der Weissen Fliege im Gewächshaus eingesetzt. Sie legt ihre Eier in die Nymphen der Weissen Fliege, wodurch die Nymphen absterben. Nach einigen Wochen schlüpfen die erwachsenen Schlupfwespen, paaren sich und parasitieren neue Nymphen. Bei korrekter Anwendung ist der Nützlingseinsatz gleichzusetzen mit der Wirkung einer chemischen Bekämpfung.

Schildläuse (allgemein)

Die meisten Schildläuse legen je nach Art zwischen 300 und 2000 Eier ab. Bei einigen Arten ist das Männchen beflügelt. Unterschieden werden diese Schädlinge nach der Art ihres Schildes. Es gibt zwei hauptsächliche Schildlaus-Familien, die Deckelschildläuse (Diaspididae) mit fünf wichtigen Arten und die Napfschildläuse (Coccidae) mit weiteren drei Arten. Bei den Deckelschildlaus-Arten sind die Körper nicht mit dem Schild verbunden. Alle fünf Arten sind vor allem an Zierpflanzen im Innenbereich oder an Überwinterungspflanzen zu finden. Sie werden oft direkt mit Pflanzenimporten eingeschleppt (Citrus, Oleander, Farne, Palmen, Dracaenen usw.) Sie alle scheiden in der Regel keinen Honigtau aus. Eine gefürchtete Deckelschildlaus ist die Kommaschildlaus (*Lepidosaphes ulmi*), die sich im Freiland und in Gartenanlagen etabliert hat. Sie überwintert in unseren Breitengraden problemlos und tritt massenhaft an verschiedenen Gehölzen, aber auch auf Obstarten auf. Bei den drei Napfschildlaus-Arten ist der Schild mit dem Körper verbunden. Es handelt sich in der Regel um starke Honigtauaußscheider (Russtaupilz).

Beschreibung

- ▶ 0.8–6 mm Körperlänge
- ▶ Saugende- stechende Mundwerkzeuge
- ▶ Adulte sind je nach Art braun bis weiss und Weibchen haben oft Wachssekret
- ▶ Alle Stadien halten sich auf der Pflanze auf. Nur Jungtiere und Männchen sind beweglich. Adulte passen sich mit Farbe an Umgebung an, um sich zu tarnen.

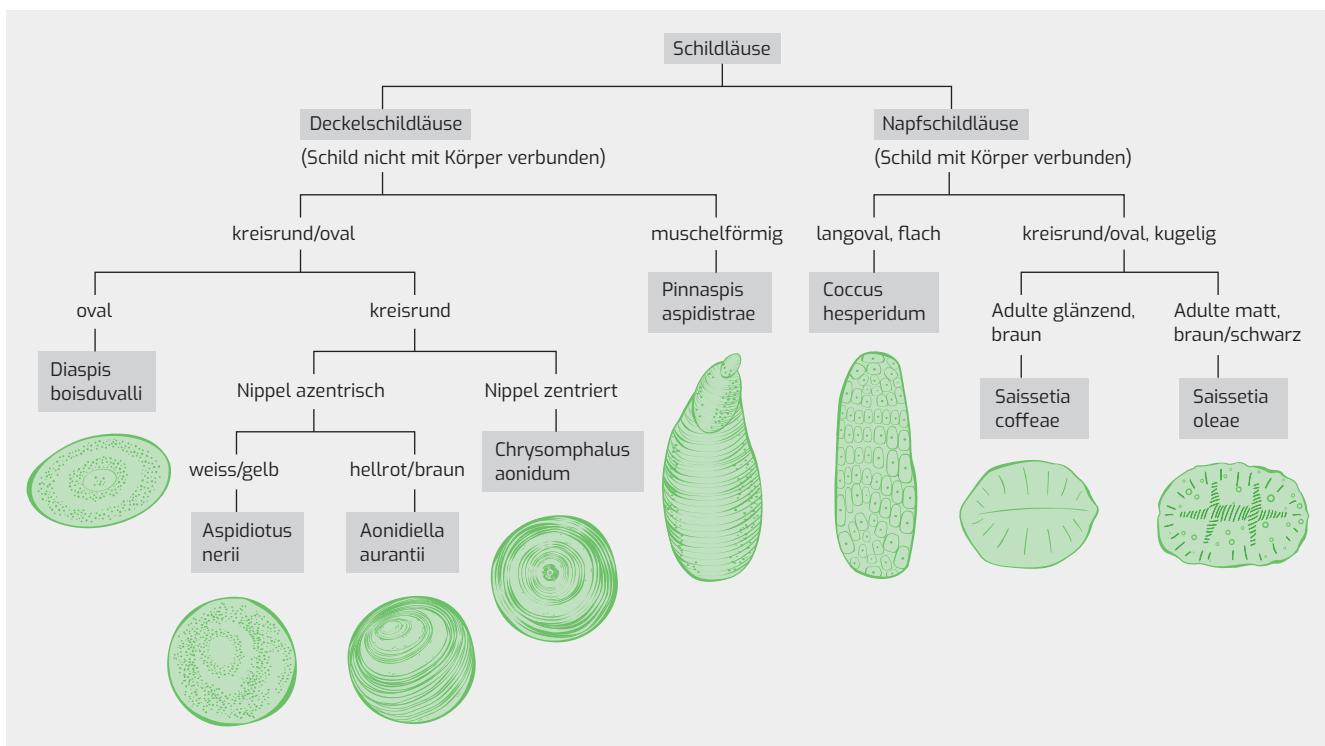


Abb. 52: Bestimmungstabelle der verschiedenen Schildläuse

Lebenszyklus

- Frühling: Adulte Schildläuse saugen an Pflanzenteilen und legen Eier unter Ihrem Schild ab. Adulte Weibchen sind selbst bewegungsunfähig ab dem 2. Larvenstadium
- Männchen sind immer beweglich, leben aber nur wenige Tage
- Juli: Jungtiere schlüpfen unter dem Schild und wandern dann auf die Blätter und Jungtriebe. Während dem Sommer kommt es durch Saugtätigkeit zu Honigtaubildung
- Mehrere Generationen pro Jahr möglich. Art- und Witterungsabhängig

Ökologie

- Entwicklungsdauer von Temperatur und Luftfeuchtigkeit beeinflusst
- Hitze und Trockenheit fördern den Schaddruck und führen zu Massenbefall

Schadsymptome

- Auf den Blättern finden sich kleine braune oder weiße Schildläuse
- Saugschäden an Blättern
- Honigtau und Russstaubbildung



Abb. 53: Schildlaus an Eibe



Abb. 54: Wolllaus an Kirsche

Bekämpfung

- ▶ Vorbeugend:
 - ▷ Kontrolle von Pflanzenmaterial
 - ▷ Lichtmangel von Pflanzen im Winter vermeiden
 - ▷ Trockene warme Luft vermeiden
- ▶ Biologisch (Gewächshaus-Zierpflanzenbau):
 - ▷ frühzeitiger Einsatz von Nützlingen wie Schlupfwespen (*Metaphycus helvolus*)
- ▶ Biotechnisch:
 - ▷ Ablesen der Schildläuse bei Anfangsbefall
 - ▷ Mechanisches entfernen und/oder grosszügiger Rückschnitt. Dies ist auch wichtig für den Erfolg der chemischen Behandlungen
- ▶ Chemisch:
 - ▷ Bester Behandlungszeitpunkt ist an warmen Tagen am Morgen
 - ▷ Einsatz von bewilligten PSM möglich, auf nützlings-schonende Eigenschaften achten
 - ▷ Da die meisten Mittel Kontaktmittel sind ist eine mehrmalige Anwendung erforderlich

Schmier- und Wolläuse (allgemein)

Die Schmierläuse sind im Jugendstadium sehr beweglich. Ihre Beweglichkeit verlieren sie erst, wenn sie einen festen Standort gefunden haben (ab dem zweiten Larvenstadium). Die Bezeichnung Wolllaus haben die Schmierläuse erhalten, weil sie, wenn sie stationär sind, zum Schutz weisse Woll- oder Wachsfäden produzieren. Nördlich der Alpen finden sich im Aussenbereich nur selten Schmierläuse, die Wachsfäden entwickeln. Alle Schmierläuse sind starke Honigtauproduzenten (Russtaupilz). Sie können bei guten Temperaturbedingungen (ca. 20 bis 25 °C) in den wenigen Wochen ihres Lebens 300 bis 400 Junge erzeugen.

Beschreibung

- ▶ 1-12 mm Körperlänge
- ▶ Saugende Mundwerkzeuge
- ▶ Adulte sind je nach Art braunweiss bis weiss und Weibchen sind in Wachsfäden gehüllt
- ▶ Alle Stadien halten sich auf der Pflanze auf, nur Jungtiere und Männchen sind beweglich

Lebenszyklus

- ▶ Frühling: Adulte Schmierläuse saugen an Pflanzenteilen und legen Eier ab. Adulte Weibchen sind selbst bewegungsunfähig
- ▶ Männchen sind immer beweglich, aber selten zu beobachten. Schlüpfen als Geflügelte adulte Tiere
- ▶ Weibchen leben 5 bis 10 Tage und legen in dieser Zeit bis 500 Eier
- ▶ Lebenszyklus vom Eistadium bis zum adulten Tier ist temperaturabhängig. 90 Tage bei 18 °C, 30 Tage bei 30 °C

Ökologie

- ▶ Entwicklungsdauer von Temperatur und Luftfeuchtigkeit beeinflusst
- ▶ Hitze und Trockenheit fördern den Schaddruck und führen zu Massenbefall



© Renovita Wien GmbH, Patrice Arnet

Abb. 55: Schmierlaus an Bougainvillea

Schadsymptome

- ▶ Auf den Blättern finden sich kleine weisse Schmierläuse
- ▶ Weisser flaumiger Belag
- ▶ Honigtau und Russtaubbildung

Bekämpfung

- ▶ Vorbeugend:
 - ▷ Kontrolle von Pflanzenmaterial
 - ▷ Lichtmangel von Pflanzen im Winter vermeiden
 - ▷ Trockene warme Luft vermeiden
- ▶ Biologisch (Gewächshaus-Zierpflanzenbau):
 - ▷ frühzeitiger Einsatz von Nützlingen wie Schlupfwespen, Florfliegenlarven und Marienkäfer
- ▶ Biotechnisch:
 - ▷ Ablesen der Schmierläuse bei Anfangsbefall
- ▶ Chemisch:
 - ▷ Bester Behandlungszeitpunkt ist an warmen Tagen am Morgen
 - ▷ Einsatz von bewilligten PSM möglich, auf nützlings-schonende Eigenschaften achten
 - ▷ Da die meisten Mittel Kontaktmittel sind ist eine mehrmalige Anwendung erforderlich

Thripse (allgemein)

Thripse (Fransenflügler, Blasenfüsse) gehören mit 1-2 mm Körperlänge neben den Milben zu den kleinsten pflanzenschädigenden Insekten. Mit blossem Auge sind sie kaum erkennbar. Vor allem das Schadbild verrät ihre Anwesenheit. Es gibt Arten, die sich von anderen Thripsen ernähren (Raubthripse), Arten, die sich von Pilzen ernähren und

Arten, die sich von Pflanzensaften ernähren. Thripse treten insbesondere im Zierpflanzenbau als Schädlinge auf. Im Gartenbau spielen sie eine untergeordnete Rolle und dienen als Nützlingsfutter. Thripsarten zu unterscheiden ist äußerst schwierig und meist nur unter einer 50- bis 100-fachen Vergrößerung möglich. Je nach Art können sie Viren übertragen

Beschreibung

- ▶ 1-2 mm Körperlänge
- ▶ Stechend-saugende Mundwerkzeuge
- ▶ Adulte sind bräunlich bis schwarz, Nymphen weisslich bis gelblich
- ▶ Alle Stadien halten sich vorwiegend auf Blattunterseite oder in Spalträumen auf (Blüten, Blattachseln, teils auch im oder auf dem Boden)



Abb. 56: Thrips: Adulttier



Abb. 57: Thrips: Larve

Lebenszyklus

- ▶ Frühling: sobald trockenes, warmes Wetter herrscht erscheinen erwachsene Thripse und verursachen erste Saugschäden an Triebspitzen von Jungpflanzen.
- ▶ Juni: Je nach Art werden Eier auf oder in das Pflanzen-gewebe abgelegt. Nach 8 Tagen schlüpfen die Larven. Pro Saison 1-4 Generationen im Freiland möglich. Im Gewächshaus bis zu 12 Generationen möglich.

- ▶ August: Aufsuchen vom Überwinterungsquartier. Je nach Art Überwinterung im Boden oder auf der Wirts-pflanze.

Ökologie

- ▶ Entwicklungsdauer von Temperatur und Luftfeuchtigkeit beeinflusst
- ▶ Hitze und Trockenheit fördern den Schaddruck und führen zu Massenbefall
- ▶ Kritisch im Sommer, wenn grosse Mengen an Thriksen aus Nachbarkulturen (Rosen) zufliegen

Schadsymptome

- ▶ Auf den Blättern finden sich kleine silbrigweisse Punkte, Flecken und Striche
- ▶ Saugschäden auf Blattunter- und Oberseite, sowie auf Blüten
- ▶ Wachstumsstörungen, Wuchsdeformation und Gal- len möglich



Abb. 58: Thripsschaden an Rosen

Bekämpfung

- ▶ Vorbeugend:
 - ▷ Resistente oder weniger anfällige Sorten wählen
- ▶ Biologisch:
 - ▷ Gewächshaus-Zierpflanzenbau:
 - ▶ frühzeitiger Einsatz von Nützlingen wie Raubmilben (*Amblyseius cucumeris*, *Hypoaspis miles*), Raubwanzen (*Orius*)
 - ▶ Täglich 1-5 mal kurzes Überbrausen der Kultur je nach Tageslänge und Temperatur. Zwischen jedem Brausen muss die Kultur vollständig abtrocknen um Pilzbefall vorzubeugen
 - ▷ Gewächshaus-Zierpflanzenbau und Freiland:
 - ▶ Bewässern der Kulturen (ca. 15 min Bewässerung über Mittag), jedoch nicht früh morgens oder am Abend, da Gefahr von falschem Mehltau

- ▶ Biotechnisch:
 - ▷ Boden und Kultur bei Befallsbeginn feucht halten (z.B. mit Untersaaten mit Bockshornklee oder Ray-gras). Thripse mögen keine Feuchtigkeit
 - ▷ Einsatz von Schutznetzen mit glänzender Oberfläche verhindert Eiablage
 - ▷ Klebfallen
- ▶ Chemisch:
 - ▷ Bester Behandlungszeitpunkt ist bei warmen und hellen Bedingungen, weil dann die Thripse am aktivsten sind
 - ▷ Einsatz von bewilligten PSM möglich, auf nützlings-schonende Eigenschaften achten

Käfer (allgemein)

Käfer sind die grösste Insektenordnung im gesamten Tierreich. Ein gutes Drittel der etwa 360 000 weltweit bekannten Arten ist sowohl im Adulten als auch im Larvenstadium auf pflanzliche Nahrung angewiesen. Adulte wie Larven schädigen Pflanzen durch ihre beissenden Mundwerkzeuge. Zusätzlich verursachen sie durch die Verletzung von pflanzlichem Gewebe Eintrittsstellen für weitere Krankheiten.

Tab. 12: Unterscheidungsmerkmale der gartenbaulich wichtigen Käfer und Larven

Art	Ausgewachsener Käfer	Larve/Engerling
Maikäfer (<i>Melolontha melolontha</i>)	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Grösse: 20–30 mm ▶ Kennzeichen: weisse, dreieckige Flecken an den Seiten, braune Flügeldecken ▶ Flugzeit: Abenddämmerung, im April, Mai, Juni ▶ Schaden: frisst Blätter von Laubbäumen, selten Apfel ▶ Gegenmassnahmen: Früher wurden die Käfer bei Massenaufreten eingesammelt (Berner, Bündner, Urner Flugjahr) 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Grösse: 25–35 mm ▶ Kennzeichen: Fortbewegung seitlich gekrümmt ▶ Zyklus: 3–4 Jahre ▶ Schaden: Starker Frass an Wurzeln, Knollen und Rhizomen (Kulturpflanzen und Wiese); lebt noch in Gebirgstälern, im Mittelland selten geworden ▶ Gegenmassnahmen: Starke Bodenbearbeitung verhindert ein Massenaufreten. Bewährt hat sich die Einarbeitung von Beauveria-Pilztragenden Gerstenkörnern in mit Engerlingen verseuchte Wiesen.
Junikäfer (<i>Amphimallon solstitiale</i>)	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Grösse: 14–18 mm ▶ Kennzeichen: ähnlich wie Maikäfer, Hals-schild hellbraun mit dichter Behaarung, ebenso die Flügeldecken ▶ Flugzeit: an warmen Abenden im Juni und Juli ▶ Schaden: frisst Blätter von Laubbäumen ▶ Gegenmassnahmen: Ab Juni Rasenflächen nicht zu kurz schneiden. Bei hohem Aufkommen abends feinmaschige Netze auf gefährdete Flächen legen (Eiablage verhindern). 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Grösse: 20–30 mm ▶ Kennzeichen: Fortbewegung auf den sechs Beinen ▶ Zyklus: 2–3 Jahre ▶ Schaden: frisst Wurzeln von Rasen und Wiesenspflanzen, liebt kurz geschnittene Rasenflächen; im Mittelland ▶ Gegenmassnahmen: Rasenflächen im Frühjahr verticulieren. Im Hausgarten Igel fördern (fressen in der Vegetationsperiode eine grosse Zahl Engerlinge). Rasen lässt sich gut mit Metarhizium-Pilzen schützen, die die Engerlinge abtöten.
Rosenkäfer (<i>Cetonia aurata</i>)	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Grösse: 15–20 mm ▶ Kennzeichen: glänzt intensiv metallisch-grün bis goldgrün ▶ Flugzeit: Abenddämmerung, Anfang Mai bis August ▶ Schaden: Blütenfrass, meist unbedeutend, an weissen Blüten wie Holunder, Rosen, Flieder ▶ Gegenmassnahmen: siehe Engerling 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Grösse: 25–35 mm ▶ Kennzeichen: Fortbewegung auf dem Rücken ▶ Zyklus: 2–3 Jahre ▶ Schaden: richtet keine grösseren Schäden an – meist im Kompost oder in Erden mit unverrotteten Anteilen (nützlich) ▶ Gegenmassnahmen: sollte eher geschützt werden, da er im Boden und im Kompost verrottbare Rückstände zu guter Erde verarbeitet

Tab. 12: Unterscheidungsmerkmale der gartenbaulich wichtigen Käfer und Larven (Fortsetzung)

Art	Ausgewachsener Käfer	Larve/Engerling
Gartenlaubkäfer (<i>Phyllopertha horticola</i>)	<ul style="list-style-type: none"> ► Grösse: 8–11 mm ► Kennzeichen: Flügeldecken braun, Halsschild metallisch-grün ► Flugzeit: Massenflug an sonnigen Vormittagen ► Schaden: Blattfrass an Stauden und niederen Sträuchern, in Alpwiesen an einheimischen Kräutern 	<ul style="list-style-type: none"> ► Grösse: 15 mm ► Kennzeichen: Fortbewegung auf den sechs Beinen; hat einen «Smiley» auf dem Hinterteil ► Zyklus: 1 Jahr ► Schaden: frisst Wurzeln von Rasen und Wiesenspflanzen in Voralpen um 1000 bis 1500 m (Golfanlagen) ► Gegenmassnahmen: Nematoden, <i>Bauveria</i>-Pilze, <i>Metarhizium</i>-Pilze
Dickmaulrüssler (<i>Otiorhynchus sulcatus</i> und weitere Arten)	<ul style="list-style-type: none"> ► Grösse: ca. 10 mm ► Kennzeichen: dunkel gefärbt, eher nachtaktiv ► Flugzeit: flugunfähig ► Schaden: typischer buchtenartiger Frass an eher hartlaubigen Blättern 	<ul style="list-style-type: none"> ► Grösse: 12 mm ► Kennzeichen: Fortbewegungsart nicht von Bedeutung, haben keine Beine ► Zyklus: 1 Jahr ► Schaden: frisst an Wurzeln von Zierpflanzen, ist nicht im Rasen ► Gegenmassnahmen: Nematoden, <i>Bauveria</i>-Pilze, <i>Metarhizium</i>-Pilze
Schnellkäfer (Drahtwurm) (<i>Agriotes lineatus/obscurus</i>)	<ul style="list-style-type: none"> ► Grösse: 7–10 mm ► Kennzeichen: katapultiert sich durch Zurückschnellen des Kopfes in die Luft, dabei entsteht ein klickendes Geräusch ► Flugzeit: flugunfähig ► Schaden: frisst Blüten und Blätter – Schaden nicht von Bedeutung ► Gegenmassnahmen: wird nicht empfohlen, da er auch räuberisch von Schnecken, Kleininsekten und Larven lebt. 	<ul style="list-style-type: none"> ► Grösse: 25 mm ► Kennzeichen: gelblich, rund, mit dunklem Kopf, kleine Beine ► Zyklus: 4–5 Jahre ► Schaden: nagt an Wurzeln, kann zum Absterben der Pflanze führen; besonders gefährdet sind Erdbeeren und Hopfenpflanzen, die in umgebrochene Wiesen gepflanzt werden. ► Gegenmassnahmen: kalkreiche Böden beugen den Drahtwürmern vor.

Schnellkäfer (Drahtwurm)

In Mitteleuropa sind 150 Schnellkäferarten bekannt. Für Schäden an landwirtschaftlichen Kulturpflanzen in der Schweiz sind nur wenige Arten verantwortlich, so z.B. der Saatschnellkäfer, Humusschnellkäfer und Salatschnellkäfer. An einem Standort können mehrere Arten vorkommen, die zwar alle ähnliche Schäden an den Kulturpflanzen verursachen, sich in ihrer Biologie jedoch wesentlich unterscheiden können.

Schäden werden in erster Linie durch die Larven des Schnellkäfers (Drahtwurm) verursacht. Betroffene Kulturen im Garten sind vor allem Mais, Salat oder Kartoffeln.



© Hans Ramsler, HAF

Abb. 59: Saatschnellkäfer (Drahtwurm): Adulttier



Abb. 60: Saatschnellkäfer (Drahtwurm): Larve

Beschreibung

- ▶ Erwachsenes Insekt: 0,7 bis 1,0 cm lang, langgestreckt mit abgeflachtem Panzer und gestreiften braunen oder schwarzen Flügeldecken
- ▶ Larve: gelblich-orange bis zu 3 cm lang

Lebenszyklus:

- ▶ Käfer legt im Mai/Juni bis zu 200 Eier etwa 6 cm tief in den Boden (bevorzugt in Grünbestand und Getreide)
- ▶ Larven schlüpfen nach wenigen Wochen. Die auschlüpfenden, kleinen Larven ernähren sich zunächst von Humusstoffen, später auch von unterirdischen Pflanzenresten und Pflanzenwurzeln

- ▶ Bis zur Verpuppung durchlaufen sie 9 bis 15 Larvenstadien. Je älter, umso schädlicher sind sie für die Kulturpflanzen. Es dauert drei bis fünf Jahre vom Ei bis zum ausgewachsenen Käfer
- ▶ Larven bzw. Käfer überwintern 25 bis 50 cm tief im Boden

Ökologie

- ▶ bevorzugt feuchte, humose (über 5 %) und tendenziell saure Böden mit hohem Pflanzenbestand (Blumenwiesen)
- ▶ Hauptaktivitätsphasen im Frühjahr und Spätsommer bei feuchtwarmen Bedingungen
- ▶ bei ungünstigen Bedingungen Rückzug in tiefere Bodenschichten (können bis zu einem Jahr ohne Nahrung auskommen)

Schadsymptome

- ▶ je nach Kultur Frassgänge (2–3 mm Durchmesser) in Wurzeln oder Wurzelhals, verursachen Welken und Absterben der Pflanzen
- ▶ Frassgänge in Kartoffelknollen, welche die Knollen unverkäuflich machen
- ▶ Verwechslungsgefahr mit Drycore und Schnecken (siehe Tab. 13)

Tab. 13: Verwechslungsgefahr der Schadsymptome des Saatschnellkäfers in Kartoffeln

Drahtwurm	Drycore	Schnecken
<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg); position: absolute; right: 0; top: 0;">© Regina Biedermann, HAFU</p> <p>Runde, meist scharfe abgegrenzte Löcher mit einem Durchmesser von 2 bis 3 mm, die tief in die Knolle hineinragen können.</p>	<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg); position: absolute; right: 0; top: 0;">© pflanzenkrankheiten.ch</p> <p>1 bis 4 mm grosse Löcher mit ausgefranstem Rand. Der mit trockenem Gewebe gefüllte Hohlraum ist von der Schale überdeckt. Meist treten auf der gleichen Knolle schwarze Rhizoctonia-Pocken auf. Tiefe ca. 4 bis 6 mm.</p>	<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg); position: absolute; right: 0; top: 0;">© Regina Biedermann, HAFU</p> <p>Löcher von 2 bis 8 mm Durchmesser, im Knolleninneren oft deutlich breiter. Die Schäden können bereits im Juni auftreten.</p>

Bekämpfung

- ▶ Vorbeugend:
 - ▷ Setzlinge auf Befall kontrollieren
 - ▷ Förderung Jugendwachstum (optimales Saatbeet und Düngung) oder wenn möglich pflanzen statt säen
 - ▷ Anbau früher Sorten und rechtzeitige Ernte (bevor Drahtwürmer nach Sommerpause wieder aktiv werden); schalenfeste Kartoffeln sofort ernten
 - ▷ Restverunkrautung tolerieren, wirkt ablenkend
- ▶ Biologisch:
 - ▷ *Metarhizium brunneum* (Pathogener Bodenpilz)
- ▶ Biotechnisch:
 - ▷ Bodenbearbeitung, wenn Drahtwürmer an Oberfläche sind (März/April und Juli/August)
 - ▷ flache Oberflächenbearbeitung (5-10 cm) bei heißer Witterung im Juli/ August tötet frische Eigelege und junge Larven
- ▶ Chemisch: keine

Dickmaulrüssler

Der Dickmaulrüssler gehört zu der Gattung Rüsselkäfer. Er ist wahrscheinlich einer der am häufigsten anzutreffenden Käfer im Gartenbau und der Zierpflanzenproduktion. Seine Wirtspflanzenliste ist sehr lang. Er bevorzugt als Adult aber Eiben, Rhododendren oder Kirschlorbeer. Larven bevorzugen eher Stauden und sind häufig in Heuchera anzutreffen.

Beschreibung

- ▶ 3-12 mm Körperlänge
- ▶ Beissende Mundwerkzeuge
- ▶ Adulте sind je nach Art braun bis grau
- ▶ Adulте Tiere halten sich am Tag unter Laub oder Brettern am Boden auf und sind grösstenteils nachaktiv. Typischer Blattrandfrass
- ▶ Jungtiere fressen als Larven an den Wurzeln



Abb. 61: Dickmaulrüssler, Schadbild

Lebenszyklus

- ▶ Adulте Dickmaulrüssler fressen zwischen April und Oktober an oberirdischen Pflanzenteilen
- ▶ Meist im August werden die Eier abgelegt, wo die Larven schlüpfen und so überwintern. Wurzelfrass durch Larven
- ▶ Weibchen legt bis 1000 Eier

Ökologie

- ▶ Entwicklungsdauer von Temperatur beeinflusst.

Schadsymptome

- ▶ An den Blättern typischer Buchtenfrass.
- ▶ Wurzelfrass an Stauden
- ▶ Engerlinge in leichten Böden

Bekämpfung

- ▶ Vorbeugend:
 - ▷ Kontrolle von Pflanzmaterial
 - ▷ Leichtes Substrat vermeiden
- ▶ Biologisch (Gewächshaus-Zierpflanzenbau und Gartenbau):
 - ▷ Nematoden
- ▶ Biotechnisch:
 - ▷ Ablesen der Käfer und Larven bei Anfangsbefall
- ▶ Chemisch:
 - ▷ Bester Behandlungszeitpunkt ist an warmen Tagen am Abend
 - ▷ Einsatz von bewilligten PSM möglich, auf nützlings-schonende Eigenschaften achten

Zweiflügler (allgemein)

Zu den Zweiflüglern gehören Mücken und Fliegen. Sie besitzen nur ein Flügelpaar. Die Hinterflügel sind zu Schwingkölbchen reduziert. Ungefähr 30 % der Arten weltweit sind als pflanzenschädigend eingestuft. Sie legen ihre Eier in der Nähe der Wirtspflanzen in den Boden, in oder auf das Pflanzengewebe. Die Larven sind beinlos. Die Schäden an Pflanzen werden grundsätzlich nur von den Larven verursacht. Sie leben auf Gemüse, Obst und Zierpflanzen. Wie bei Schmetterlingen suchen die ausgewachsenen Zweiflügler Blüten als Nahrungsquelle auf.

Einige können auch an Wurzeln Schäden verursachen. Bekannte schädliche Maden sind zum Beispiel:

- ▶ Bei Zierpflanzen: Trauermücken, Minierfliegen
- ▶ Im Rasen: Wiesenschnaken (*Tipula*)

Kirschessigfliege (KEF)

Drosophila suzukii stammt ursprünglich aus Südostasien. Im Jahr 2011 erreichte sie die Schweiz. Mehr als 100 Pflanzen dienen als Wirtspflanzen, wobei sie Kirschen und Beerenobst bevorzugt. Sie gehört zu den bedeutendsten invasiven Schaderregern von Weichobstarten (Beeren, Kirschen, Zwetschgen, Trauben).

Beschreibung

- ▶ Erwachsenes Insekt: 2–4 mm gross, hellbraun mit roten Augen, ähnlich einheimischer Essigfliege (unterscheidbar sind die Männchen mit dunklen Flügel spitzen)
- ▶ Larve: weiss (oft mehrere pro Frucht)
- ▶ Pro Weibchen 300–400 Eier

Lebenszyklus

- ▶ Eiablage geschieht nach Farbumschlag der Früchte, kurz bevor diese reif sind (Pflanzenschutzapplikation problematisch wegen Wartefrist)
- ▶ Die Larven ernähren sich von Früchten und verpuppen sich in denselben
- ▶ erwachsene Fliegen ernähren sich von Honigtau, Bakterien und Hefen
- ▶ Bei günstigen Bedingungen (20–25 °C) dauert die Entwicklung von Ei bis zur adulten Fliege 8–14 Tage
- ▶ pro Jahr mehrere Generationen
- ▶ Befruchtete Weibchen überwintern in Hecken und Waldrändern
- ▶ Erste Massenvermehrung zur Zeit der Kirschernte im Juni



© pflanzenkrankheiten.ch

Abb. 62: Kirschessigfliege (KEF): Adulttier (Männchen)



© pflanzenkrankheiten.ch

Abb. 63: Kirschessigfliege (KEF): Larven (ca. 5 mm lang) in der Kirsche

Ökologie

- ▶ Vorliebe für dunkle, weiche und dünnhäutige Früchte
- ▶ Kalte Winter schaden der Population
- ▶ wenn der Juni heiss und trocken ist, kann sich keine grosse Population aufbauen

Schadsymptome

- ▶ Schaden nur durch Maden, die Fruchtfleisch fressen
- ▶ Früchte werden weich, die Haut fällt ein (Delle) und sie verfaulen; aufgrund des Essiggeschmacks ungenießbar
- ▶ KEF kann bis zu 99 % der Kirschernte zerstören



© pflanzenkrankheiten.ch

Abb. 64: Kirschessigfliege (KEF): Schadsymptom an Kirsche

Bekämpfung

- ▶ Vorbeugend:
 - ▷ Pflege: Unterwuchs tief halten, Fahrgassen mulchen, Feuchtigkeitsquellen (Untersetzer, Fässer, Pfützen) minimieren oder abdecken, um der KEF an heißen Tagen keine Rückzugsmöglichkeiten zu bieten
 - ▷ überreife oder beschädigte Früchte entfernen
 - ▷ Mehrere Erntedurchgänge (alle 1-2 Tage im Zeitraum August-September)
 - ▷ Befallene Früchte entsorgen

- ▶ Biologisch:
 - ▷ Kaolin (z. Bsp. Brennobst)
- ▶ Biotechnisch:
 - ▷ Einnetzung der Kulturen (max. 1,4 x 1,4 mm Maschenweite)
- ▶ Chemisch:
 - ▷ Es stehen chemisch-synthetische und chemisch-biologische Pflanzenschutzmittel zur Verfügung. Da diese Mittel nur gegen erwachsene KEF wirken, ist die Wirksamkeit höher, wenn diese morgens oder abends mit höherer Wasseraufwandmenge ausgebracht werden, wenn die KEF aktiv ist (nur kurz wirksam). Wartefrist beachten!

Schmetterlinge (allgemein)

Geschätzt gibt es 180 000 Schmetterlingsarten weltweit. 3700 Arten leben in der Schweiz, wobei nur ein Bruchteil als landwirtschaftlich bedeutende Schädlinge gelten. Schädlich sind Schmetterlinge nur als Larve (Raupe), denn nur dann ernähren sie sich von Kulturpflanzen. Im erwachsenen Stadium leben die meisten Schmetterlinge nur kurz (max. 6 Wochen). Einige leben dann von ihren Fettreserven aus dem Larvenstadium, andere leben von Nektar, den sie mit ihrem langen Saugrüssel aufsaugen.

Der Einfachheit halber werden die Gattungen und Arten in sogenannte Hauptgruppen (deutsche Bezeichnung) eingeteilt. Hier eine kurze Charakterisierung der für den Gartenbau bedeutende Schmetterlingsgruppen:

- ▶ **Falter:** Viele Falter leben auf Wiesenpflanzen. Sie verursachen nur unbedeutende Schäden. Beispiele sind etwa die Schwabenschwänze, Weisslinge oder Edelfalter. Der Kohlweissling gehört zu den wenigen Schädlingen dieser Gruppe.
- ▶ **Eulen:** Die Eulen werden in der Literatur auch manchmal zu den Faltern gezählt. Sie sind mit etwa 25 000 verschiedenen Arten die grösste Gruppe der Schmetterlinge. Die meisten Eulen sind nachtaktiv und können als Raupen oder später als Puppen im Boden überwintern.
- ▶ **Schwärmer:** Die Schwärmer sind die Schmetterlingsgruppe mit den grössten Flügelspannweiten und den grössten Raupen. Beispiele sind der Winden-, Wein-, Liguster-, Wolfsmilch- und der Lindenschwärmer.
- ▶ **Spanner:** Die Spanner sind eine Gruppe, deren Raupen eine auffällige Fortbewegungsart aufweisen. Sie benutzen für die Fortbewegung nur die Brust- und die Afterfüsse, wobei sich der Körper wie ein Bogen spannt (Spanner-Raupe).

- ▶ **Spinner:** Die Spinner-Raupen sind in der Regel behaart und weisen über den ganzen Körper Drüsenhaare auf, die auch sehr giftig sein können und zu teilweise starken Allergien und Ekzemen führen. Der Name kommt von der Lebensweise während der Entwicklung. Die Schmetterlinge bilden für die Eiablage ein Nest aus ganz feinen Spinnnetzen, das zu einem kleineren oder grösseren Kokon wächst. Beispiele sind die Brennnessel-, Eichen- und Pinien-Prozessionsspinner, der Goldafters und viele weitere.

Die folgenden Gruppen werden auch als Kleinschmetterlinge bezeichnet, weil sie sich in der Grösse von den oben genannten stark unterscheiden:

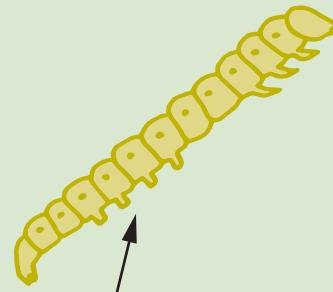
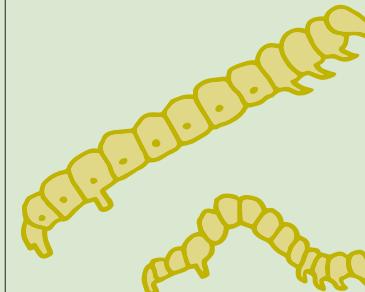
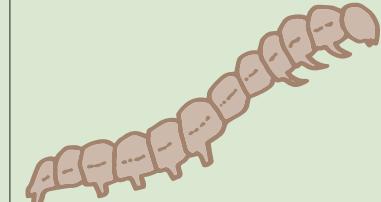
- ▶ **Wickler:** Die Wickler gehören zu den Kleinschmetterlingen, deren Schäden im Pflanzenbau von Bedeutung sind. Beispiele: Apfel-, Trauben-, Eichen-, Kieferntrieb- und Rosenwickler.
- ▶ **Motten:** Die Motten sind eine kleine Gruppe, deren Raupen massenhaft auftreten können und deshalb für Aufsehen sorgen. Beispiele sind: Gespinstmotten an vielen Wildgehölzen, Äpfeln und an Weiden; Motten an Gemüse wie Lauch, Zwiebeln, Schalotten, Kohl; Miniermotten auf Kastanien, Thuja und anderen Pflanzen.
- ▶ **Glasflügler:** Die Glasflügler sind eine kleinere Gruppe von Schmetterlingen. Ihre Raupen sind relativ klein und leben teilweise in Früchten. Beispiele: Himbeer- oder Johannisbeer-Glasflügler

Tab. 14: Beispiele wichtiger Schädlinge im Gartenbau

Kulturen	Bsp. Schadinsekt
Buchs	▶ Buchsbaumzünsler
Allgemein Eiche/Föhre	▶ Eulenfalter (Erdraupen) ▶ Spinnerraupen
Kernobst Pflaumen	▶ Apfelwickler ▶ Pflaumenwickler
Viola	▶ Frostspanner

Die bedeutendsten Schmetterlings-Familien im Zierpflanzenbau sind Wickler, Spanner, Eulenfalter, Zünsler und Spinner. Je nach Familie und Art sehen die Schmetterlinge anders aus und haben einen anderen Lebenszyklus. Um sie bekämpfen zu können, muss man sie unterscheiden können. So gelten in Gärtnereien teils Frostspanner als problematische Schädlinge. Weisslinge und Eulenfalter sind dagegen meist ungefährlich.

Tab. 15: Unterscheidung von Wickler-, Spanner- und Eulenraupen

	Wickler	Spanner	Eulen
Kopf	dunkel, abgeplattet, nach vorn gerichtet	nach vorn gerichtet	rund, senkrecht zur Körperachse
Bauchfüsse	4 Paar	1 Paar	4 Paar
Bewegung	sehr beweglich, kann rückwärts schlängeln	typischer Buckel Ω bei Vorwärtsbewegung	träge, rollt sich bei Berührung ein
Wichtige Vertreter	Apfelwickler, Kleiner Fruchtwickler, Pflaumenwickler	Frostspanner	Obstbaumeule
			
	vier Paar Bauchfüsse	typischer Buckelgang, nur ein Paar Bauchfüsse	Kopf senkrecht zur Körperachse, mehrere Bauchfüsse

Apfelwickler

Der Apfelwickler gilt weltweit als wichtigster tierischer Schädling an Obstbäumen. Er schädigt besonders Äpfel, seltener auch Birnen, Quitten, Aprikosen, Pfirsich, Pflaumen und Kirschen.

Beschreibung

- ▶ Erwachsenes Insekt: etwa 1,0 cm lang, unauffällig grauer Falter mit bronzefarbenem Fleck an Flügelen den, Verwechslungsgefahr mit Pflaumenwickler und Pfirsichtriebwickler, wobei diese keinen Fleck auf den Flügeln aufweisen
- ▶ Raupe: bis zu 2,0 cm lang, junge Raupen rosa-weisslich, ältere Raupen rosa gefärbt, mit dunklen Warzen und braunem Kopf- und Nackenschild

**Abb. 65: Apfelwickler: Adulttier****Abb. 66: Apfelwickler: Larve**

Lebenszyklus

- ▶ Der Apfelwickler überwintert als Raupe (Raupenstadium) in Rindenspalten oder in der Streuschicht am Boden
- ▶ Zwischen April und Juni verpuppen sich die Raupen (Puppenstadium)
- ▶ Von Mai bis August schlüpfen die Falter (Imago), paaren sich und legen ca. 100 Eier in der Nähe der Früchte ab
- ▶ Eine bis drei Wochen nach der Eiablage schlüpfen die Raupen und ernähren sich vom Fruchtfleisch und den Kernen der Äpfel
- ▶ Nach 3 bis 4 Wochen ist die Raupe ausgewachsen (5 Larvenstadien) und sucht einen geschützten Ort auf (Rinde, Streuschicht auf dem Boden)
- ▶ Ein Teil verpuppt sich und schlüpft als Falter im gleichen Jahr (2. Generation). Der Rest überwintert geschützt als Raupe bis zum nächsten Frühjahr

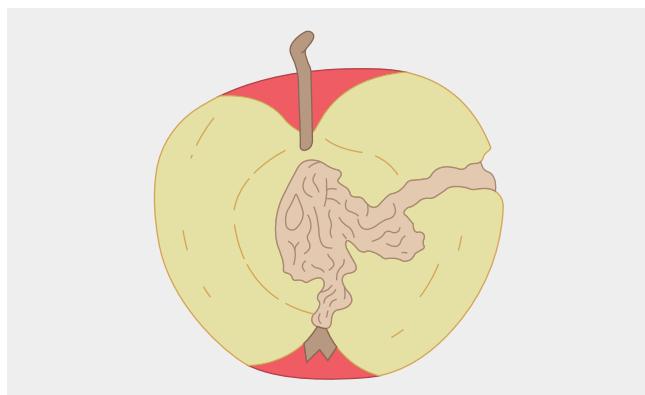


Abb. 67: Apfelwickler: Frassgänge in Apfel

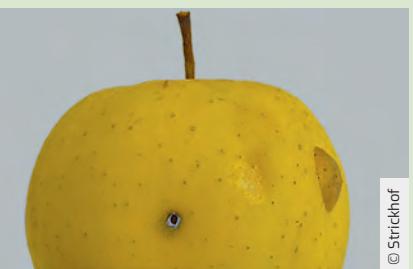
Schadsymptome

- ▶ Verwechslungsgefahr mit dem Schadbild der Apfelsäg wespe, diese tritt jedoch früher auf und besitzt sechs Paar Bauchfüsse
- ▶ Bekämpfungsschwelle: 1 bis 2 % befallene Früchte im Sommer

Bekämpfung

- ▶ Vorbeugend:
 - ▷ Überwinterungsplätze für Raupen minimieren
 - ▶ in der Krone verbliebene Fruchtmumien entfernen
 - ▶ gerodetes Altholz nicht in der Nähe der Anlagen lagern
 - ▶ rissige Weichholzpfähle austauschen
 - ▷ überwinternde Larven abfangen mit Bambusstäben oder Klebefallen
 - ▷ Abpflücken befallener Äpfel, z.B. mit der Fruchtausdünnung, zur Reduzierung des Befalls durch die Folgegeneration
 - ▷ Vögel und nützliche Insekten (Ohrwürmer, Wanzen, Schlupfwespen) fördern
- ▶ Biologisch:
 - ▷ Trichogramma-Kärtchen (Reduktion des Larvenschlupfes bis zu 50 % möglich)
 - ▷ insektenparasitierende Nematoden einsetzen
 - ▷ Granuloseviren ab Beginn des Schlupfes alle 10 bis 14 Tage einsetzen

Tab. 16: Schadsymptome des Apfelwicklers

Frischer Befall	Älterer Befall	Apfelwickler gestoppt
 <ul style="list-style-type: none"> ▶ Frassspuren um Einbohrloch ▶ roter Hof um Schadstelle ▶ Spiralgang unter Fruchthaut 	 <ul style="list-style-type: none"> ▶ Einbohrloch mit vertrockneten Rändern ▶ Gänge mit Kot gefüllt ▶ Frassschäden an Fruchtfleisch und Kerngehäuse ▶ vorzeitiges Abfallen unreifer Früchte 	 <ul style="list-style-type: none"> ▶ kein Kot sichtbar ▶ verkorkte Schicht unter der Einbohrstelle ▶ kein Bohrgang ins Innere

- ▶ Biotechnisch:
 - ▷ Verwirrungstechnik: Ausgebrachte weibliche Lockstoffe (Pheromone) verhindern bei den Männchen ein Auffinden der weiblichen Artgenossen und somit die Paarung
- ▶ Chemisch:
 - ▷ Zugelassene chemisch-biologische PSM

Wespen (Hautflügler)

Die Hautflügler sind ebenfalls eine grosse Insektengruppe mit über 100 000 Arten; der bekannteste Vertreter ist die Gewöhnliche Wespe. Diese Insektengruppe weist eine Vielzahl verschiedenartiger Individuen auf, die Größen reichen von 1mm (Halmwespen) bis zu 5cm (Hornissen). Im Unterschied zu den ähnlichen Zweiflüglern (Fliegen) hat das Vollinsekt zwei Paar häufig durchsichtige Flügel; die Larven haben in der Regel drei Paar Brustbeine und ein bis sechs Paar Bauchfüsse. Sie sind den Raupen von Schmetterlingen ähnlich.

Achtung: Die Bekämpfung von Wespennestern unterliegt der Schädlingsbekämpfung und bedarf einer separaten Ausbildung/Bewilligung.

Beschreibung

- ▶ 1–50 mm Körperlänge
- ▶ Schneidende Mundwerkzeuge
- ▶ Adulte ernähren sich häufig von Insekten.

Lebenszyklus

- ▶ Die Larven machen Schäden an Blättern und Nadeln
- ▶ Adulte schneiden meistens nur Blattmasse für den Nestbau

Ökologie

- ▶ Die meisten Arten sind unproblematisch



Abb. 68: Schadbild Rosenblattwespe



© Renovita Wilen GmbH, Patrice Arnet

Abb. 69: Asiatische Hornisse

Schadsymptome

- ▶ Auf den Blättern finden sich Frassschäden
- ▶ Die Rosenblätter sind längs der Mittelrippe nach unten eingerollt

Bekämpfung

- ▶ Vorbeugend:
 - ▷ Kontrolle von Pflanzenmaterial
- ▶ Biologisch (Gewächshaus-Zierpflanzenbau):
 - ▷ frühzeitiger Einsatz von Nützlingen wie Schlupfwespen, Florfliegen und Marienkäfer
- ▶ Biotechnisch:
 - ▷ Ablesen der Raupen bei Anfangsbefall
- ▶ Chemisch:
 - ▷ Bester Behandlungszeitpunkt ist an warmen Tagen am Morgen
 - ▷ Einsatz von bewilligten PSM möglich, auf nützlingschonende Eigenschaften achten
 - ▷ Da die meisten Mittel Kontaktmittel sind ist eine mehrmalige Anwendung erforderlich

Wanzen

Zu den einheimischen Wanzenarten kommen in der jüngeren Gegenwart vermehrt eingewanderte oder eingeschleppte Arten hinzu. Wanzen sind tagaktiv und wärme-liebend. Sie haben einen mehrgliedrigen Stechrüssel und können damit nur Flüssignahrung aufnehmen, sei es aus Wirtspflanzen oder bei räuberischen Arten aus anderen Insekten, die sie erbeuten. Einige Arten werden deshalb auch als Nützlinge geschätzt. Sie haben im Gegensatz zu den Zikaden verhärtete Vorderflügel, die die weicheren Hinterflügel abdecken. Das Schadbild entsteht oft infolge des Einstichs als Deformation der Früchte oder als ausgefranste, löcherige Blätter. Bei einigen Wanzenarten zeigen sich ausgesaugte Pflanzenzellen auf den Blättern wie bei Thripsen oder Spinnmilben.

Beschreibung

- ▶ Bis 15 mm Körperlänge
- ▶ Saugende Mundwerkzeuge
- ▶ Adulte sind je nach Art braungrau bis grün
- ▶ Alle Stadien halten sich auf der Pflanze auf



© Renovita Wilen GmbH, Patrice Armet

Abb. 70: Baumwanze

Lebenszyklus

- ▶ Adulте Baumwanzen saugen an Pflanzenteilen und legen Eier ab.
- ▶ Weibchen legen bis 200 Eier ab.
- ▶ Nach einigen Tagen schlüpfen die Jungtiere und entwickeln sich über 5 Larvenstadien zu adulten Tieren

Ökologie

- ▶ Entwicklungsduer von 2 Monaten

Schadsymptome

- ▶ Früchte haben Verkrüppelungen
- ▶ Gewebe von Fruchtfleisch stirbt ab und verkorkt

Bekämpfung

- ▶ Vorbeugend:
 - ▷ Kontrolle von Pflanzenmaterial
 - ▷ Netze über Kulturen spannen
- ▶ Biologisch (Gewächshaus-Zierpflanzenbau):
 - ▷ frühzeitiger Einsatz von Samurai- Wespe
- ▶ Biotechnisch:
 - ▷ Ablesen der Baumwanzen bei Anfangsbefall
 - ▷ Fallen
- ▶ Chemisch:
 - ▷ bester Behandlungszeitpunkt ist an warmen Tagen am Morgen mit zugelassenen Insektiziden
 - ▷ Einsatz von bewilligten PSM möglich, auf nützlings-schonende Eigenschaften achten
 - ▷ Mit systemischen Wirkstoffen arbeiten. Trotzdem ist eine mehrmalige Anwendung erforderlich

Zikaden/Rhododendronzikade

Wie bei den Wanzen sind in den letzten Jahren fremde Arten durch Einschleppung oder Einwanderung zu den heimischen Zikaden Arten hinzugekommen. Aufgrund ihres enormen Sprungvermögens werden Zikaden häufig mit Heuschrecken verwechselt, mit denen sie aber nicht verwandt sind. Sie haben kurze, borstenförmige Fühler. Die Vorderflügel sind – sofern vorhanden – einheitlich ledrig oder häutig und sind in Ruhestellung dachartig über den Körper gelegt. Wie die Wanzen können Zikaden meist fliegen und sind wichtige Überträger von Virus-, Bakterien- und Pilzkrankheiten. Auch das Schadbild ist sehr ähnlich wie bei Wanzen.

Beschreibung

- ▶ 10 mm Körperlänge
- ▶ Saugende Mundwerkzeuge
- ▶ Adulте sind grün mit rotem Längsstreifen. Jungtiere sind gelblich
- ▶ Alle Stadien halten sich auf der Pflanze auf. Nur adulte Tiere sind beweglich



© Renovita Wilen GmbH, Patrice Armet

Abb. 71: Zikade an Rhododendron

Lebenszyklus

- ▶ Frühling: Jungtiere schlüpfen aus den Knospen, in denen sie überwintern
- ▶ Jungtiere sind unbeflügelt bis im Juni. Danach Häutung zu Adulten
- ▶ Weibchen stechen im Herbst die Knospen an und legen Ihre Eier hinein. Dadurch entsteht das Knospensterben der Rhododendren

Ökologie

- ▶ Hitze und Trockenheit fördern den Schaddruck und führen zu Massenbefall

Schadsymptome

- ▶ auf den Blättern finden sich kleine Flecken
- ▶ Chlorophyll wird aus Blatt gesaugt
- ▶ braun bepelzte Knospen bei Rhododendren

Bekämpfung

- ▶ Vorbeugend:
 - ▷ Kontrolle von Pflanzenmaterial
 - ▷ Trockene und warme Standorte vermeiden
- ▶ Biologisch (Gewächshaus-Zierpflanzenbau): keine
- ▶ Biotechnisch:
 - ▷ Ablesen der braunen Knospen im Herbst
 - ▷ Gewächshaus-Zierpflanzenbau: rote Klebfallen gegen Zwerzikaden
- ▶ Chemisch:
 - ▷ bester Behandlungszeitpunkt im Mai da Zykaden da noch nicht flugfähig sind
 - ▷ Einsatz von bewilligten PSM möglich, auf nützlings-schonende Eigenschaften achten
 - ▷ Systemische Mittel verwenden

Spinnmilben

Mit 8 Beinpaaren gehören Spinnmilben zu den Spinnentieren. Im Schweizer Pflanzenbau gehören die Gemeine Spinnmilbe und die Obstbaumspinnmilbe zu den bedeutendsten Schädlingen. Die Gemeine Spinnmilbe ist ein wichtiger Schädling an vielen Kulturpflanzen sowohl im Gewächshaus als auch im Freien. Die Obstbaumspinnmilbe verursacht Schäden auf Obstbäumen, Reben und Wildgehölzen. Sie stechen mit ihren dolchförmigen Kiefern in die Blätter und ernähren sich vom Zellinhalt.

Gemeine Spinnmilbe

Beschreibung

- ▶ Spinnmilben sind 0,5–0,6 mm gross, Weibchen sind beige-orange bis rot, Männchen und Larven gelblich bis grünlich gefärbt
- ▶ Larven haben 3 Beinpaare und erwachsene Tiere 4 Beinpaare



Abb. 72: Obstbaumspinnmilbe (Rote Spinne): Adulttier

Lebenszyklus

- ▶ Ab Mitte Mai sind Erwachsene und Larven vorwiegend auf der Blattunterseite zu finden.
- ▶ Überwinterung in ziegelroten Eiern (Eier oft in grosser Zahl in Knospennähe, am Fruchtholz, in Astgabeln und an Zweigunterseiten)
- ▶ Larven schlüpfen kurz vor Blüte (Obst) bzw. dem Knospenaufbruch (Weinrebe) und beginnen an der Blattunterseite zu saugen.
- ▶ Entwicklung von Ei bis erwachsene Milbe dauert 7 bis 35 Tage (temperaturabhängig).
- ▶ Ab Mitte Mai legen Weibchen Sommereier.
- ▶ Je nach Wirtspflanze 5 bis 8 Generationen pro Jahr möglich
- ▶ Im Zierpflanzenbau:
 - ▷ Weibliche Milben überwintern auf abgefallenen Blättern am Boden, Rindenritzen etc.
 - ▷ Erwachsene Spinnmilben sitzen vorzugsweise an Blattunterseite
 - ▷ Bei starkem Befall wirkt Blatt silbrig und kann mit Gespinst überzogen sein

Ökologie

- ▶ Entwicklung des Schädlings wird durch warmes Wetter, anfällige Sorten, übermässige Stickstoffversorgung und schlechte Luftzirkulation gefördert

Schadsymptome:

- ▶ Weisslich gesprengelte Blätter (zu Beginn des Befalls), später gelblich-silbern bis bronze-farbene Blätter (Saugschäden)
- ▶ Blätter rollen sich ein und werden vorzeitig abgeworfen
- ▶ Wachstum Pflanzen und Blüten werden gehemmt werden gehemmt
- ▶ Kann bei massenhaftem Auftreten Gespinnste über Pflanze bilden



Abb. 73: Obstbaumspinnmilbe (Rote Spinne): starker Befall durch Adulte



Abb. 74: Obstbaumspinnmilbe (Rote Spinne): Schadbild an Blättern

Bekämpfung

- ▶ Vorbeugend:
 - ▷ Natürliche Gegenspieler fördern (Raubmilbe, Marienkäfer, Florfliege, Raubwanzen). Raubmilben sind die wichtigsten Räuber. Bereits eine Raubmilbe pro Blatt kann eine ganze Spinnmilbenkolonie in Schach halten. Ist der Raubmilbenbesatz gross genug, kann auf chemische Bekämpfungsmassnahmen verzichtet werden.
 - ▷ Raubmilbenbesatz fördern
 - ▶ durch eine schonende Spritzfolge (Schwefel reduzieren)
 - ▶ durch Ansiedlung von Raubmilben (Übersiedeln von gut besetzten Anlagen)
- ▶ Biologisch:
 - ▷ Einsatz von Raubmilben an geschützten Lagen sowie unter Glas
- ▶ Biotechnisch: keine

- ▶ Chemisch:
 - ▷ Pflanzenschutzmitteleinsatz möglich
 - ▷ raubmilbenschonende Mittel einsetzen
 - ▷ Austriebsspritzungen auf Basis folgender Wirkstoffe:
 - ▶ Paraffinöl: von Knospenaufbruch bis sich das erste Blatt entfaltet und vom Trieb abgespreizt hat
 - ▶ Rapsöl: von Knospenaufbruch bis sich das erste Blatt entfaltet und vom Trieb abgespreizt hat
 - ▷ Paraffin- oder Raps-Ölprodukte haben nur bei milder und trockener Witterung eine Gute Wirkung
 - ▷ Bekämpfungsschwelle: je nach Verhältnis von Spinn- und Raubmilbenbesatz ist ein Akarizideinsatz nötig
- ▶ Akarizide:
 - ▶ pro Saison maximal eine Behandlung mit Mitteln aus derselben Resistenzgruppe
 - ▶ Einsatzzeitpunkt, Zusammensetzung der Entwicklungsstadien und Wirkungsweise sind zu berücksichtigen!

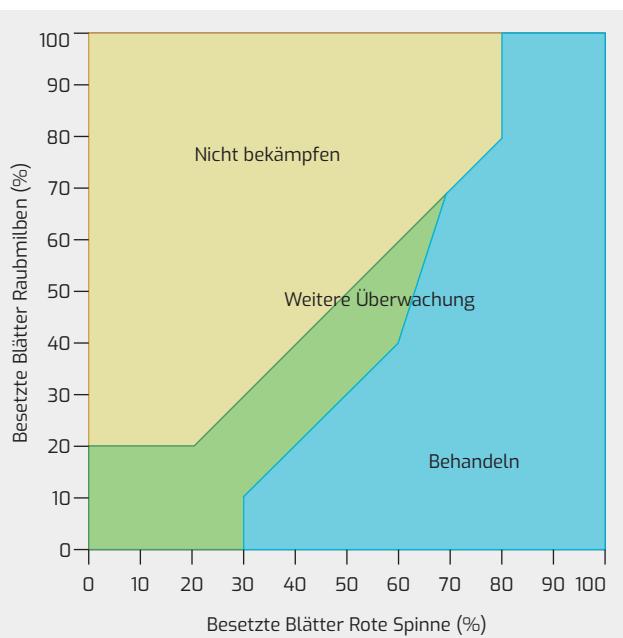


Abb. 75: Graphische Hilfestellung beim Entscheid über einen allfälligen Akarizideinsatz aufgrund des Spinn- und Raubmilbenbesatzes

Schnecken

Schnecken sind Allesfresser und damit bedeutende Schädlinge im Gartenbau und der Produktion: Die wichtigsten Arten sind die Genetze Ackerschnecke, die Einfarbige Ackerschnecke, die Gartenwegschnecke und die Spanische Wegschnecke. Im Gewächshaus können wegen des feucht-warmen und frostfreien Klimas weitere Arten auftreten. Hier ist das Problem jedoch wesentlich geringer als im Freiland. Sonnenhut, Taglilien und Salbei sind sehr anfällig, wie auch viele andere Stauden und Florpflanzen, während Gehölze weniger empfindlich sind. Im Zierpflanzenbau sind die verholzenden Kulturen in erster Linie im Jugendstadium gefährdet (z.B. Sämlinge). Bei nicht verholzenden Pflanzen wie Sommerflor können die Schnecken während der ganzen Kulturzeit grössere Schäden anrichten.



© Joseph Berger, Bugwood.org

Abb. 76: Genetze Ackerschnecke



© animalla.bio

Abb. 77: Große Wegschnecke

Schadsymptome

- ▶ Jungpflanzen werden oft vollständig aufgefressen
- ▶ unregelmässiger Loch- oder Blattrandfrass an Blättern (z.B. Begonia)
- ▶ Lochfrass an Erdbeeren
- ▶ Schleimspuren und Kotausscheidungen



© Renovita Wilen GmbH, Patrice Arnet

Abb. 78: Frassschaden Schnecken

Bekämpfung

- ▶ Vorbeugend:
 - ▷ intensive Bodenbearbeitung und feines Saatbett
 - ▷ grobscholligen Boden zerkleinern, um Hohlräume als Schneckenverstecke zu zerstören
 - ▷ nach der Saat Boden anwalzen (Bodenschluss ohne Hohlräume)
 - ▷ häufiges Hacken
 - ▷ Bewuchs in Anbauflächen regelmässig mulchen, um feuchte Schlupfwinkel zu minimieren
 - ▷ empfindliche Kulturen nicht am Rand der Anbaufläche platzieren
 - ▷ Schneckenzaun und Schneckenkragen
- ▶ Biologisch:
 - ▷ Nematoden gegen Schnecken
- ▶ Biotechnisch:
 - ▷ einsammeln
- ▶ Chemisch:
 - ▷ Schneckenkörner (oft nur Rand- oder Reihenbehandlung notwendig im Anbau)

Nematoden

Nematoden werden auch Älchen oder Fadenwürmer genannt und gehören zu den häufigsten Bodentieren. Sie sind nur 0,5–1,5 mm lang und mit bloßem Auge nicht sichtbar. Neben nützlichen Nematoden (z.B. Insektenparasitierende und Humusbildner) gelten einige als Schädlinge in der Produktion. Sie saugen an den Wurzeln von Kulturpflanzen oder leben innerhalb der Pflanzen als Parasiten. Schäden verursachen sie im Zierpflanzenbau vor allem bei Stauden (Blattnematoden) und bei Hortensien (Wurzelgallennematoden). In der Pflanzenproduktion sind die wichtigsten Nematodenarten die Wurzelgallenälchen, die Wandernden Wurzelnematoden und die Stängelnematoden.

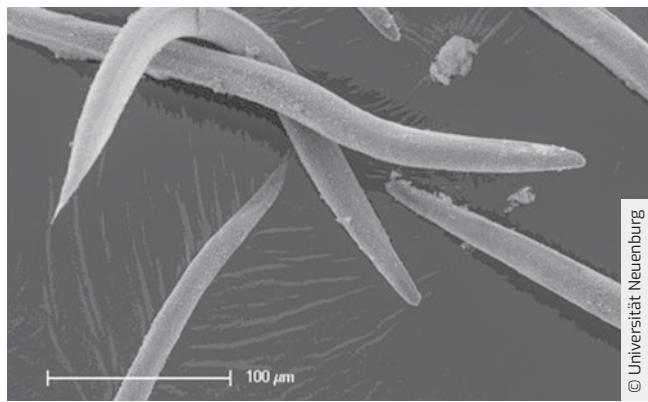


Abb. 79: Rübenkopfälchen

Schadsymptome

- ▶ nesterweise auftretender Kümmerwuchs
- ▶ Deformationen an Wurzeln (Bartwuchs oder Wurzelgallen) oder oberirdischen Pflanzenteilen



Abb. 80: Wurzelgallnematoden

Bekämpfung

- ▶ Vorbeugend:
 - ▷ Resistente/tolerante Sorten verwenden
 - ▷ Befallene Pflanzen vernichten
 - ▷ nicht nematodenanfällige Unterlagen verwenden
- ▶ Biologisch:
 - ▷ Fangpflanzen wie Sandhafer, Ölrettich, Senf sähen
 - ▷ Biofumigation: Senf als Gründüngung wird gemulcht und in den Boden eingearbeitet. Die im Boden gebildeten Senfölgefäße (Glukosinolate) töten die Nematoden zum Teil ab
 - ▷ Achtung: gewisse Gründüngungen mit Leguminosen, können gewisse Arten an Nematoden auch fördern. Auf diese in den Mischungen allenfalls verzichten
 - ▷ Tagetes zwischen die Kulturen pflanzen
- ▶ Biotechnisch:
 - ▷ Gewächshaus: Substrate und Böden können mittels Dampf sterilisiert werden. Dadurch wird jedoch die gesamte Bodenflora und -fauna abgetötet
 - ▷ Freiland: Dampfsterilisation (sehr energieaufwändig und teuer)
- ▶ Chemisch: keine

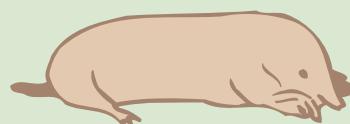
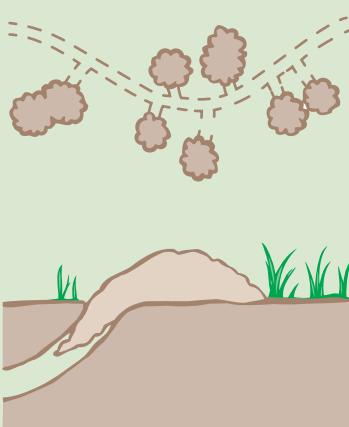
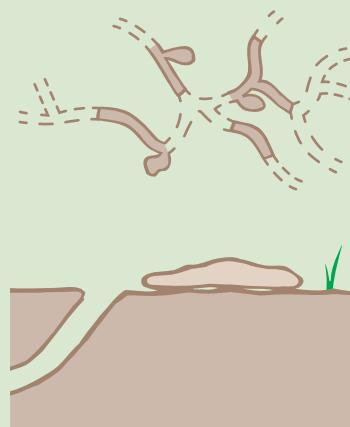
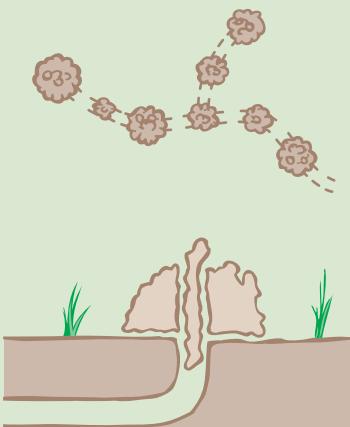
Mäuse und Maulwurf

Wühlmäuse (Schermäuse) und Feldmäuse treten im Abstand von einigen Jahren vermehrt auf. Vor allem die Wühlmäuse führen lokal immer wieder zu grossen Schäden in Naturwiesen, sowie Gärten und Freilandkulturen. Die Mäusebekämpfung ist aufwändig. Mausfreie Flächen werden vom Rand her neu besiedelt. Eine überbetriebliche Zusammenarbeit bei der Bekämpfung lohnt sich also. Im Gegensatz zu den Mäusen (Nagetieren) gehört der Maulwurf zur Familie der Insektenfresser, folglich frisst er keine Pflanzenteile. Er vertilgt Bodenschädlinge wie Engerlinge, Schnakenlarven und Schnecken und gilt somit auch als Nützling. Er schadet nur indirekt durch die unansehnlichen Hügel und sein Gangsystem, welches gern von Wühlmäusen übernommen wird. Maulwürfe sind in der Schweiz geschützt.

✳ Feldspitzmäuse

Spitzmäuse sind sehr artenreich und gehören nicht zu den Nagetieren, sondern zu den Insektenfressern. Neben den Feldspitzmäusen gibt es auch die Wald-, die Garten-, die Hausspitzmaus und viele mehr. Sie ernähren sich von allerlei Insekten und Larven und gelten deswegen als nützlich.

Tab. 17: Unterschiede zwischen Mäusen und Maulwurf

	Wühlmaus (Schermaus)	Feldmaus	Maulwurf
Aussehen			
	 © Agroscope	 © Agroscope	 © Agroscope
	12 bis 16 cm lang, braun, Unterseite weiss/grau	9 bis 11 cm lang, grau/braun	12 bis 13 cm lang, schwarz/grau
Nahrung	Wurzeln verschiedener Kulturpflanzen wie Speisezwiebeln, Karotten, Lauch und Wintersalate	Körner, Blätter; frisst an Getreide, Zuckerrüben, Kartoffeln, Raps, Obstbaumrinde und weiteren Kulturpflanzen	Insektenlarven (z.B. Drahtwurm, Engerlinge), Schnecken und Regenwürmer
Bau			
	Mittelgrosse und kleine, abgeflachte Haufen; Ausgang schräg, am Rand der Haufen	Viele Gänge, teils oberirdisch, teils unterirdisch; keine oder ganz kleine Erdhaufen	Grosse, runde Haufen; Loch mittten unter dem Haufen
Schad-symptome	An Grasnarben, in Obstkulturen und Gemüsegärten ► Grosse Ertragsausfälle	Grasnarbenschäden, «Fällen» von Getreidehalmen, Schäden in Obstkulturen und Gemüsegärten ► Mittlere Schäden	Verschmutztes Futter, Maschinenvorschleiss, Wegbereiter (Gänge) für Wühlmäuse ► Lokale Schäden

Bekämpfung

- ▶ Vorbeugend:
 - ▷ regelmässig mähen (10 cm), kein altes Gras ein-wintern lassen
 - ▷ keine dicken Mulchschichten anlegen
 - ▷ anfällige Kulturen nicht in der Nähe von Ökole-menten anbauen, so dass keine Rückzugsmöglich-keiten vorhanden sind
 - ▷ Leerbauten zerstören
 - ▷ Strukturen für natürliche Feinde z.B. Eulen, Greif-vögel, Graureiher, Wiesel und Hermeline schaffen (Hecken, Sitzstangen, Steinhaufen) etc.
 - ▷ Obstbau:
 - ▶ Drahtkorb um Wurzeln bei Pflanzung von Jungbäumen
- ▶ Biologisch: keine
- ▶ Biotechnisch:
 - ▷ Mäusefallen (bei hohem Befall 50 Stk./ha)
- ▶ Chemisch: keine

Vögel

Einige Vogelarten können grosse Schäden verursachen. Im Freiland sind es vor allem Raben-, Nebel- und Saatkrähen (Rabenvögel), aber auch Tauben, die Schäden an frisch ausgesäten Kulturen oder an frisch pikierten Pflanzen verursachen.

Da der Befallsdruck und die Schäden eher gering sind, wird hier nicht weiter darauf eingegangen.



Abb. 81: Rabenkrähe

Weitere Wildtiere

Es gibt auch weitere Wildtiere, welche einen Schaden verursachen können wie zum Beispiel Rehe, Hirsche, Wildschweine, Dachs oder Biber.

Pilzliche Schaderreger

Allgemeines zu Pilzen

Pilze werden in der Systematik oft dem Reich der Pflanzen zugeordnet. Ihnen fehlt jedoch das Chlorophyll, das die Pflanzen zur Fotosynthese befähigt. Aus diesem Grund bilden die Pilze in der Systematik zwei eigene Reiche (echte Pilze und pilzhähnliche Organismen). Sie müssen organische, energiereiche Substanzen, die sie für Aufbau und Funktion ihres Körpers benötigen, aus lebender oder toter organischer Materie aufnehmen. Dies kann in Form einer Lebensgemeinschaft (Symbiose) oder durch «Schmarotzen» (Parasitismus) geschehen.

Sie werden in vier Gruppen eingeteilt:

- ▶ Schadpilze an Kulturpflanzen
- ▶ nützliche Bodenpilze (z.B. Mykorrhiza)
- ▶ Pilze, welche Insekten, Nematoden oder Pilze parasitieren
- ▶ essbare oder giftige Waldpilze (zum Teil sehr wichtige Symbionten) und essbare Kulturpilze

Aufbau und Fortpflanzung der Schadpilze

Pilze sind sehr einfach aufgebaut. Ihr Vegetationskörper besteht aus ein- oder mehrzelligen Pilzfäden, den Hyphen. Die Gesamtheit der Hyphen ausserhalb von Fruchtkörpern bezeichnet man als Myzel oder Pilzgeflecht.

Die Hyphen durchwachsen das Nährsubstrat oder das Ge-webe der Wirtspflanzen und entziehen diesen die für den Aufbau und das Wachstum des Pilzes nötigen Nährstoffe. Manche Pilze scheiden gleichzeitig Stoffe aus, die die Zellen der Wirtspflanzen zerstören, damit sie an die entsprechen-den, von ihnen benötigten Nährstoffe kommen. Als Folge stirbt das befallene Pflanzengewebe ab. Die toten Gewe-beile sind als Schadbild von blossem Auge erkennbar.

Die Schadbilder der Pilzerkrankungen variieren je nach Pilzart und Kulturpflanze stark. Befallene Pflanzenteile können partiell aufgehellt, verfärbt, chlorotisch oder braun-schwarz nekrotisch (zerstört) sein. Anstelle der Samen, die bei den höheren Pflanzen der Fortpflanzung dienen, bilden die Pilze Sporen. Diese Fortpflanzungszellen werden durch Wind, Wasser, Menschen oder Tiere über-tragen und verbreitet. Je nach Entstehung, Aufgabe und Pilzart werden die Sporen unterschiedlich bezeichnet: Konidien (Sommersporen) beispielsweise bilden sich durch Abschnüren von Hyphen oder Sporeenträgern und dienen der ungeschlechtlichen Fortpflanzung. Manche Pilzarten können Dauersporen bilden, die ihnen das Überdauern un-günstiger Umgebungsbedingungen wie Trockenheit oder Kälte ermöglichen.

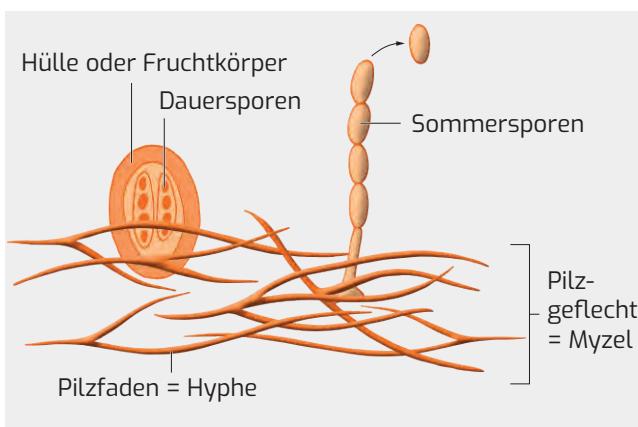


Abb. 82: Aufbau und Vermehrung von Pilzen

Von Pilzen verursachte Krankheitserscheinungen

- ▶ Chlorosen: hellgrün bis gelbliche Stellen am befallenen Pflanzengewebe; Blattgewebe nicht abgestorben
- ▶ Nekrosen: abgestorbene Pflanzengewebe, unterschiedlich grosse braune bis schwarze Flecken
- ▶ Pusteln: entstehen durch aufgerissene Oberhaut, wundenähnliche Gebilde, aus denen Sporenpulver austritt
- ▶ Sporenrasen

💡 Überdauern ungünstiger Bedingungen

Neben der Bildung von Dauersporen können Pilze ungünstige Bedingungen auch durch andere Möglichkeiten überdauern:

- ▶ auf grünen Pflanzenteilen, wie beispielsweise bei immergrünen Pflanzen oder auf einem Zwischenwirt (z.B. Birnengitterrost: der Pilz benötigt eine zusätzliche Pflanze, hier Wacholder, um den gesamten Lebenszyklus abzuschliessen)
- ▶ im Boden
- ▶ auf oder in befallenen Samen, Früchten, Laub etc.

Konnte ein Pilz ungünstig Bedingungen gut überdauern, kann er sich bei Wachstumsbedingungen rasch entwickeln und Schäden verursachen.

Verbreitungsformen von Schadpilzen

Gewebeparasiten dringen von aussen in Pflanzenteile ein. Zum Teil werden nur Saugorgane (Haustorien) ins Innere der Zellen getrieben. Sie versorgen den Pilz mit Nährstoffen. Gewebeparasiten können mit gewissen Pflanzenschutzmitteln von aussen direkt erreicht und beeinflusst werden.

Beispiele: Echter Mehltau, Kraut- und Knollenfäule (Falscher Mehltau), Apfelschorf, Rosenrost

Gefäßparasiten dringen in die Pflanze ein. Die Pilzhypfen gelangen meist über die Wurzeln in die Leitungsbahnen und verstopfen sie. Dadurch wird der Saftstrom gestört oder unterbrochen, was oft zum Welken und dann zum Absterben der gesamten Pflanze führt. Infektionen durch Gefäßparasiten können mit Pflanzenschutzmitteln von aussen nicht oder nur sehr schlecht bekämpft werden. Daraum sind vorbeugende Massnahmen sehr wichtig.

Beispiele: Verticillium, Fusarien, Oleanderkrebs

Entwicklung einer Pilzkrankheit (siehe Abb. 83)

1. Ansteckung oder Kontamination

Die Spore setzt sich auf der Oberfläche eines Pflanzenorgans fest (Wurzel, Knolle, Stiel, Blatt, Frucht).

2. Sporenkeimung

Ist Wasser in Tropfenform vorhanden und gleichzeitig die Temperatur genügend hoch oder entsteht bei einer Temperaturabsenkung Tau, kann die Spore keimen und einen Keimschlauch austreiben.

3./4. Infektion

Hat die Sporenkeimung auf einer anfälligen Wirtspflanze stattgefunden, bildet sich an der Spitze des Keimschlauchs ein Haftorgan. Dann durchbricht der Keimschlauch die Epidermis des Pflanzengewebes oder dringt via Spaltöffnungen und Verletzungen ins Gewebeinnere ein.

5./6. Inkubation/Kolonisation

Der Keimschlauch wächst zur Hyphe aus, die sich vielfach verzweigt und ein Myzel bildet. Die Zeitspanne von der Infektion bis zum Sichtbarwerden der Krankheitssymptome bezeichnet man als Inkubationszeit. Sie kann je nach Pilz- und Pflanzenart sowie äusseren Bedingungen einige Tage, einige Wochen oder Monate betragen.

7./8. Sporenbildung (Fruktifikation)

Ausserhalb des Pflanzengewebes bilden sich Sporenträger. Es werden ungeschlechtliche Sommersporen (Konidien) abgeschnürt, die der Weiterverbreitung dienen. Die Zeitspanne von der Infektion bis zur erneuten Bildung von Sporen wird Latenzzeit genannt. Oft ist diese praktisch gleich lang wie die Inkubationszeit.

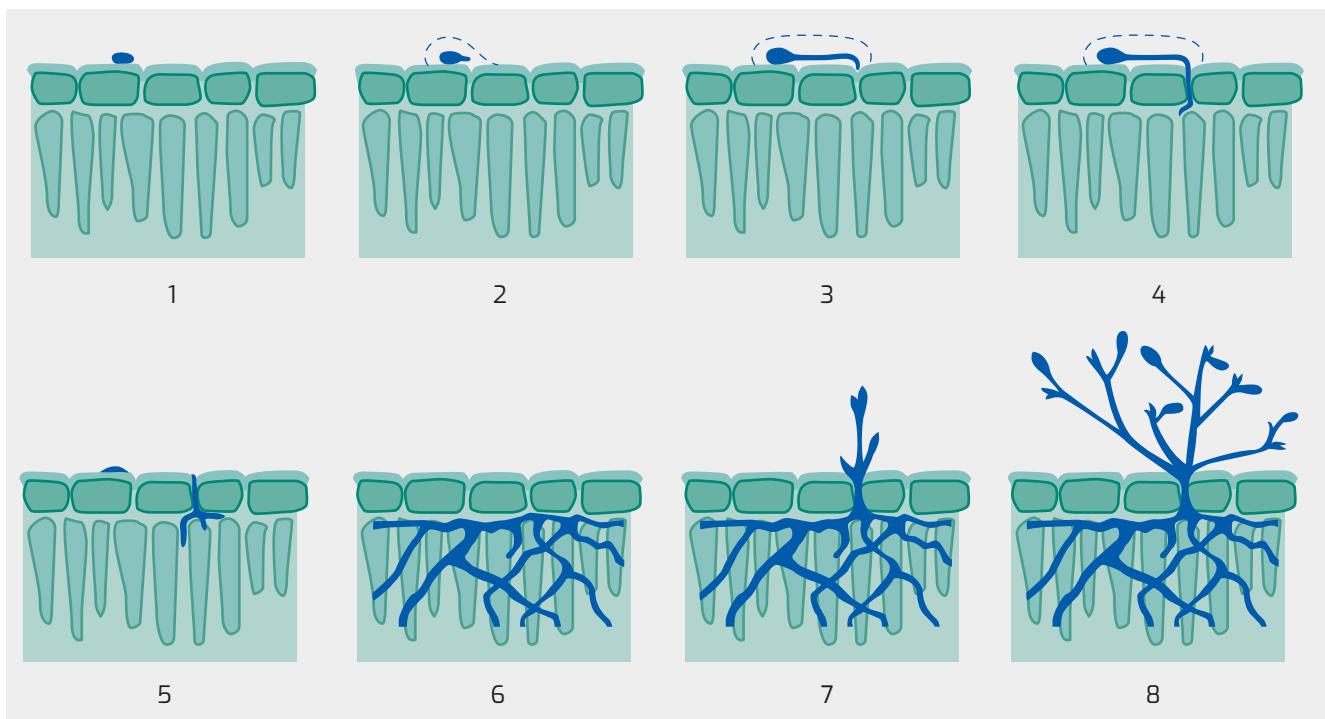


Abb. 83: Befall einer Wirtspflanze durch eine Pilzkrankheit

Bodenpilze

Bodenpilze befallen die Wurzeln und die Stängelbasis der Pflanzen. Sie überleben im Boden als Dauersporen oder von totem organischem Material (saprophytisch) auf Resten der Wirtspflanzen. Verschiedene Krankheiten werden durch Bodenpilze verursacht. Bei häufigem Anbau der Wirtspflanzen werden sie im Boden angereichert. Sie bilden keine weit fliegenden Verbreitungssporen aus, können jedoch im Boden, auf abgestorbenen Pflanzenresten oder Wirtspflanzen oder über Sklerotien (verhärtete Dauerform des Pilzes) mehrere Jahre überleben. Von dort aus können sie die anfällige Kultur oder Vertreter aus derselben Pflanzenfamilie wieder befallen. Je schneller bei einer bestimmten Krankheit der Pilz im Boden oder auf den Pflanzenresten abgebaut wird, desto schneller können anfällige Kulturen wieder angebaut werden.

Vor allem in Baumschul-Freilandkulturen beim Einsatz von Gründüngung im Nachbau von Ackerbaukulturen wie Raps oder Erbse ist dies zu beachten. Nach Erbsen oder Bohnen dürfen keine Leguminosen wie Klee oder Luzerne als Gründüngung verwendet werden. Nach Raps keine Kreuzblüten-gewächse wie Senf.

Tab. 18: Beispiele wichtiger Bodenpilze

Kulturen (Auswahl)	Bsp. Krankheit	Wich-tigkeit
Rhododendron, Azalee, Viburnum	Phytophthora	sehr wichtig
Stauden diverse	Phoma, Fusarien	wichtig
Ahorn, Catalpa	Welkekrankheiten Verticillium	sehr wichtig
Begonien	Botrytis	wichtig
Aussaaten von Sommerflor usw.	Wurzelfäule, wie Pythium, Botrytis, Fusarium, Phytophthora, Rizoctonia	sehr wichtig

Beispiel Phoma an Vinca minor (Kleines Immergrün)

Schadbild

- ▶ An den Haupt- und Seitentrieben der Pflanze entstehen schwarze Triebe und Faulstellen an der Triebbasis
- ▶ Die Jungpflanzen kümmern und bleiben klein
- ▶ Die Pflanzen welken, trotz ausreichender Wasserversorgung
- ▶ Die Blätter älterer Pflanzen verfärbten sich gelb bis schwarz
- ▶ Oft treten die Symptome nesterweise auf, häufig an feuchten Stellen in Baumschulen und Rabatten



Abb. 84: Vincatriebsterben (Phoma)

Lebenszyklus

- ▶ Der bodenbürtige Pilz überwintert auf befallenen Pflanzenteilen
- ▶ Wirtspflanzen sind vor allem Stauden, Kräuter und Arzneipflanzen wie Vinca, Baldrian, Basilikum usw.

Ökologie

- ▶ Der Befall mit den Sporen kann nur bei feuchtem Boden stattfinden und ist bei 15–20°C stark begünstigt

Bekämpfung

- ▶ Indirekt:
 - ▷ Überkopfbewässerung und Wässern am Abend möglichst vermeiden
 - ▷ Auf allgemeine Hygiene achten
 - ▷ Schnittwerkzeug und Vermehrungsplatten desinfizieren
- ▶ Direkt:
 - ▷ Behandeln mit Fungiziden
 - ▷ Sterilisation der Aufzucht-Erde

Beispiel Welkekrankheiten Verticillium an Ahorn

Schadbild

- ▶ Absterben und Welken von Kulturpflanzen trotz genügend Wasser
- ▶ Die Blätter rollen sich ein, welken, vergilben und sterben ab
- ▶ Ringförmige Verbräunung im Querschnitt des Triebes



Abb. 85: Verticillium

Lebenszyklus

- ▶ Langjähriges Überleben der Pilze im Boden
- ▶ Die Pflanzen werden über die Wurzeln und nicht desinfiziertes Werkzeug kontaminiert
- ▶ Der Pilz kommt über die Leitungsbahnen in die Pflanze und bringt die betroffenen Triebe zum Absterben
- ▶ Gestresste Pflanzen sind sehr anfällig auf diese Welke

Ökologie

- ▶ Die Sporen werden bei mäßig feuchtwarmen Bedingungen im Boden angereichert

Bekämpfung

- ▶ Indirekt:
 - ▷ Gesunde Pflanzen kaufen
 - ▷ Werkzeug desinfizieren
 - ▷ Bei Steckholzvermehrung auf gesunde Mutterpflanzen achten
- ▶ Direkt:
 - ▷ Pflanzen stärken damit Stress möglichst vermieden wird

Rostkrankheiten

Mehrere Tausend Rostpilzarten sind bekannt, wobei zwischen nicht wirtswechselnden und wirtswechselnden Arten unterschieden wird. Die wirtswechselnden Rostpilze benötigen für den Entwicklungszyklus zwei verschiedene Pflanzenindividuen, einen Sommerwirt und einen Winterwirt. Die nicht wirtswechselnden Arten machen den gesamten Lebenszyklus auf derselben Pflanze. Rostpilze sind von grosser Bedeutung, da sie sich bei optimalen Bedingungen rasch und über grosse Flächen verbreiten. Durch den Befall der Blattfläche wird einerseits die Fotosynthese verringert, andererseits die Atmung und Verdunstung verstärkt, was bei hohem Befall zu starken Ertragseinbussen führen kann.

Tab. 19: Beispiele wichtiger Rostkrankheiten

Kulturen	Bsp. Krankheit	Wichtigkeit
Geranien (Pelargonien)	Pelargonienrost	wichtig
Rosen	Rosenrost	wichtig
Weide (Salix)	Weidenrost	nicht wichtig
Bellis	Bellisrost	wichtig
Chrysanthemen	Weisser Chrysanthemenrost	wichtig
Rasen	Puccinia	wichtig
Birnen/ Wachholder	Birnengitterrost	wichtig

Beispiel Weidenrost an Weide

Schadbild

- ▶ Gelborange Flecken auf der Blattoberseite
- ▶ Helle Pusteln, ca. 1mm gross, die gleichmäßig über die Blattunterseite verteilt sind
- ▶ Auftreten ab Ende Mai/Anfang Juni



Abb. 86: Rost an Weide

Lebenszyklus

- ▶ Der Weidenrost ist ein wirtswechselnder Pilz. Hauptwirt ist die Weide, Zwischenwirte gibt es diverse.
- ▶ Im gemässigten Klima ist der Zwischenwirt für die Ausbreitung der Krankheit unwichtig.
- ▶ Weidenrost überwintert mit Myzel oder Sporen auf Weidentrieben.
- ▶ Bei warmen Temperaturen bilden sich fortlaufend neue Sporen, die sich mit dem Wind mehrere Kilometer weit verbreiten und neue Pflanzen infizieren.

Ökologie

- ▶ Günstige Bedingungen sind warme Sonnentage von 20 bis 25°C kombiniert mit kühlen Nächten unter 15°C und Taubildung.

Bekämpfung

- ▶ Indirekt:
 - ▷ Vernichten von befallenen Blättern
 - ▷ Keine zu hohen Stickstoff-Gaben
- ▶ Direkt:
 - ▷ Fungizid Einsatz (Kontrolle ab DC 37)

Beispiel Birnengitterrost

Schadbild

- ▶ Auf dem Wacholder bilden sich dunkelbraune Wärzchen, die bei Feuchtigkeit gallertartig zu 1 bis 2cm langen lappenartigen Gebilden anschwellen
- ▶ Beim Birnbaum entstehen im Frühsommer auf der Blattoberseite orange-rote Flecken mit kleinen schwarzen Punkten, später braune Gewebewucherungen auf der Blattunterseite
- ▶ Ein stark befallener Birnbaum verliert bereits im Sommer die Blätter



Abb. 87: Birnengitterrost an Wacholder

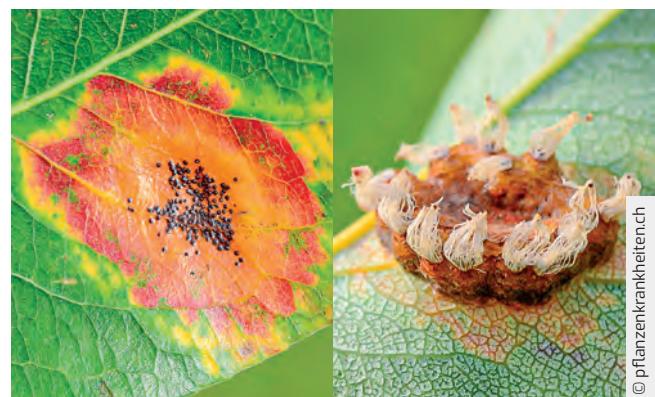


Abb. 88: Birnengitterrost an Birne

- ▶ Für gesunde Birnbäume sind mit Birnengitterrost befallene Birnbäume keine Gefahr, da der Pilz nicht auf der Birne überwintern kann

Bekämpfung

- ▶ Indirekt:
 - ▷ Entfernung und Vernichtung (befallener) Wacholdersträucher im Umkreis von bis zu 500 m um Birnbaum-Anlagen
- ▶ Direkt:
 - ▷ Fungizide
 - ▷ Stark befallene Birnenblätter ablesen, im Herbst einsammeln und verbrennen



Lebenszyklus

- ▶ Wirtswechselnder Rostpilz: Hauptwirt ist der Wacholderstrauch, Zwischenwirt der Birnbaum
- ▶ Birnengitterrost überwintert als Myzel im Wacholdergehölz, im Frühjahr bilden sich Fortpflanzungssporen (Basidiosporen), die im April/Mai mit dem Wind auf die Birne gelangen
- ▶ Die Befruchtung erfolgt auf dem Birnbaum und der Rostpilz gelangt im Juli/August als Sporen aus den becherförmigen Sporenlagern (Aecidien) wiederum mit dem Wind auf Wacholdersträucher

Ökologie

- ▶ Ein befallener Wacholderstrauch ist lebenslang Träger des Pilzes
- ▶ Kühl-feuchte Witterung im April und Mai begünstigt die Entwicklung
- ▶ Für die Übertragung der Sporen vom Wacholderstrauch auf den Birnbaum sind die Distanz zwischen den Wirten, die Windstärke und die Windrichtung entscheidend

Abb. 89: Rostpilz verursacht auf der Blattoberseite des Birnbaums leuchtend rote Flecken (links) und auf der Blattunterseite braune Gewebewucherungen mit Aecidien (becherförmiges Sporenlager) (rechts).

Mehltauarten

Bei den Mehltauarten wird zwischen dem Falschen Mehltau und dem Echten Mehltau unterschieden.

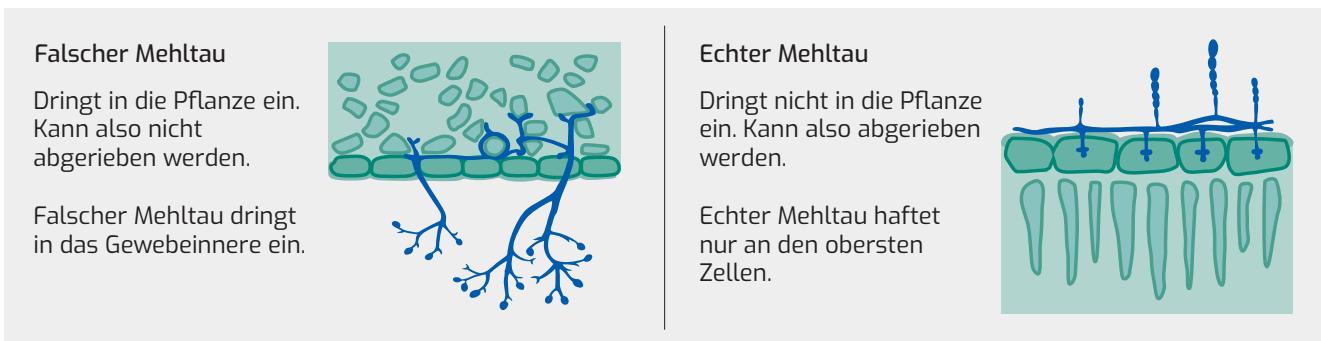


Abb. 90: Unterscheidung Falscher und Echter Mehltau

Tab. 20: Unterscheidung Falscher und Echter Mehltau

	Falscher Mehltau	Echter Mehltau
Taxonomie	niederer Pilz oder pilzähnlicher Organismus	echter Pilz
Wetterpräferenzen	bevorzugt feuchtwarme Umgebung und nasse Blätter	bevorzugt trockene, warme Bedingungen
Schnellidentifikation	nicht oder nicht leicht abwischbarer Belag, besiedelt vorwiegend die Blattunterseiten	abwischbarer, mehlartiger weisser Pilzbelag, besiedelt vorwiegend Blattoberseiten, bei Phlox auch Stängel
Überwinterung	auf Pflanzgut am Lager und als Dauersporen im Boden auf Laub (z.B. Weinrebe) oder anderen Pflanzenresten	als Myzel an lebendem Wirtsgewebe (ist aber nicht bei allen Arten abschliessend geklärt)
Parasitismus	dringt häufig über Blattunterseite in das Gewebe der Pflanze ein, führt zu Chlorosen, dann Nekrosen/Welke, Verfall und manchmal zum Absterben der Pflanze	wächst auf der Oberfläche der Pflanze und bildet dort ein Myzel
Wirtsspektrum	Eine Art des Falschen Mehltaus kann eine breite Palette von Pflanzen befallen	Jede Art des Echten Melhtaus ist wirtsspezifisch (befällt nur eine Pflanzenart)

Falscher Mehltau

Der Falsche Mehltau dringt in das Pflanzengewebe ein und bildet häufig auf der Blattunterseite einen weisslich grauen Sporenbelag. In Gartenanlagen und in der Pflanzenproduktion ist er von grosser Bedeutung. Bei günstigen Bedingungen kann sich der Pilz rasant verbreiten und zu grossen Ertragsausfällen und optischen Beeinträchtigungen führen.

Tab. 21: Beispiele wichtiger Falscher-Mehltau-Krankheiten

Kulturen (Auswahl)	Bsp. Krankheit	Wichtigkeit
Hainbuche, Ahorn	Echter Mehltau	wichtig
Weinreben	Falscher Mehltau	sehr wichtig
Phlox	Echter Mehltau	sehr wichtig
Galium, Iberis	Falscher Mehltau	nicht wichtig
Minze, Salbei	Echter Mehltau	wichtig
Sonnenblume	Falscher Mehltau	sehr wichtig

Beispiel Falscher Mehltau der WeinrebeSchadbild

- ▶ ölige hellgrüne Flecken auf der Blattoberseite, weisser Pilzteppich auf der Blattunterseite
- ▶ später rötlich-braune abgestorbene Blattteile und dadurch fehlende Fotosyntheseleistung, bei Starkbefall sogar Entlaubung der Rebe
- ▶ weisser Pilzteppich auf jungen Beeren
- ▶ reifere Beeren sind weniger anfällig für eine direkte Infektion, können aber über den Stiel infiziert werden, Pilz breitet sich in der Frucht aus (Lederbeeren)

Lebenszyklus

- ▶ Auf Pflanzenmaterial im Boden überdauernde und gekeimte Sporen gelangen mit Regentropfen auf Rebenblätter (Mai bis Juli)
- ▶ Der Pilz nistet sich im Blattinnern ein, breitet sich aus und produziert grosse Mengen an Sporen, die sich mit dem Wind weiterverbreiten

Ökologie

- ▶ Erste Infektionen über Dauersporen im Boden oder Laub vom Vorjahr ab frühem Wachstumsstadium der Reben
- ▶ Warmfeuchte Witterung mit Temperaturen > 10 °C und Regen oder Taubildung

Bekämpfung

- ▶ Indirekt:
 - ▷ Sortenwahl (pilzwiderstandsfähige Sorten)
 - ▷ gut durchlüftete Laubwand schaffen, damit Reben nach Regenfall rasch abtrocknen
 - ▷ keine zu hohen Stickstoffgaben, um übermässige Blattbildung zu verhindern
 - ▷ hohes Begleitkraut entfernen, da durch dieses ein feuchtes, optimales Mikroklima für die Pilzentwicklung begünstigt wird
 - ▷ befallenes Pflanzenmaterial im Herbst entfernen und vernichten
- ▶ Direkt:
 - ▷ Fungizide
 - ▷ Pflanzenstärkungspräparate

Echter Mehltau

Die Bezeichnung Echter Mehltau ist vom Schadbild abgeleitet: Eine befallene Pflanze sieht aus, als ob Mehl darüber gestäubt worden wäre. Der Echte Mehltaupilz lässt sich – anders als der Falsche Mehltau – leicht von den Blättern abstreifen, da er bloss oberflächlich in die Zelle eindringt.

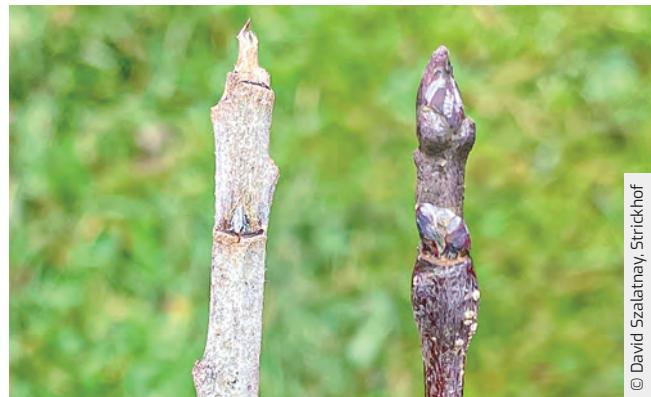
Beispiel Echter Mehltau beim Apfel (*Malus*)

Schadbild

- ▶ Im Winter erscheinen befallene Knospen spitz und gespreizt
- ▶ Triebe und Blätter sind mit weissem Pilzbelag bedeckt.
- ▶ Knospenaustrieb erfolgt langsam, Blüten wachsen verkümmert und verfärbten sich später braun, Blätter rollen sich ein und fallen verfrüht ab
- ▶ Es bilden sich netzartige Rostflecke an Früchten



Abb. 91: Mehltau an Apfeltrieb, weiss bepuderte, fehltentwickelte Blätter



© David Szalatnay, Strickhof

Abb. 92: Links mit Mehltau: Die Knospenschuppen sind nicht geschlossen, der Trieb weiss bepudert. Rechts: gesunder Trieb

Lebenszyklus

- ▶ Myzel überwintert in den Knospen des Vorjahres
- ▶ Junge Blätter werden infiziert (Mai/Juni)
- ▶ Befallene Pflanzenteile geben andauernd neue Sporen ab und infizieren immer wieder von Neuem gesunde Pflanzenteile

Ökologie

- ▶ Optimale Bedingungen für den Pilz sind warme Temperaturen (19–25 °C) mit hoher Luftfeuchtigkeit, jedoch ohne Niederschläge (Schönwetterpilz)

Bekämpfung

- ▶ Indirekt:
 - ▷ Sortenwahl
- ▶ Direkt:
 - ▷ konsequentes Entfernen kranker Triebe/Pflanzenteile beim Winterschnitt und beim Austrieb
 - ▷ Fungizide
 - ▷ Bioanbau: Kalium-Bicarbonat, Netzschwefel
 - ▷ Schwefelanwendung bei warmem Wetter (nicht bei Hitze), Mehltaufungizide mit Schorfbehandlung kombinieren

Beispiel Echter Mehltau an Rosen

Schadbild

- ▶ Weisse, abwischbare, mehlige Flecken, die auf Blättern, Stängeln und Früchten in der zweiten Kulturhälfte erscheinen, insbesondere bei trockener, heißer Witterung. Je nach Frühjahrswitterung kann die Krankheit bereits früher in Erscheinung treten
- ▶ Kranke Blätter verwelken und sterben langsam ab



© Renovita Wilen GmbH, Patrice Arnet

Abb. 93: Echter Mehltau an Amelanchier

Lebenszyklus

- ▶ Sporen gelangen auf die Blätter, es entsteht ein weissliches Pilzgeflecht.
- ▶ Auf dem Pilzgeflecht entstehen asexuell neue Sporen (Konidien). Diese Konidien sind in Ketten abgeschnürt und werden unter dem Einfluss wechselnd feuchter und trockener Witterung von den Ketten gelöst.
- ▶ Durch Wind, aber auch durch Kulturarbeiten, können die Sporen auf neue Pflanzen getragen werden, wo sich die Infektion weiter ausdehnt.
- ▶ Wie der Pilz überwintert, ist nicht abschliessend geklärt. Möglichkeiten wie eine Überwinterung als Fruchtkörper, auf Beikräutern oder als Sporen, die am Gewächshaus kleben bleiben, werden diskutiert

Ökologie

- ▶ Für die Pilzentwicklung ist trockenwarmes Klima ideal.

Bekämpfung

- ▶ Indirekt:
 - ▷ Sortenwahl
 - ▷ Im Gewächshaus: Temperaturen tagsüber mehr als 21°C und wegen Taubildung nachts tiefe Temperaturen vermeiden
 - ▷ gute Luftzirkulation durch Ventilation
 - ▷ anfällige Kulturen im Gewächshaus über Mittag kurz befeuchten, dies erhöht die Luftfeuchtigkeit. Vorsicht jedoch wegen Blattverbrennungen oder Krankheiten, welche feuchte, warme Verhältnisse bevorzugen
- ▶ Direkt:
 - ▷ Fungizid Einsatz im Gewächshaus
 - ▷ Im Freiland lohnt sich eine Fungizid-Behandlung nur, wenn der Befall frühzeitig auftritt (noch vor dem letzten Kulturdrittel)
 - ▷ Bei starkem Befall starker Rückschnitt

Botrytis cinerea (Graumschimmelfäule, Graufäule)

Der Pilz kann ein breites Wirtsspektrum infizieren, darunter die stark betroffenen Begonien, Lavendel und Geranien und weitere wie auch Nadelgehölze. Der Pilz kann über mehrere Jahre hinweg in der Erde auf abgestorbenem Material überleben. Er ist ein Schwächeparasit und befällt daher Pflanzen mit ungünstigen Lebensbedingungen.

Schadbild

- ▶ Die Botrytis-Graufäule befällt Stängel, Blätter, Blütenknospen und Blütenkörbe
- ▶ An jungen Pflanzen entstehen zunächst dunkle Verfärbungen an den Stängeln, später faul das Pflanzengewebe und der Stängel kann brechen
- ▶ Die Fäulnisstellen sind mit einem grauen, stäubenden Pilzbelag (bestehend aus Konidienträgern und Konidien) überzogen



© Renovita Wilen GmbH, Patrice Arnet

Abb. 94: Botrytis an Rosen

Lebenszyklus

- ▶ Die Infektion erfolgt über 3 Möglichkeiten:
 - ▷ Konidieninfektion zwischen 3 und 39°C mit Sommersporen;
 - ▷ Myzelinfektion von Pflanzenteil zu Pflanzenteil übertragbar;
 - ▷ Sklerotieninfektion mit 1 bis 4 mm grossen Dauersporen. Diese können bis 2 Jahre überdauern
- ▶ Pilz zerstört die Pflanzenzellen und bringt diese zum absterben
- ▶ Sklerotien überleben im Boden bis 2 Jahre

Ökologie

- ▶ Bei engem Pflanzabstand oder in Gewächshäusern mit schlechter Hygiene ist die Infektionsgefahr erhöht
- ▶ Fehlende Luftbewegung und hohe Luftfeuchtigkeit oder Taubildung fördern den Befall

Bekämpfung

- ▶ Indirekt:
 - ▷ N- Überschuss und K- und Ca Mangel vermeiden
 - ▷ Öfter durchlüften im Gewächshaus
 - ▷ Mehr Luftzirkulation und grösserer Pflanzabstand
- ▶ Direkt:
 - ▷ Fungizidbehandlung bei hohem Befallsrisiko möglich

Schorfarten

Der Schorfpilz gehört zu den wichtigsten Krankheitserregern im Kernobstanbau. Ohne Bekämpfung des Pilzes an den Obstbäumen käme es bei den heute beliebten Sorten zu Ernteausfällen von bis zu 100%. Durch den Pilzbefall auf Blättern wird die Fotosynthese eingeschränkt. Ein frühzeitiger und starker Krankheitsbefall von Blättern oder Früchten, kann zu vorzeitigem Blattfall resp. Fruchtfall führen. Spätere Infektionen verunstalten die Früchte, was zu einer Deklassierung führen kann, zudem wird die Lagerfähigkeit von befallenem Obst vermindert.

Beispiel Apfelschorf

Schadbild

- ▶ rotbraune Flecken auf Blättern, dunkelbraune Flecken auf Früchten
- ▶ Bei starkem Krankheitsbefall können Blätter und Früchte frühzeitig abfallen


© Strickhof

Abb. 96: Blatt mit Schorflecken

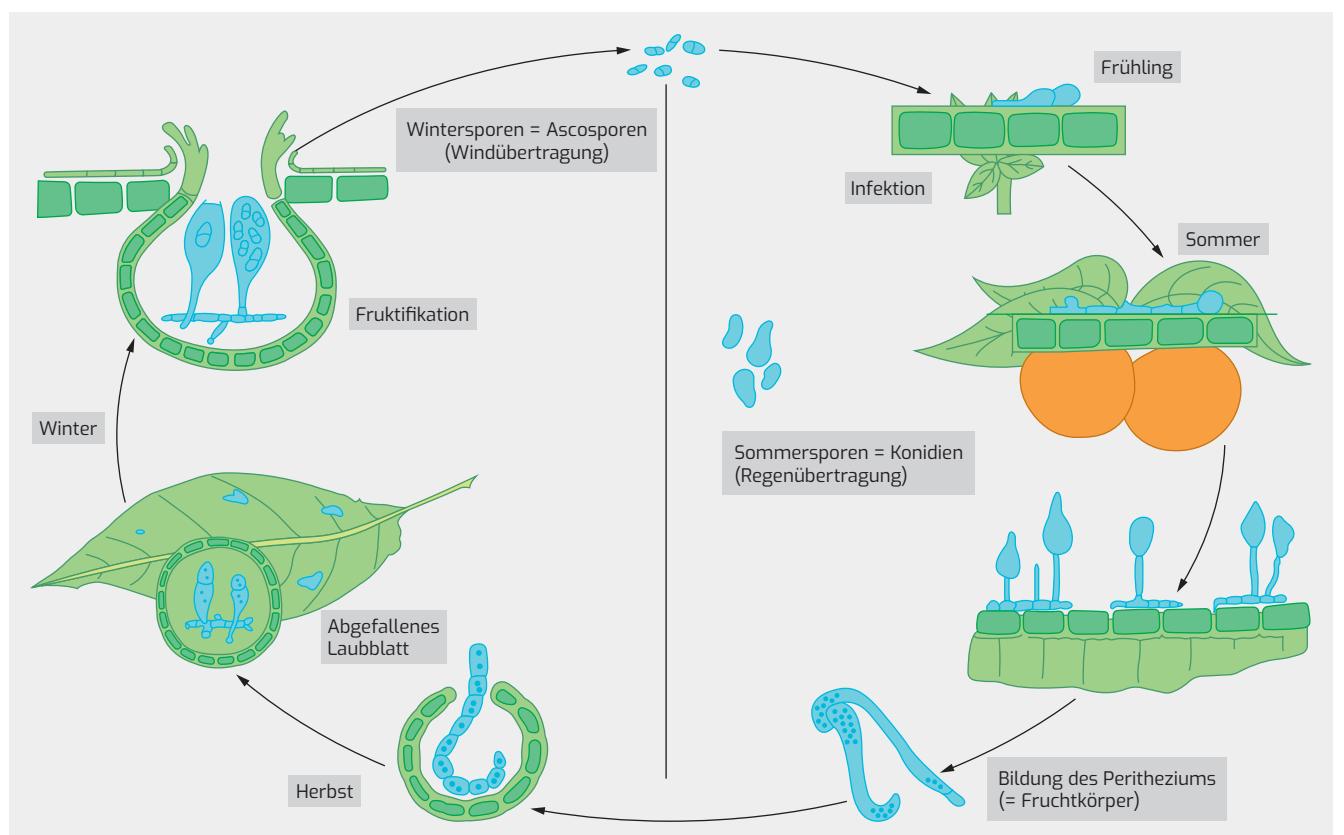


Abb. 95: Lebenszyklus von Schorf



Abb. 97: Apfel mit starkem Schorfbefall

Lebenszyklus

- ▶ Überwinterung des Pilzes auf dem abgefallenen Laub.
- ▶ Sporen werden mit Regentropfen oder dem Wind auf junge Triebe und Früchte übertragen, haften dort fest und verbreiten sich auf der Oberfläche der Pflanzenteile. Da nicht alle Sporen gleichzeitig reifen, finden bei Regen fortlaufend neue Infektionen von April bis Juni statt. Ab Juli sind keine weiteren Sporen mehr im Boden vorhanden.
- ▶ Nach der Inkubation wächst ein Pilzbelag. Die hier gebildeten Sommersporen werden bei Regen in tieferliegende Kronenbereiche gespült und können neue Organe infizieren.

Ökologie

- ▶ Für die Sporenkernung sind längere nasse Regenperioden optimal. Bei fehlender Feuchtigkeit bildet sich kein Myzel und die Sporen sterben ab.
- ▶ Je tiefer die Temperaturen, umso langsamer erfolgt eine Infektion.

Bekämpfung

- ▶ Indirekt:
 - ▷ schorfresistente Sorten wählen
 - ▷ Standorte wählen, an denen die Blätter möglichst schnell abtrocknen
 - ▷ Einsammeln des Fallobes im Herbst und rasche Verrottung anstreben (Häckseln, Nitrat applizieren)
 - ▷ Obstbäume regelmäßig auf Schorfbefall kontrollieren
- ▶ Direkt:
 - ▷ Fungizid-Behandlung (für kurative Anwendungen auch Schorfmodelle beachten)
 - ▷ Bioanbau: Kupfereinsatz, saure Tonerde, Steinmehle

Blattfleckenkrankheiten (*Alternaria*, *Ascochyta*, *Septoria*, *Schrotschuss*)

Blattfleckenkrankheiten sind im Gartenbau und in der Produktion weit verbreitet, beispielsweise bei Gehölzen, bei Stauden oder bei Wechselflor. Eine hohe Luftfeuchtigkeit begünstigt den Pilz. Durch die Ausbreitung des Pilzes auf der Blattfläche wird die Fotosyntheseleistung vermindert.

Beispiel *Alternaria* bei Oleander

Die beiden Krankheitserreger *Alternaria solani* und *Alternaria alternata* sind die Verursacher der Blattfleckenkrankheit an Oleander (*Nerium oleander*), Enzianstrauch (*Lycianthes rantonnetii*) und weiteren Nachtschattengewächsen.

Schadbild

- ▶ An Blättern entwickeln sich kleine, graubraune Flecken mit konzentrischen Kreisen. Sprühflecken (bis 0,5 cm) zeigen sich ab Ende Mai bis Anfangs Juni auf den noch grünen Blättern (*Alternaria alternata*)
- ▶ Scharf begrenzte, runde, braune Flecken mit konzentrischen Kreisen an älteren Blättern (*Alternaria solani*)

Abb. 98: *Alternaria* bei Oleander

Lebenszyklus

- ▶ Die Sporen überwintern auf Pflanzenrückständen oder im Boden
- ▶ Sporen werden von Wind und Regenspritzern verbreitet und befallen zunächst ältere, geschwächte Blätter, an denen dann neue Sporen entstehen
- ▶ Jungpflanzen werden hauptsächlich bei der Vermehrung durch den Kontakt mit kranken Mutterpflanzen angesteckt

Ökologie

- ▶ Die Sporenbildung erfordert eine hohe Temperatur und Luftfeuchtigkeit, deshalb tritt die Krankheit meist erst nach schwülen Perioden im Juli auf.

Bekämpfung

- ▶ Indirekt:
 - ▷ Sortenwahl
 - ▷ Gesundes Saatgut wählen und/oder gesunde Mutterpflanzen verwenden
 - ▷ Gute Wachstumsbedingungen für die Pflanzen schaffen
 - ▷ Optimale Klimaführung bei Nachtschattengewächsen im Gewächshaus
 - ▷ Abstand von nahegelegenen Flächen mit Nachtschattengewächsen, da Sporen auch über den Wind verteilt werden (Überwinterung)
- ▶ Direkt:
 - ▷ Einige Fungizide gegen die Kraut- und Knollenfäule oder gegen andere pilzliche Erreger wirken auch gegen Alternaria
 - ▷ Saatgutbehandlung (*Solanum*) mit Heisswasser

Beispiel Septoria an Cornus

Bei *Cornus* (Hartriegel) treten oft *Septoria*-Pilzarten auf, meistens die Blattdürre *Septoria cornicola*. Der Befall der Blattdürre hat in den letzten Jahrzehnten stark zugenommen. Er führt zu einer reduzierten Fotosynthese-Leistung. Besonders bei häufigem Regen im Frühling ist *Septoria* eine bedeutende Krankheit, welche starke optische Schäden verursacht.

Schadbild

- ▶ Befallene Keimlinge laufen schlecht auf.
- ▶ Kleine Flecken auf Blättern, die dann zusammenfließen zu braun bis violetten Flecken.
- ▶ Der Befall breitet sich aus, die Verbräunung nimmt zu und Pflanzengewebe stirbt ab.
- ▶ Im abgestorbenen Gewebe werden braunschwarze kleine Punkte (kugelförmige Behälter, welche Sporen enthalten, auch Pyknidien genannt) sichtbar.



© Renovita Witzen GmbH, Patrice Armet

Abb. 99: Septoria Blattfleckenkrankheit an Cornus

Lebenszyklus

- ▶ sowohl samen- als auch bodenbürtiger Pilz (samenbürtiger Pilz führt zu Auflaufschäden)
- ▶ Überdauert im Boden in Form von Dauer- und Sommersporen, in Fruchtkörpern und auf Pflanzenmaterial
- ▶ Dauersporen werden bei Regen herausgeschleudert und mit Regenspritzern vom Boden auf die unteren Blätter übertragen oder mit dem Wind weit herum verteilt

Ökologie

- ▶ Nasse Witterung fördert den Krankheitsbefall (5–10 mm Regen und 1 bis 2 Tage Blattnässe ab 4 °C)
- ▶ Starkes Auftreten nach andauernden, wechselhaften Wetterperioden und bei optimalen Temperaturen von 10 bis 20 °C
- ▶ Inkubations- und Latenzzeit (Zeitraum zwischen Infektion und dem Auftreten von sichtbaren Symptomen) beträgt 2 bis 4 Wochen. Ein erster Befall ist an schlecht abtrocknenden Standorte zu beobachten, entlang Gewässern, in Senken oder an Waldrändern

Bekämpfung

- ▶ Indirekt:
 - ▷ Sortenwahl und zertifiziertes Saatgut
 - ▷ Nicht zu dichte Bestände
 - ▷ keine zu hohen Stickstoffgaben
 - ▷ Befallene Blätter sorgfältig entfernen
- ▶ Direkt:
 - ▷ Fungizideinsatz

💡 Es ist eine gängige Praxis in Neuseeland, Weinberge nach Regenfällen mit Hubschraubern im Tiefflug zu überfliegen. Dies ist als «Helikoptertrocknung» bekannt. Damit wird das Wasser von den Blättern verdrängt und die Ausbreitung von Schadpilzen wie z.B. den Grauschimmelpilz verhindert. Diese Methode gilt als effizient und wirksam zur Bekämpfung von Pilzkrankheiten, kann aber teuer sein und erfordert sehr erfahrene Hubschrauberpiloten.

Beispiel Schrotschuss an Kirsche

An Steinobstarten (Kirschen, Pflaumen, Mirabellen) und auch an Kirschchlorbeer tritt oft die Schrotschusskrankheit auf. Der Befall hat in den letzten Jahrzehnten stark zugenommen. Er führt zu einer reduzierten Photosynthese Leistung. Besonders bei vermehrtem Regen oder Nebelbildung im Frühling ist Schrotschuss eine bedeutende Krankheit an allen *Prunus* Arten, welche starke optische Schäden verursacht.

Schadbild

- ▶ Kleine rötlichbraun verfärbte Flecken auf Blättern
- ▶ Nach 10 bis 14 Tagen bricht die Mitte der Flecken aus dem Blatt und ein Lock von ca. 1 bis 10 mm bleibt zurück



Abb. 100: Schrotschuss an Kirsche

Lebenszyklus

- ▶ Pilz überdauert im Boden in Form von Dauer- und Sommersporen, in Fruchtkörpern und auf Pflanzenmaterial
- ▶ Dauersporen werden bei Regen herausgeschleudert und mit Regenspritzern vom Boden auf untere Blätter übertragen oder mit dem Wind weit herum verteilt
- ▶ Verbreitung im Bestand oder auf höhergelegene Blattetagen mit Regenspritzern

Ökologie

- ▶ Eine nasse Witterung oder Nebel fördert den Krankheitsbefall
- ▶ Starkes Auftreten nach andauernden, wechselhaften Wetterperioden und bei optimalen Temperaturen von 10 bis 20 °C
- ▶ Ein erster Befall ist an Standorten, die schlecht abtrocknen, zu beobachten

Bekämpfung

- ▶ Indirekt:
 - ▷ Sortenwahl
 - ▷ nicht zu dicht pflanzen
 - ▷ keine zu hohen Stickstoffgaben
 - ▷ Befallene Blätter und abgefallene Früchte entfernen
 - ▷ Regelmäßige Kontrolle der Pflanzen
- ▶ Direkt:
 - ▷ Fungizideinsatz

Pilzkrankheiten in Rasenflächen

Rasenflächen und Wiesen können von einer Vielzahl von Pilzen befallen werden. Ob eine Bekämpfung jedoch sinnvoll ist, entscheidet die Nutzung und die Anspruchshaltung der Eigentümer. Vorbeugende Massnahmen tragen sehr viel dazu bei, dass Pilzkrankheiten erst gar nicht überhandnehmen.

Rotspitzigkeit/Rotfadenkrankheit (*Laetisaria fuciformis*)

Rotspitzigkeit kann das ganze Jahr bei Rasen auftreten. Bei feucht-warmem Wetter und Temperaturen von 15 bis 20 °C im Sommer und im Herbst ist sie am häufigsten. Der Befall hat in den letzten Jahrzehnten stark zugenommen. Er führt zu einer reduzierten Fotosynthese-Leistung.

Diese Krankheit ist eine Schwächeerscheinung welche gerne bei verdichteten Böden oder einseitiger Ernährung auftritt.

Bei starkem Befall werden rosarote Wattebüschel sichtbar.

Schadbild

- ▶ Unregelmäßige Flecken, die ineinander verlaufen
- ▶ Rote geweihartige Gebilde, die aus den Blättern herauswachsen



Abb. 101: Rotspitzigkeit oder Rotfadenkrankheit

Lebenszyklus

- ▶ Die Rotfadenkrankheit kann während der ganzen Vegetationsperiode auftreten. Vorwiegend findet man diese aber im Sommer und Herbst
- ▶ Unregelmäßige braune Flecken am Anfang, bei genauerem Betrachten werden rosarote Hirschgeweihe erkennbar
- ▶ Bei hoher Luftfeuchtigkeit bilden sich rosarote Wattebüschel
- ▶ Es handelt sich um einen Schwächerpilz, der bei gestressten Rasenflächen auftritt

Ökologie

- ▶ Langanhaltende Feuchtigkeit und schlecht abtrocknende Grasnarbe fördern den Befall
- ▶ Starkes Auftreten bei feuchtwarmer Witterung. Temperaturen zwischen 15 bis 23 °C fördern den Pilzbefall
- ▶ Ein erster Befall ist an Standorten, die schlecht abtrocknen, zu beobachten

Bekämpfung

- ▶ Indirekt
 - ▷ Sorten- und Mischungswahl der Gräser
 - ▷ Rasenfilz reduzieren durch Verticutieren und/oder Aerifizieren
 - ▷ Regelmässige und ausgewogene Nährstoffversorgung
 - ▷ Regelmässig die Rasenmäherklingen schleifen oder wechseln
 - ▷ Bewässerung optimieren: besser 2x pro Woche durchdringend als täglich oberflächlich
- ▶ Direkt
 - ▷ Fungizideinsatz

Dollarspot (*Sclerotinia homoeocarpa*)

Im Sommer kann man bei Temperaturen von 25 bis 30 °C tagsüber und kühlen Nächten mit Taubildung am Morgen helle, bleiche Flecken mit einem Durchmesser von 1 bis 3 cm erkennen. Der Name der Pilzerkrankung kommt von der Grösse der Flecken, die mit den früheren amerikanischen Dollarmünzen übereinstimmen.



Abb. 102: Dollarspott

Ökologie

- ▶ Langanhaltende Feuchtigkeit und schlecht abtrocknende Grasnarbe fördern den Befall
- ▶ Trockene Böden, Filz und Nährstoffmangel fördern den Befall
- ▶ Starkes Auftreten bei feuchtwarmen Bedingungen um 25 °C und hoher Luftfeuchtigkeit in der Nacht
- ▶ Ein erster Befall ist an Standorten, die schlecht abtrocknen, zu beobachten

Bekämpfung

- ▶ Indirekt
 - ▷ Sorten- und Mischungswahl der Gräser
 - ▷ Rasenfilz reduzieren
 - ▷ Regelmässige und ausgewogene Nährstoffversorgung
 - ▷ früh morgens ausreichende Bewässerung
- ▶ Direkt
 - ▷ Fungizideinsatz

Hexenring (*Marasmius oreades* und andere)

Dunkelgrüne Ringe mit mehreren Metern Durchmesser, auf denen sich später Hutpilze entwickeln. Der Rasen auf den Ringen kann teilweise absterben. Im Boden bildet sich ein wasserabstossendes weisses bis rötliches Myzel, das typisch nach Pilzen riecht.

Es gibt über 60 mögliche Erreger für diese Krankheit.

Der Pilz hat sein Zentrum in der Kreismitte und befindet sich einige cm unter dem Boden.



Abb. 103: Hexenring

Lebenszyklus

- ▶ Vorwiegend in den Sommermonaten mit Temperaturen über 25 °C
- ▶ In den letzten Jahren traten diese Parameter teilweise bereits im Mai und bis in den September ein
- ▶ Bis 3 cm grosse, kreisrunde, braune Flecken. Diese sind scharf abgegrenzt von den gesunden Gräsern
- ▶ Bei hoher Luftfeuchtigkeit spinnennetzartiges Myzel sichtbar

Lebenszyklus

- ▶ Der Lebenszyklus von Hexenringen, resp. deren Pilzen kann nicht genau bestimmt werden, da es sich um verschiedene Erreger handeln kann
- ▶ Der Ring weist ein wasserabstossendes Myzel auf, dadurch trocknet der Boden dort aus
- ▶ Grosse grüne Kreise, später braun verfärbt. Diese sind optisch scharf abgegrenzt

Bekämpfung

- ▶ Indirekt
 - ▷ Sorten- und Mischungswahl der Gräser
 - ▷ Rasenfilz reduzieren durch verticutieren und aerifizieren
 - ▷ Regelmässige und ausgewogene Nährstoff- und Wasserversorgung
 - ▷ Rasenmäher desinfizieren
- ▶ Direkt
 - ▷ Fungizideinsatz

Schneeschimmel (*Microdochium nivale*)

Hohe Luftfeuchtigkeit und tiefe Temperaturen (0 bis 8 °C) mit oder ohne Schnee fördern den Pilz, der als runde, graubraune bis weissliche, klebrig-feuchte Flecken sichtbar wird. Die Flecken können einen Durchmesser von 5 bis 30 cm aufweisen.



Abb. 104: Schneeschimmel

Lebenszyklus

- ▶ Schneeschimmel ist eine Rasenkrankheit, welche durch lange Nebelperioden oder Abdeckung durch Laub oder Schnee auf dem Rasen gefördert wird.
- ▶ Der Pilz ist während der Sommermonate nicht sichtbar, was aber nicht heisst, dass er nicht vorhanden ist. Das Schadbild ist nur nicht sichtbar, da die Bedingungen für die Sporulierung (Sporenbildung) fehlen.

Ökologie

- ▶ Langanhaltende Feuchtigkeit und schlecht abtrocknende oder abgedeckte Grasnarbe fördern den Befall
- ▶ Starkes Auftreten bei feuchtkalten Bedingungen zwischen 0 und 10 °C

Bekämpfung

- ▶ Indirekt
 - ▷ Sorten- und Mischungswahl der Gräser
 - ▷ Laub auf Rasen entfernen.
 - ▷ Kalibetonte Herbstdüngung
 - ▷ Rasen kurz mähen vor dem Winter
- ▶ Direkt
 - ▷ Fungizideinsatz

Unkräuter, Beikräuter, Begleitflora

Allgemeines, Begriffserklärung

Als Unkräuter bezeichnet werden Pflanzen, die spontan auf einer Kulturfläche oder im Grünland wachsen. Die Pflanzen sind grundsätzlich unerwünscht und können wirtschaftliche und optische Einbussen verursachen, indem sie die Kulturpflanze um Platz, Licht, Nährstoffe und Wasser konkurrieren. Der Begriff Unkraut ist nicht auf Kräuter beschränkt, sondern umfasst auch weitere Pflanzen wie Gräser, Farne und Moose. Früher wurde ausschliesslich der Begriff Unkraut verwendet. Mit der Zeit wurde festgestellt, dass Unkräuter durchaus auch Nutzen bringen. Deshalb spricht man heute auch von Beikräutern oder Begleitflora. Eine einfache, aber zutreffende Definition stammt von Koch und Hurle (1978): Unkräuter sind Pflanzen, die mehr schaden als nützen. Aus dieser Definition geht klar hervor, dass Unkräuter nicht nur schaden, sondern auch von Nutzen sind. Es geht heute in der Beikrautbekämpfung nicht mehr nur darum, möglichst alle Beikräuter zu vernichten, sondern eine Regulierung zur Vermeidung von Schäden mit Hilfe wirtschaftlich und ökologisch vertretbarer Methoden anzustreben. Regulieren (oder Lenken) erfordert aber mehr Kenntnisse als Vernichten.

Daher muss Folgendes bekannt sein:

- ▶ Art und Ausmass der möglichen Schäden respektive möglicher Nutzen durch Unkräuter
- ▶ Eigenschaften und Verhalten der Unkräuter (Biologie und Ökologie)
- ▶ Eigenschaften der Kulturpflanzen im Hinblick auf Unkrautkonkurrenz und Bekämpfungsmöglichkeiten
- ▶ Massnahmen zur Bekämpfung oder Lenkung der Unkrautbestände

Schädliche Auswirkungen von Beikräutern

Bei den Schäden wird unterschieden zwischen kurzfristig schädlichen Auswirkungen im Anbaujahr in der Kultur selbst und langfristig schädlichen Auswirkungen in den Folgejahren in den Folgekulturen, resp. in der Dauerbeinpflanzung.

Kurzfristig schädliche Auswirkungen:

- ▶ Verdrängung (Platzkonkurrenz)
- ▶ Beschattung (Lichtkonkurrenz)
- ▶ Entzug von Nährstoffen (Nährstoffkonkurrenz)
- ▶ Entzug von Wasser (Wasserkonkurrenz)
- ▶ Übertragung von Krankheiten

Langfristige schädliche Auswirkungen:

- ▶ Fremdbesatz (unerwünschte Beikrautsamen, Problem-Beikräuter) auf Wurzelballen, im Topf oder auch in Dauerbepflanzungen
- ▶ Mehraufwand bei Rodungsarbeiten durch manuelles oder maschinelles Beseitigen von Beikräutern
- ▶ Mechanischer Pflegeaufwand durchs Jahr wird stark erschwert
- ▶ Höhere Unterhaltskosten bei Dauerbepflanzungen
- ▶ Krankheitsübertragung (Zwischenwirt, Wirt) z. Bsp. Rostarten



© Hans Ramseier, HAFL

Abb. 105: Unkräuter vermindern Erosion und harmlose Unkräuter verhindern das Aufkommen von schwer bekämpfbaren. Auch ganz kleine Unkräuter können mit ihren Wurzeln die Erde zusammenhalten und vor Abtrag schützen (rechts).

Nutzen von Begleitflora

Begleitflora kann auch positive Auswirkungen haben:

- ▶ Bodenbedeckung und Durchwurzelung vermindern Bodenerosion und Verschlammung
- ▶ Bodenbedeckung hat positive Wirkung auf die Bodenfauna durch die Verminderung von negativen UV-Strahlen und Austrocknung des Bodens
- ▶ Auf verunkrauteter (oder bebauter) Brache werden Nährstoffe vorübergehend vor Auswaschung geschützt
- ▶ Beikräuter schliessen schwer verfügbare Nährstoffe auf (z.B. Knöterich-Arten -> Phosphor)
- ▶ Beikräuter dienen nach dem Absterben den Mikroorganismen als Nahrung
- ▶ Harmlose Begleitflora konkurrenziert schwer bekämpfbare Problem-Unkräuter. Eine breite Begleitkrautpopulation ohne Problemunkräuter mit vielen verschiedenen Arten ist immer unproblematischer als eine Unkrautpopulation mit wenigen problematischen Arten
- ▶ Begleitflora kann bis zu einem gewissen Grad Verdichtungen auflockern
- ▶ Schädlinge (z.B. Schnecken) lassen sich durch Beikräuter von jungen Saaten ablenken
- ▶ Förderung von Nützlingen: Nützlinge finden an Beikräutern häufig lebenswichtige Nahrung
- ▶ Beispiele: Gewisse Unkräuter wie zum Beispiel der Weiße Gänsefuß (*Chenopodium album*, Ackermelde) weisen sehr früh schon Blattläuse auf, welche spezialisierte Nützlinge wie Marienkäfer in den Bestand locken. Die Pollen von Ehrenpreisarten (*Veronica*, *Gamander*) sind essenziell für gewisse adulte Schwebfliegen und Schlupfwespen.

Biologie der Beikräuter

Eine zweckmässige Einteilung der unerwünschten Beikräuter kann unter Berücksichtigung der Art der Vermehrung und der Wuchsform vorgenommen werden. Etwas vereinfacht ergibt sich demnach folgende Einteilung, die bei der Vorgehensweise für eine Regulierung der Beikräuter wichtig ist.

Einjährige, zweijährige und mehrjährige Pflanzen

a) 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, Hohlzahn, Knötericharten, Gänsefussarten, Franzosenkraut und Hirsen.

b) Zweijährige Pflanzen

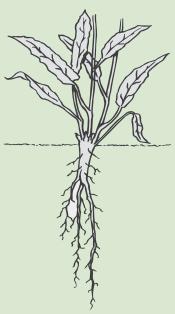
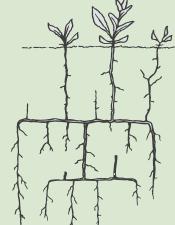
Diese keimen im Frühjahr bis Sommer und bilden im ersten Jahr einen vegetativen Spross (z.B. Blattrosette). Blüte und Fruchtbildung finden im zweiten Jahr statt. Im Gartenbau spielen diese Unkräuter kaum eine Rolle, da der Boden regelmäßig bearbeitet und die Rosetten zerstört werden. Als Beispiel kann die Wilde Möhre genannt werden.

c) 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. Mehrjährige Unkräuter können also während mehrerer aufeinanderfolgender Jahre zur Blüte und zur Samenbildung kommen. Neben die-

ser geschlechtlichen (generativen) Vermehrung ist auch die vegetative Vermehrung wichtig. Diese kann einerseits durch abgewandelte Stängelorgane (unterirdische Ausläufer) oder andererseits durch abgewandelte Wurzelorgane erfolgen. Wichtige Beispiele von mehrjährigen Unkräutern sind Blache, Ackerkratzdistel, Amphibienknöterich und Quecke

Tab. 22: Wichtige mehrjährige Unkräuter und ihre Reserveorgane

Blache	Ackerkratzdistel	Quecke
		
Pfahlwurzel	Wurzelausläufer	Stängelausläufer (Rhizome)

Gruppen von Beikräutern

Abgeleitet von der Art der Vermehrung und der Lebensdauer kann für die praktische Regulierung eine Einteilung der Beikräuter/Beigräser in folgende vier Gruppen gemacht werden.

Tab. 23: Einteilung der unerwünschten Beikräuter für die praktische Regulierung

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

Samenerzeugung und Lebensdauer der Samen

Unkräuter müssen über besondere Eigenschaften verfügen, um sich unter ständig wechselnden Bedingungen, der Bodenbearbeitung und der Konkurrenz durch die Kulturpflanzen halten zu können. Von grösster Bedeutung ist dabei die Samenproduktion (generative Vermehrung). Die vegetative Vermehrung spielt eine untergeordnete Rolle. Dabei sind die Ausnahmen wie Ackerkratzdistel, Quecken oder Erdmandelgras ausgenommen. Die folgende Tabelle gibt eine Übersicht über die Samenproduktion und Lebensdauer der Samen einer Auswahl von Begleitflora.

Tab. 24: Samenproduktion und Lebensdauer der Samen von ausgewählten Beikräutern

Pflanzenart	Ungewöhnliche Samenzahl je Pflanze	Lebensdauer der Samen im Boden (Jahre)
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
Blache (mehrjährig)	3000–7000	50–60

Unter idealen Bedingungen (freistehende Einzelpflanze, genügend Wasser und Nährstoffe) können gewisse Beikräuter ungeheure Mengen an Samen produzieren. So können Amarant bis zu 1 Mio., das Kanadische Berufkraut 240 000 und der Klatschmohn bis zu 80 000 Samen produzieren. Sobald die Pflanzen jedoch Konkurrenz haben (untereinander oder durch Kulturpflanzen), geht die Samenproduktion deutlich zurück.

Samenvorrat im Boden

Da die meisten Beikrautsamen 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/m² schwanken. Der Samenvorrat im Boden bietet die Grundlage dafür, welche Beikrautpopulation sich daraus entwickeln 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 Beikrautart und klimatischen Bedingungen 6 % bis 28 % des Samenvorrates keimen. Die restlichen Samen verbleiben in der sogenannten «Samenruhe» (Dormanz) und können später noch keimen. Die aufgelaufenen, auf der Bodenoberfläche sichtbaren Beikräuter stellen also nur die Spitze des Eisbergs dar.

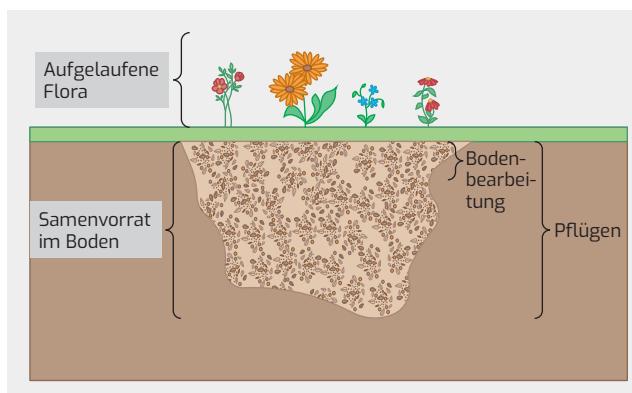


Abb. 106: Die im Feld beobachteten aufgelaufenen Unkräuter sind nur die Spitze des Eisbergs. Der Samenvorrat im Boden ist viel höher.

Standortansprüche und Veränderungen der Beikrautflora

Die Pflanzenarten einer Gegend sind nicht zufällig zusammengemischt. Eine Pflanze kann sich nur auf einem ihr entsprechenden Standort entwickeln und halten. Die Pflanzengesellschaft eines Standortes wird durch verschiedene Faktoren beeinflusst. Werden einzelne oder mehrere dieser Faktoren verändert, kann sich auch die Pflanzengesellschaft stark ändern.

Eine Pflanzengesellschaft wird durch zwei Gruppen von Faktoren beeinflusst:

- ▶ Abiotische Faktoren: Faktoren in der Umwelt, die nicht von Lebewesen verursacht oder beeinflusst werden. Bei den abiotischen Faktoren ist die Möglichkeit der direkten Einflussnahme teilweise nicht möglich oder stark eingeschränkt.
- ▶ Biotische Faktoren: Faktoren, an denen Lebewesen beteiligt sind. Hier kann in vielen Fällen recht stark Einfluss genommen werden.

Abiotische Faktoren

- a) *Klima (Temperatur, Niederschläge, Wind)*
- b) *Exposition*
- c) *Höhenlage*
- d) *pH-Wert Boden*
 - ▷ Zeiger für tiefen pH-Wert: Hederich, Pfeffer-Knöterich, Rauhaarige Wicke
 - ▷ Zeiger für hohen pH-Wert: Ackersenf, Klatschmohn, Hühnerhirse
- e) *Nährstoffversorgung (N, P, K)*
 - ▷ Indikatoren für gute N-Versorgung: Vogelmiere, Strahlenlose Kamille, Hühnerhirse, Schwarzer Nachtschatten
- f) *Humusgehalt*
 - ▷ Indikatoren für hohe Humusversorgung: Klatschmohn, Ackersenf, Ackerwinde

Die Gärtnerinnen und Gärtner haben auf Klima, Exposition und Höhenlage keinen Einfluss, die anderen Faktoren (pH-Wert, Nährstoffversorgung und Humusgehalt) können bis zu einem gewissen Grad beeinflusst oder verändert werden.

Biotische Faktoren

- a) *Menschliche Einflüsse*
 - ▷ Anbautechnik, Bodenbearbeitung: Tiefe oder weniger tiefe Bodenbearbeitung hat Einfluss auf das Keimen von Samen, resp. die Förderung von ein- und mehrjährigen Beikräutern.
 - ▷ Saat- resp. Pflanzzeitpunkt: Es gibt Beikräuter wie z.B. die Vogelmiere, Rote Taubnessel, Echte Kamille, Hirntäschel oder das einjährige Rispengras, welche das ganze Jahr über keimen, sobald Keimbedingungen vorhanden sind. Eine Keimung dieser Pflanzen ist in allen Kulturen möglich. Daneben gibt es typische «Herbstkeimer» wie der Windhalm oder der Efeublättrige Ehrenpreis, welche ausschliesslich im Herbst keimen. Eine weitere Gruppe von Unkräutern hat die Hauptkeimzeit im frühen Frühling wie Flughafener, Hohlzahn oder Ackersenf. Dann gibt es die Gruppe «Wärmekeimer», welche im späten Frühjahr keimen wie Weisser Gänsefuss, Schwarzer Nachtschatten, Amarant, Franzosenkraut und Hirsearten.

- ▷ Kulturpflanzensorten: Pflanzen mit einer raschen Jugend- und Blattentwicklung, die für eine gute Be- schattung sorgen, unterdrücken Beikraut deutlich besser als zarte, langsam wachsende Pflanzen. Dies ist vor allem bei Rasenansaaten zu beachten.
- ▷ Saatmenge, Saatdistanz und Pflanzdistanz: Eine höhere Saatmenge unterdrückt das Beikraut bes- ser als eine niedrige. Bei einer hohen Saatmenge entwickeln sich die Einzelpflanzen jedoch weniger gut, weil sie sich gegenseitig konkurrenzieren (Beispiel: Ansaat von Rasen und Wiesen). Eine kleinere Pflanzdistanz kann die Begleitflora besser eindämmen (Beispiel: Bodendeckende Pflanzungen).
- ▷ Pflanzenernährung: Eine ausgewogene Pflanzen- ernährung fördert deren ungestörte Entwicklung, erhöht ihre Bodenbedeckung und damit ihre Kon- kurrenzkraft. Bei einer übermässigen Düngung (v.a. mit Stickstoff) profitieren gewisse Beikräuter be- sonders stark (z.B. Vogelmiere), weil sie Stickstoff besser und schneller aufnehmen als die Kultur- pflanzen und sich so stärker ausbreiten können.
- ▷ Herbizideinsatz: Alle Herbizide außer Glyphosat sind selektiv, das heisst ein Teil der Beikräuter wird erfolgreich und ein Teil nur ungenügend oder gar nicht erfasst. Deshalb ist es sehr wichtig, dass die Leit- und Problemunkräuter bei einem Herbizid- einsatz sicher erfasst werden. Es ist wichtig, die relevanten Beikräuter (Problemunkräuter und Ungräser) von den unproblematischen unter- scheiden zu können. Weist das gewählte Herbizid Wirkungslücken auf und nur ein Teil der bedeutend vorkommenden Beikräuter wird erfasst, besteht die Gefahr, dass die übriggebliebenen sich umso stärker ausbreiten (erhöhte Massen- und Samen- bildung aufgrund fehlender Konkurrenz).
- ▷ Fruchfolge: Die Fruchfolge ist über mehrere Jahre hinweg wichtig, damit sich nicht immer die gleiche Kultur mit den gleichen Unkräutern entwickelt.

b) Konkurrenzkraft der Pflanzen

Kulturpflanzen entwickeln sich unterschiedlich schnell und bedecken dementsprechend unterschiedlich schnell den Boden. Ist der Boden durch die Kulturpflanze gut und gleichmäßig abgedeckt, können Unkräuter durch das fehlende Licht kaum mehr keimen. (Beispiel: Rasenflächen > siehe Ausführungen weiter unten, Rabattenbepflanzungen etc.) Gepflanzte Kulturen bringen immer Vorteile gegen- über Beikrautkonkurrenz (Bsp. Rollrasen anstelle Ansaat, Stecklinge anstelle Ansaat etc.)

c) Tierische Einflüsse

Jede Schwächung der Kulturpflanze durch Tiere (Schne- cken, Schadinsekten, Nematoden usw.) hat eine Schwä- chung der Konkurrenzkraft zur Folge.

d) Einfluss des Klimawandels auf die Beikräuter

Vom Klimawandel profitieren wärmeliebende einge- schleppte Pflanzen, zum Beispiel die Ambrosia (Aufrechtes Traubenkraut). Auch Amarant- und Hirse-Arten, das Franzosenkraut und Bingelkraut werden aufgrund der höheren Temperaturen zunehmen. Zudem dürften bisher noch kaum bekannte Unkräuter aus wärmeren Regionen, wie z.B. die Spitzklette, zukünftig eine Rolle spielen.

Unerwünschte Beikräuter und Gräser in Rasenflächen

Unerwünschte Beikräuter und -gräser im Rasen beein- trächtigen die Optik und die Nutzbarkeit. Die oft robusteren und anpassungsfähigeren Pflanzen dringen in den Rasen ein, ziehen Krankheiten und Schädlinge an, verdrängen die Rasengräser und vermindern die Nutzbarkeit.

Ursachen für diese unerwünschten Begleitflora können zum Beispiel schlechte Bodenverhältnisse, nicht angepasste Saatgutmischungen, nicht optimale Versorgung mit Nähr- stoffen und Wasser oder generell eine ungenügende Pfle- ge sein.

Breitblättrige Beikräuter

Meist haben diese einen tieferen Vegetationspunkt als die Rasengräser und werden durch die Mähmesser nicht tief genug geschnitten. Sie brauchen jedoch viel Licht und wer- den durch eine optimale Rasenpflege verdrängt. Eine che- mische Bekämpfung kann von April bis Juni und August bis September vorgenommen werden.

Beispiele: Löwenzahn, Klee, Scharbockskraut, Veronica etc.

Unerwünschte Gräser

Verschiedene Gräser sind im Rasen nicht erwünscht, da sie das einheitliche Bild stören und die Nutzbarkeit beeinflus- sen.

Beispiele: Bluthirse, Fadenhirse, Grüne Borstenhirse, Ris- pen (*Poa annua*, *Poa trivalis*), Wolliges Honiggras, Knau- gras, Quecke, Segge und Straussgräser

Invasive gebietsfremde Arten (Neobiota)

Mit zunehmender Globalisierung nehmen auch Handel, Verkehr und Fernreisen zu, wodurch Organismen über ihre natürlichen Grenzen hinaus transportiert werden. Als gebietsfremde Arten (Neobiota) werden Arten bezeichnet, die absichtlich oder unabsichtlich vom Menschen ausserhalb ihres natürlichen Verbreitungsgebiets eingebracht wurden (Pflanzen, Tiere, Pilze). Während sich der grösste Teil der Arten im neuen Ökosystem nicht etablieren kann, können einige jedoch zum Problem werden, indem sie einheimische Arten verdrängen, wirtschaftlichen Schaden anrichten oder die menschliche Gesundheit gefährden – diese werden als invasive gebietsfremde Arten bezeichnet. In der Schweiz definiert die Freisetzungsvorordnung (FrSV) die gebietsfremden Organismen und regelt den Umgang mit ihnen in der Umwelt. Die Pflanzengesundheitsverordnung (PGesV) regelt Quarantäneorganismen, potenzielle Quarantäneorganismen und geregelte Nicht-Quarantäneorganismen. Bei Quarantäneorganismen handelt es sich um besonders gefährliche Schadorganismen mit potenziell grosser wirtschaftlicher, sozialer oder ökologischer Bedeutung, welche in der Schweiz nicht oder nur lokal auftreten. Insbesondere sollen Tiere und Pflanzen sowie Lebensgemeinschaften und Lebensräume vor schädlichen Einwirkungen durch den Umgang mit gebietsfremden Organismen in der Umwelt geschützt werden. Es wird eine umfassende Bewertung der Invasivität der Art durchgeführt, die nicht nur die Schädigung der einheimischen biologischen Vielfalt, sondern auch die Gesundheit von Mensch und Tier sowie wirtschaftliche Schäden berücksichtigt (z.B. Schäden an Infrastruktur, Landwirtschaft etc.).

- ↗ Freisetzungsvorordnung, FrSV: www.fedlex.admin.ch> Systematische Rechtssammlung > Landesrecht > 8 Gesundheits - Arbeit - Soziale Sicherheit > 81 Gesundheit > 814.911 Verordnung vom 10. September 2008 über den Umgang mit Organismen in der Umwelt (Freisetzungsvorordnung, FrSV)

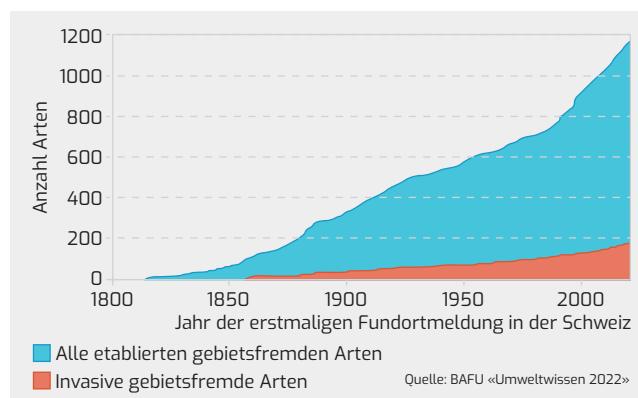


Abb. 107: Zeitliche Entwicklung der etablierten und invasiven gebietsfremden Arten

Invasive Neophyten

Im Folgenden sind gebietsfremde invasive Pflanzen, so genannte Neophyten, aufgeführt, die auf oder neben gärtnerischen Nutzflächen von Bedeutung sind oder das Potential besitzen, dort in Zukunft grössere Schäden anzurichten (Liste nicht vollständig):

- ▶ Nordamerikanische Goldruten (Kanadische und Grosse Goldrute)
- ▶ Einjähriges Berufkraut
- ▶ Japanischer Staudenknöterich
- ▶ Ambrosia (Aufrechtes Traubenkraut)
- ▶ Riesenbärenklau
- ▶ Verlotscher Beifuss (Artemisia)
- ▶ Erdmandelgras
- ▶ Drüsiges Springkraut
- ▶ Schmalblättriges oder Südafrikanisches Greiskraut



© Hans Ramseier, HAFL

Abb. 108: Kanadische Goldrute an Strassenbord (links) und Japanischer Staudenknöterich in Extensivwiese (rechts) verdrängen radikal die einheimischen Arten.

Weitere Infos sind unter folgenden Links zu finden:

- ↗ www.infoflora.ch > Neophyten
- ↗ www.jardinsuisse.ch > Invasive Neophyten | Freisetzungsvorordnung
- ↗ www.zh.ch > Umwelt & Tiere > Umweltschutz > Gebietsfremde Arten – Neobiota > Invasive Neophyten

Invasive Neozoen

Nicht alle invasiven Neozoen sind pflanzenschädigend. Für den Gartenbau potenziell wichtige invasive Tiere, sogenannte Neozoen sind:

- ▶ Japankäfer
- ▶ Asiatischer Marienkäfer
- ▶ Kirschessigfliege
- ▶ Palmmotte
- ▶ Palmrüssler
- ▶ Mittelmeerwickler
- ▶ Citrusbockkäfer
- ▶ Asiatischer Laubholzbockkäfer
- ▶ Asiatische Hornisse

▮ 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 wurde aufgrund seiner sehr schnellen Vermehrung zum 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.

Meldepflicht von besonders gefährlichen Schadorganismen

Bestimmte Schädlinge und Krankheiten können grosse Schäden anrichten, weil entsprechende Gegenspieler bei uns fehlen. Gegen sie gibt es durchführbare und teilweise wirksame Massnahmen, die die Einführung und Verbreitung dieser Organismen eindämmen oder verhindern und die von ihnen verursachten Schäden verringern können. Für diese besonders gefährlichen Schadorganismen (bgSO) besteht eine Meldepflicht. Folgende Schadorganismen sind der jeweiligen kantonalen Fachstelle Pflanzenschutz zu melden (Liste nicht vollständig, Situation kann sich laufen ändern):

- ▶ Ambrosia
- ▶ Japankäfer
- ▶ Asiatischer Laubholzbockkäfer
- ▶ Xylella fastidiosa
- ▶ Jordan-Virus auf Tomaten und Peperoni
- ▶ Goldgelbe Vergilbung der Rebe

- ↗ Die asiatische Hornisse ist nicht meldepflichtig, sollte aber unbedingt auf der Schweizer Meldeplattform für die asiatische Hornisse gemeldet werden: frelonasiatique.ch/de/

- ↗ Informationen zu diesen und weiteren Schadenorganismen sind auf der Homepage von Agroscope oder beim Bundesamt für Landwirtschaft zu finden:
Geregelte Schadorganismen, Agroscope:
www.agroscope.admin.ch > Themen > Pflanzenbau > Pflanzenschutz > Agroscope Pflanzenschutzdienst > Geregelte Schadorganismen
- ↗ Quarantäneorganismen, Bundesamt für Landwirtschaft: www.blw.admin.ch > Nachhaltige Produktion > Pflanzengesundheit > Schädlinge und Krankheiten > Quarantäneorganismen

▮ Japankäfer

Der Japankäfer stammt, wie der Name schon sagt, ursprünglich aus Japan (und anderen asiatischen Regionen) und gehört in die Familie der Blatthornkäfer, wie auch der heimische Maikäfer. 2014 wurde er erstmals in Italien (Lombardei) nachgewiesen, ein erster Befallsherd in der Schweiz wurde 2020 im Südtessin festgestellt. Die adulten Tiere verursachen Schäden, indem sie Blätter, Blüten und Früchte zahlreicher Wild- und Kulturpflanzen fressen, während die Larven die Wurzeln von Gras angreifen. Der Käfer bildet eine Generation pro Jahr, die Larven überwintern 15 bis 20 cm tief im Boden. Die sehr gefräßigen Käfer können praktisch alle Wirtspflanzen kahlfressen.

Nützlinge

Nützlinge sind die natürlichen Feinde (Gegenspieler oder Antagonisten) der Schädlinge. Sie helfen, den potenziellen Schaden in einem Bestand oder in einer Grünanlage zu begrenzen. Es gibt bei den Insekten, Spinnen, Nematoden, Bakterien, Viren und Pilzen zahlreiche Arten von Nützlingen. Einige von ihnen können gezüchtet und zur biologischen Bekämpfung freigesetzt werden. Die meisten anderen Nützlinge werden durch die Anlage natürlicher Strukturen im Bestand oder in Grünanlagen selbst oder in deren Nähe gefördert.

- ↗ Mehr Informationen dazu finden Sie im Kapitel «4. Pflanzenschutzstrategie planen und präventive Massnahmen umsetzen» unter dem Titel «Ausnutzung natürlicher Begrenzungsfaktoren – Pflege des ganzen Agrarökosystems» auf der Seite 52.

Bei den natürlichen Gegenspielern wird zwischen Räubern (Prädatoren), Parasitoiden und Krankheiten von Schädlingen (Bakterien, Viren und Pilze) unterschieden.

Räuber fressen oder saugen ihre Beute aus, sind meist grösser als ihr Opfer und weniger auf einen bestimmten Schädling spezialisiert. Bei den Insekten leben viele Arten im Larvenstadium sowie als Imago räuberisch. Die wichtigsten Räuber finden sich innerhalb der Insekten bei den Käfern, Schwebfliegen, Gallmücken und Wanzen.

Parasitoide (z.B. Schlupfwespen, Raupenfliegen) legen ihre Eier in oder auf anderen Insekten ab, wobei Eier, Larven oder erwachsene Tiere als Wirt dienen. Die Entwicklung der Parasitoiden findet im inneren des Wirts statt, der dabei, je nach Art vor oder nach dem Schlupf des Nützlings, stirbt.

Nützlinge werden allgemein durch eine strukturreiche natürliche Umgebung oder Landschaft (Hecken, Saum, Tot-

holz, Ruderalflächen, extensive Bereiche etc.) gefördert, wo sie überwintern und Nahrung finden. Wenn eine direkte Behandlung durchgeführt werden muss, sollten wenn möglich nützungsschonende Mittel eingesetzt werden.

Mehr Informationen zu Nützlingen und Förderung von Nützlingen finden sie unter folgenden Quellen:

- ↗ www.jardinsuisse.ch > Umwelt > Biodiversität
- ↗ Videos auf agrinatur.ch: www.agrinatur.ch > Videos
- ↗ Buch «Pflanzenschutz im nachhaltigen Ackerbau» der Edition-lmz AG: www.edition-lmz.ch > Landwirtschaft > Haus und Garten > Pflanzenschutz im nachhaltigen Ackerbau

Tab. 25: Auswahl von Nützlingen

Marienkäfer



Beschreibung und Nutzen

- ▶ ca. 80 Arten in Mitteleuropa
- ▶ Sowohl Imago als auch Marienkäferlarven fressen Schädlinge.
- ▶ Je nach Art fressen sie Blatt-, Schild- oder Wollläuse, Spinnmilben, Zikadennymphen oder Mehltapilze.
- ▶ Ein 7-Punkt-Marienkäfer kann in seinem Leben über 3000 Blattläuse fressen.

Förderung

- ▶ je nach Art: Wiesenstreifen, Hecken oder Laubhaufen zur Überwinterung
- ▶ natürliches Blattlausangebot dank Beikräutern fördern.
- ▶ Verzicht auf Bekämpfung von Blattläusen wie Schwarze Rübenblattlaus, solange sie nicht massenhaft auftritt (Blattlauspopulation unter Schadsschwelle dulden).

Florfliegen



Beschreibung und Nutzen

- ▶ ca. 22 Arten in Mitteleuropa
- ▶ Larven fressen Blattläuse, Schmierläuse und Spinnmilben.
- ▶ Je nach Art vertilgen sie 200 bis 1000 Blattläuse in ihrem gesamten Larvenstadium.

Förderung

- ▶ blühende Pflanzen wie Beikräuter, Blumen an Wegrändern, extensive Wiesen, Buntbrachen und Nützlingsstreifen. Erwachsene Florfliegen ernähren sich von Nektar, Pollen und Honigtau.
- ▶ Verzicht auf Mähaufbereiter



Tab. 31: Auswahl von Nützlingen (Fortsetzung)**Schlupfwespen**

© S. Keller, Eschenz

Beschreibung und Nutzen

- ▶ legen ihre Eier in oder auf verschiedene Entwicklungsstadien der Schädlinge. Nach dem Schlupf des Nützlings stirbt der Wirt.
- ▶ parasitieren Raupen, Blatt-, Blut- und Schildläuse

Förderung

- ▶ blühende Pflanzen wie Beikräuter, Blumen an Wegrändern, extensive Wiesen oder Buntbrachen. Erwachsene Schlupfwespen benötigen Nektar und Honigtau.
- ▶ Verzicht auf Bekämpfung von Blattläusen wie Schwarze Rübenblattlaus, solange sie nicht massenhaft auftritt (Blattlauspopulation unter Schadsschwelle dulden).
- ▶ Verzicht auf Mähaufbereiter



© S. Keller, Eschenz

Laufkäfer

© S. Keller, Eschenz

Beschreibung und Nutzen

- ▶ in Mitteleuropa über 700 Arten
- ▶ 3 mm bis 4 cm gross
- ▶ fressen als Käferlarve und im erwachsenen Stadium Insekten, Schnecken und andere Kleintiere in allen Stadien (Eier, Larven, erwachsene Tiere)
- ▶ fressen bis zum Dreifachen ihres Körpergewichts pro Tag

Förderung

- ▶ bedeckte Böden
- ▶ Wiesen, Hecken und bewachsene Feldränder
- ▶ schonende Bodenbearbeitung und Lockerung der Ackerböden
- ▶ Untersaaten, Beikräuter und Zugabe von organischem Material



© S. Keller, Eschenz

Tab. 31: Auswahl von Nützlingen (Fortsetzung)**Raubmilben****Beschreibung und Nutzen**

- ▶ 0,4 mm lang, bewegen sich schnell
- ▶ fressen Spinnmilben und deren Eier
- ▶ fressen zwei bis drei Spinnmilben oder 200 Pockenmilben pro Tag

Förderung

- ▶ Hecken mit Brombeeren, Roter Hartriegel, Haselnuss, Rote Heckensche
- ▶ Pollenangebot von Gräsern durch alternierendes Mulchen fördern
- ▶ Raubmilben via Pflanzmaterial oder Filzstreifen umsiedeln

**Vögel****Beschreibung und Nutzen**

- ▶ Meisen fressen Apfelwicklerraupen und Frostspanner.
- ▶ Für die Jungaufzucht töten Schleiereulen 2000 bis 3000 Mäuse und Turmfalken 700 Mäuse pro Saison.

Förderung

- ▶ strukturreiche Kulturlandschaft (Hecken, Bäume, ext. Wiesen, Buntbrachen)
- ▶ Sitzstangen für Greifvögel
- ▶ Schleiereulen: Offene Gebäude sind tagsüber wichtige Ruheplätze.
- ▶ Mäusebekämpfung sachgemäß durchführen
- ↗ Nisthilfen anbieten: [> Ratgeber > Nisthilfen](http://www.vogelwarte.ch)



Weitere Nützlinge sind unter anderem Schwebfliegen, Raupenfliegen, Raubfliegen, Kurzflügler, Weichkäfer, Räuberische Wanzen, Gallmücken, parasitoide Fliegen, Ohrwürmer, Spinnen, räuberische Nematoden, Raubthripse, Hundertfüssler oder Steinläufer, insektenparasitierende Pilze, Bakterien (z.B. *Bacillus thuringiensis*), Säugetiere (Wiesel, Hermelin, Igel, Fledermäuse etc.), Eidechsen und Schnecken (z.B. Weinbergeschnecken, Tiegerschnege).

7

Direkte Bekämpfung

7. Direkte Bekämpfung

Bei der direkten Bekämpfung werden folgende Arten unterschieden:

- ▶ Physikalische Methoden
- ▶ Biotechnische Methoden
- ▶ Biologische Methoden
- ▶ Chemische Methoden

Erst wenn die vorbeugenden Massnahmen und die physikalischen, biologischen oder biotechnischen Methoden nicht geholfen haben, kommen als letzte Möglichkeit chemische Anwendungen zum Zug. Aber nur dann, wenn die Bekämpfungsschwelle erreicht oder überschritten wurde.

Physikalische Methoden

Bei den physikalischen Methoden ist die mechanische Unkrautbekämpfung die am weitesten verbreitete Massnahme. Zu den weiteren Möglichkeiten, welche je nach Bereich eine gewisse Bedeutung erlangt haben, gehören das Einsetzen, die Abdeckung mit Vlies sowie das Fangen und Absammeln von Schädlingen oder auch die thermischen Massnahmen.

Mechanische Bekämpfung

Die mechanische Bekämpfung von Unkraut umfasst alle Massnahmen, bei denen physische Methoden angewendet werden, um Unkraut zu entfernen oder zu zerstören. Diese Methoden sind besonders im biologischen Gartenbau oder bei nachhaltiger Gartenpflege beliebt, da sie umweltfreundlich und gesundheitlich unbedenklich sind.

Verschiedene Arten der Bekämpfung sind bekannt:

Pflügen

Mit dem Pflügen wird der oberste Bodenhorizont aufgelockert und Pflanzenrückstände und Dünger werden eingearbeitet. Der Pflug ist grundsätzlich für alle Kulturen geeignet und unterstützt die Durchlüftung des Bodens. Er stellt eine wirksame Bekämpfung von unerwünschtem Beikraut, Krankheiten und Schädlingen dar. Diese Vorteile sind sicherlich ein Grund dafür, dass der Pflug vor allem im Bioanbau noch häufig zum Einsatz kommt. Nachteilig ist, dass der Pflug die Bodenstruktur beeinträchtigt. Bei feuchten Bedingungen kann eine Pflugsohle entstehen und es wird mehr Treibstoff verbraucht als bei nicht wendender Bodenbearbeitung. Um die Nachteile zu reduzieren, sollte unter guten Bodenbedingungen nicht zu tief gepflügt werden.



© Andreas Reichenbach

Abb. 109: Flachgrubber in der Baumschule

Nicht wendende Bodenbearbeitung

Unter nicht wendender Bodenbearbeitung versteht man eine eher flachere Bodenbearbeitung mit Geräten wie z.B. Grubber, Federzinken- oder Scheibenegge. Bei diesem Verfahren wird Grünmaterial in die obere Bodenschicht mehr oder weniger eingearbeitet und damit die sich darauf befindenden Krankheitserreger abgebaut. Die Wirkung ist etwas geringer als beim Pflug. Im Gegensatz zum Pflug entsteht ein stabiles Porensystem, was zu einer guten Bodendurchlüftung und einer verbesserten Wasserinfiltration führt. Die noch vorhandenen Pflanzenreste auf der Bodenoberfläche bieten Schutz vor Erosion und Verschlämzung.

Jäten

Die wohl bekannteste Methode der mechanischen Unkrautbekämpfung. Dabei werden Unkräuter von Hand oder mit speziellen Werkzeugen mit den Wurzeln aus dem Boden gezogen oder gestochen.

Hacken

Mit einer Hacke wird der Boden oberflächlich aufgelockert, wobei Unkräuter ausgerissen oder ihre Wurzeln zerschnitten werden. Diese Methode wird oft in Beeten oder im Gemüsegarten angewendet. Neben den landläufigen Hacken gibt es diverse weitere Werkzeuge wie Radhacke, Stosschaber, Boden- oder Hackfräsen, Unkrautbürsten etc.

Bei Chaussierungen (Kieswegen und -plätze) empfiehlt sich hingegen ein frühes Abschaben der noch jungen und kleinen Unkräuter, zum Beispiel mit der Pendelhacke, ohne die Mergelschicht zu beschädigen.

Die Wahl der besten Methode hängt von der Art des Unkrauts, der Größe der betroffenen Fläche und der Häufigkeit der Anwendung ab. Oft ist eine Kombination verschiedener Methoden (z.B. Jäten und Mulchen etc.) am effektivsten, um Unkräuter langfristig in Schach zu halten.

Der Grundsatz beim Einsatz von Hackgeräten lautet: früh und flach! Bei einem frühen Einsatz werden Unkräuter besser bekämpft als bei einem späteren, wenn die Unkräuter schon grösser sind. Zudem können Bodenverkrustungen mit Hackgeräten gut aufgebrochen werden. Wenn das Hackgerät zu tief eingestellt ist, unterschneidet es die Unkrautwurzeln und die Wirkung ist dementsprechend schlecht. Klassisches Hacken ist zwar zeitaufwendiger und kostenintensiver (teure Anschaffung des Hackgerätes, geringe Arbeitsleistung, langsamere Fahrweise als das Striegn), dafür werden Unkräuter aber auch in späteren Stadien oder in schwereren Böden besser bekämpft. Allerdings arbeiten die klassischen Hackgeräte nur zwischen den Reihen, die Fläche auf der Kulturpflanzenreihe wird nicht bearbeitet. Bei einigen Geräten können jedoch Fingerhaken angebaut werden, die in die Reihe eingreifen und Unkraut auch auf der Reihe bekämpfen.



© Andreas Reichenbach

Abb. 110: Flunik Fingerhacke

Hackroboter

Heute geht die Tendenz zu Hackgeräten mit Kamerasteuerung, vor allem bei grossen zu hackenden Flächen und / oder überbetrieblichem Einsatz. Eine oder zwei Kameras erfassen die Kulturreihen und das Hackgerät wird automatisch zwischen den Reihen gesteuert. Damit kann die Arbeitsgeschwindigkeit deutlich auf 10 bis 12 km/h erhöht werden. Dies wiederum führt zu einem stärkeren Erdwurf. Um ein Zuschütten der kleinen Kulturpflanzen zu verhindern, sind Kulturschutzbleche nötig.

Manchmal können auch bodenschonende und eher alt hergebrachte Techniken zum Ziel führen.



© Andreas Reichenbach

Abb. 111: Hacken mit dem Pferd.

Abdecken

Auch durch Abdecken des Bodens können Pflanzen gegen Unkraut und andere Einflüsse geschützt werden. Plastikmulchfolien finden in verschiedenen gärtnerischen Kulturen in Baumschulen Anwendung. Konventionelle Produkte aus Polyethylen sind sehr beständig, können aber zu ungewollten Plastikrückständen im Boden führen. Aus diesem Grund werden heute hauptsächlich biologisch abbaubare Mulchfolien eingesetzt. Die Folien werden flach über dem Boden verlegt, an den Rändern befestigt und dienen der Unkrautunterdrückung. Zusätzlich ist aber auch die Verbesserung der Wassereffizienz bei Langzeitkulturen in Kombination mit Tropfbewässerung spürbar und die Pflanzen und Töpfe werden vor Verschmutzung durch Erde geschützt. Besonders im Frühjahr steht die schnelle Bodenerwärmung und das damit verbundene beschleunigte Pflanzenwachstum im Fokus.

Bodenabdeckung kann auch mit organischem Mulch wie Stroh, Gras oder Holzhäcksel durchgeführt werden. In Kulturen mit längeren Kulturzeiten und in Gartenanlagen hat sich gezeigt, dass sich einjährige Unkräuter mit einer organischen Mulchschicht gut unterdrücken lassen. Zudem werden die Wasserverdunstung (Evaporation) und Bodenerwärmung vermindert, was sich in Trocken- und Hitzephasen sehr positiv auswirken kann.

MayPex- Folie

Durch die Bändchen artig verwobene Struktur ist die Folie wasserdurchlässig und atmungsaktiv. Das Unkraut wird über mehrere Jahre unterdrückt und kann nicht durchwachsen. Ein Teil des Oberflächenwassers fliesst oberirdisch ab und kann dann gefasst und recycelt werden. Diese Folie wird eingesetzt, um darauf Container-Topfplanzen zu produzieren.



Abb. 112: Maypex-Folie

Kokosmatten

Die Matten sind geeignet für Neupflanzungen. Sie unterdrücken die Keimung von Unkraut und verhindern Erosion. Nach ca. drei bis vier Jahren zersetzen sie sich. In dieser Zeit ist der Bewuchs mit den gewollten Pflanzen sicher gestellt.

Mulchen mit organischem Material

Mulchen mit organischem Material ist eine gärtnerische Praxis, bei der eine Schicht aus natürlichen, organischen Materialien auf den Boden aufgetragen wird. Diese Schicht schützt den Boden vor Erosion, hilft, die Feuchtigkeit zu bewahren, und fördert die Gesundheit des Bodens und der Pflanzen. Organische Mulchstoffe bestehen aus natürlichem Material, das biologisch abgebaut werden kann, wie z.B. Rasenschnitt, Laub, Holz- und Rindenspäne, Stroh, Kompost oder Rindenmulch.

Ziele und Vorteile des Mulchens mit organischem Material:

1. **Feuchtigkeitsspeicherung:** Mulch hilft, die Feuchtigkeit im Boden zu halten, indem er die Verdunstung reduziert. Dies ist besonders wichtig in trockenen Sommermonaten, da der Boden weniger schnell austrocknet.
2. **Unkrautbekämpfung:** Die Mulchschicht unterdrückt das Wachstum von Unkraut, da sie das Licht blockiert, das für das Keimen von Unkrautsamen erforderlich ist. So bleibt der Boden sauberer und die Pflanzen müssen weniger Konkurrenz um Nährstoffe und Wasser befürchten.
3. **Bodenverbesserung:** Wenn organisches Material im Boden verrottet, wird es zu Humus, der die Bodenstruktur verbessert, die Nährstoffversorgung erhöht und die Bodenbelüftung fördert. Dies führt zu gesünderen Pflanzen und einem fruchtbareren Boden.
4. **Temperaturregulierung:** Mulch wirkt als Isolierung, die den Boden im Sommer kühler und im Winter wärmer hält. Dadurch wird der Wurzelbereich der Pflanzen vor extremen Temperaturen geschützt.
5. **Erosionsschutz:** Eine Mulchschicht schützt den Boden vor Erosion durch Wind und Regen, indem sie die Kraft des Regens abmildert und das Wegrutschen des Bodens verhindert.
6. **Ästhetik:** Mulch sieht oft ordentlich aus und kann das Erscheinungsbild des Gartens verbessern, indem er eine gleichmäßige und gepflegte Oberfläche bietet.

Arten von organischem Mulch:

- ▶ **Rasenschnitt:** Frisch gemähter Rasen kann als Mulch verwendet werden. Er zerfällt schnell und versorgt den Boden mit Nährstoffen. Es sollte jedoch darauf geachtet werden, dass der Schnitt nicht zu dick aufgetragen wird, da er sonst leicht zu einer "Kruste" wird, die Wasser abweist.
- ▶ **Laub:** Herbstlaub wird häufig als Mulchmaterial verwendet. Wenn es zerkleinert wird, zersetzt es sich schnell und liefert wertvolle Nährstoffe.
- ▶ **Kompost:** Gut verrotteter Kompost kann als Mulch verwendet werden und liefert sowohl Nährstoffe als auch eine Verbesserung der Bodenstruktur.
- ▶ **Holzspäne oder Rindenmulch:** Diese Materialien werden oft in Blumenbeeten oder auf Gartenwegen verwendet. Sie zersetzen sich langsamer und können daher langfristiger als Mulch dienen. Es ist jedoch wichtig zu wissen, dass einige Rindenmulcharten (wie Kiefernrinde) den pH-Wert des Bodens leicht senken können, was für bestimmte Pflanzen ungünstig sein kann.
- ▶ **Stroh oder Heu, Schilfhäcksel:** Diese Materialien sind leicht und werden oft in Gemüsegärten oder für die Mulchung von Beeten verwendet.
- ▶ **Holzhackschnitzel:** Sie verrotten sehr langsam. Sie sind besonders in Beeten oder unter Sträuchern beliebt.
- ▶ **Abdeckmulch:** Er wird bei Container-Topfpflanzen eingesetzt und besteht aus verschiedenen Materialien, resp. Mischungen. Bei einigen wird ein natürlicher Klebstoff beigegeben, welcher die Materialien miteinander verbindet, sobald Wasser dazu kommt. Dies verhindert, dass die Mulchschicht vom Wind oder beim Transport weggeblasen wird. Der Mulch kann maschinell im Anschluss ans Eintopfen aufgebracht werden. Die Wirkungsdauer beträgt max. ein Jahr.
- ▶ **Mulchscheiben:** Sie bestehen aus Kokosfasern oder Schafwolle und werden unter grossem Druck zusammengepresst. Die untere Seite der Scheibe ist mit Cellulose-Klebstoff versehen. Die Scheibe wird manuell auf den Topf gelegt und muss die passende Grösse haben. Wichtig ist, den Topf nicht ganz bis oben mit Erde zu füllen. Die Scheibe muss unterhalb des Topfrandes zu liegen kommen, sonst wird sie durch den Wind weggeweht. Die Scheibe ist wasserdurchlässig und atmungsaktiv.



Abb. 113: Abdeckmulch



Abb. 114: Mulchscheiben

Anwendung von organischem Mulch:

- ▶ **Schichtdicke:** Idealerweise zwischen 5 und 10 cm stark. Eine zu dicke Schicht kann die Wurzeln und das Bodenleben ersticken. Ist die Schicht zu dünn, bleibt der positive Effekt aus.
- ▶ **Abstand zu Stammansatz:** Einige Zentimeter Abstand der Mulchschicht zum Stammansatz verhindert die Gefahr von Fäulnis und Schädlingsbefall.
- ▶ **Verrottung:** Da sich das organische Material mit der Zeit abbaut, ist es nötig, regelmässig neues Material auszubringen.
- ▶ **Materialwahl:** Frische Materialien bauen sich langsamer ab, binden jedoch Stickstoff und können den pH-Wert beeinflussen. Bereits leicht verrottete Materialien müssen rascher ergänzt werden, da der Zersetzungsvorgang weiter fortgeschritten ist.

Beispiel Abdeckstreu mit Chinaschilf

Durch das Abdecken der Baumscheiben oder Reihen mit Chinaschilf reduziert man den Unkrautdruck in den ersten ein bis zwei Jahren deutlich. Wichtig ist ein sauberer unkrautfreier Boden beim Aufstreuen und dass die Schicht mind. 5 cm stark ist. Idealerweise wird der Prozess jährlich wiederholt.



Abb. 115: Mulchen mit Chinaschilf

Beispiel Spritzmulch

Vor der Pflanzung oder direkt danach kann mit einer Maschine Spritzmulch auf die Flächen ausgebracht werden. Das Gemisch aus Cellulose, Sägemehl und Stärke führt im angetrockneten Zustand zu einer feinen Mulchschicht. Diese verhindert das Keimen von Beikräutern im ersten Jahr. Das Verfahren eignet sich gut für Schnellkulturen die maximal ein Jahr stehen bleiben.

Verticutieren

Durch Verticutieren wird die oberste Bodenschicht in Rasenflächen mit Messern angeritzt. Dadurch wird der alte Rasenfilz und oberflächlich wurzelnde unerwünschte Beikräuter entfernt. Diese Massnahme sollte nicht vor oder während einer Hitzeperiode durchgeführt werden.

Aerifizieren

Durch Aerifizieren wird der Boden belüftet, der Gasaus tausch wird gefördert. Pro Quadratmeter werden zwischen 200 und 400 Löcher gestanzt, bis auf eine Tiefe von 8 bis 10 cm. Diese werden anschliessend mit Quarzsand und/ oder Bodenverbesserungssubstraten gefüllt.

Hitze

Mit Hilfe von Hitze können sowohl Unkräuter wie auch Krankheitserreger vernichtet werden.

Abflammen

Das Abflammen mittels Flüssiggas ist eine Methode der rückstandsfreien Beikrautvernichtung. Bei der Abflammtechnik wird durch Wärmeeinwirkung mit offener Flamme auf lebende Pflanzenzellen eine irreversible Eiweissveränderung herbeigeführt, woraufhin die Zellen resp. die Pflanzen absterben. Beim Abflammen werden die Pflanzen also nicht verbrannt (verascht), sondern erscheinen unmittelbar nach der Wärmeeinwirkung äusserlich unbeschädigt. Innerhalb von Stunden oder Tagen verwelken und vertrocknen dann die Pflanzen. Vorsicht mit der offenen Flamme ist geboten, da bei trockener Witterung leicht etwas in Brand geraten kann.

IR (Infrarot)- Strahlung

Die Behandlung mit Infrarot vernichtet Beikraut ohne offene Flamme. Das System ist jedoch dasselbe.

Einsatzgebiet: Verbundsteine, Kies- und Plattenwege, an Trockenmauern und auf Flachdächern



Abb. 116: InfraWeeder Master

Heisswasser- / Heissdampf-Verfahren

Bei diesen Verfahren wird Heissdampf oder Heisswasserschaum auf die Beikräuter aufgebracht. Die Wirkung ist die gleiche wie beim Abflammen und der IR Bestrahlung.



© Barbara Jenni

Abb. 117: Herbizidbekämpfung mit Heisswasserschaum

Neophytenbekämpfung mit Strom

Das RootWave-System ist auf elektrophysikalische Technik aufgebaut. Das Gerät erzeugt per Knopfdruck einen sehr hohen Stromimpuls (5000 Volt) ins Wurzelwerk der Pflanze. Das Chlorophyll der Pflanze wird sofort geschädigt, die Zellen werden irreversibel zerstört und sterben ab. Die Wasserversorgung der Zellen wird unterbrochen. Die Pflanze trocknet aus.

Bodendämpfung

Bei der Bodendämpfung wird der Boden in der gewünschten Tiefe durch Dampf bis auf 90 °C erhitzt. Dadurch werden Unkrautsamen, Insekten (auch Nützlinge) und deren Larven sowie Krankheitserreger abgetötet. Es handelt sich um eine chemiefreie Bekämpfungsmethode, die aber viel Energie benötigt, da der Dampf mit Hilfe von Heizöl- oder Gasbrennern erzeugt wird. Die Bodendämpfung ist in Gewächshäusern weit verbreitet.

Fangen und Einsammeln

Mäusefallen sind wohl das bekannteste Beispiel dieser direkten physikalischen Bekämpfungsmethode. Es gibt aber auch farbige Leimfallen, die im Gewächshaus gegen Schädlinge wie die Weisse Fliege, Tomatenminiermotte, Thripse oder Zikaden eingesetzt werden. Im Freiland werden gelbe Klebefallen gegen die Kirschenfliege verwendet. Häufig dienen Fallen (teilweise auch mit Pheromonen kombiniert) auch zur Einflugkontrolle resp. zur Feststellung der Bekämpfungsschwelle, so zum Beispiel beim Erbsenwickler, der Möhrenfliege, Thrips oder dem Traubenwickler. Das manuelle Einsammeln von Schädlingen hat nur eine geringe Bedeutung und erfolgt auf kleinen Flächen und bei grossen Schädlingen wie Schnecken.

Netze

Schädlinge können durch engmaschige Kunststoffnetze von den Kulturpflanzen ferngehalten werden. Mit entsprechenden, den Schädlingen angepassten Netzen ist ein sicherer Insektenschutz gewährleistet. Netze werden vor allem im kleinräumigen Gemüsebau zum Beispiel gegen die Kohlfliege, den Kohlweissling oder die Lauchmotte genutzt. Im Kernobst kommen seitliche Netze zum Beispiel gegen Wicklerarten und im Steinobst und Beerenbau gegen die Kirschessigfliege zum Einsatz.



© Hans Ramsier, HAFU

Abb. 118: Insektennetze verhindern, dass Schädlinge zu den Kulturpflanzen gelangen können. Im Bild gegen die Lauchmotte eingenetzter Lauch.

Vernichten von befallenen Pflanzenteilen

Durch das Vernichten befallener Pflanzen oder Pflanzenteile kann eine weitere Entwicklung und Ausbreitung von Krankheiten und Schädlingen reduziert werden. Wichtig dabei ist, dass das befallene Pflanzenmaterial nicht im Kompost landet, sondern korrekt entsorgt wird.

Biotechnische Methoden

Biotechnische Pflanzenschutzmassnahmen kommen bei der Insektenregulierung zum Einsatz. Durch bestimmte Stoffe (Substanzen) werden die Schädlinge von den Kulturpflanzen ferngehalten, an bestimmte Stellen gelockt, durch Wachstumsregulatoren behindert oder durch andere technische Eingriffe in ihrer Entwicklung beeinflusst.

Folgende Gruppen werden unterschieden:

- ▶ Abwehrstoffe/Repellents (z.B. Kaolin gegen die Kirschessigfliege)
- ▶ Pheromone zur Überwachung und Bekämpfung (z.B. Buchsbaumzünsler)
- ▶ Farbfallen/Klebfallen für Flugüberwachung und Bekämpfung (z.B. Klebfallen gegen Thripse)
- ▶ Wachstums- und Entwicklungsregulatoren (z.B. Tebufenoziid führt zu vorzeitiger Häutung des Kohlweisslings)

Teilweise werden auch physikalische Barrieren wie Insekenschutznetze, Leimringe etc. zu den biotechnischen Massnahmen gezählt.

Repellents

Als Repellents werden Stoffe bezeichnet, die bestimmte Zielorganismen fernhalten sollen. Die genutzten Stoffe können chemisch-synthetisch hergestellt oder aus Pflanzenextrakten und ätherischen Ölen gewonnen werden. Beispielsweise kann Zwiebelöl, dass in Kapseln mit Hilfe eines Dispensers langsam abgegeben wird, den Geruch von Gemüsepflanzen überdecken und so der Möhrenfliege das Auffinden der Kultur erschweren. Zudem werden physikalische Barrieren teilweise auch zu den Repellents gezählt, wie etwa eine feine Gesteinsmehlschicht auf der Kulturpflanze.



Abb. 119: Dispenser mit Zwiebelölkapseln

Lockstoffe und Pheromone (Attractants)

Im Gegensatz zu Repellents sollen mit Lockstoffen, auch Attractants genannt, Zielorganismen angelockt werden. Lockstoffe werden meist genutzt, um Schädlinge gezielt in Fallen zu locken, wodurch die Einflugaktivität und Populationsdichte beobachtet werden kann. Bei einigen Insekten ist es auch möglich, mit dem Einsatz von Lockstofffallen deren Population und damit das Schadausemass zu verringern, beispielsweise bei der Anwendung gegen die Kirschessigfliege *Drosophila suzukii* und den Himbeerläufer *Bythurus tomentosus*. Als Lockstoffe können grundsätzlich alle Stoffe verwendet werden, die auf die Zielorganismen eine anziehende Wirkung haben. Neben Stoffen, welche die Insekten an Nahrungsquellen erinnern, sind vor allem Pheromone gebräuchlich. Diese artspezifischen Lockstoffe wirken auf die Männchen anziehend, wodurch die Effizienz der Fallen erhöht und ungewollte Beifänge von Nichtzielorganismen oder gar Nützlingen vermindert werden.

Teilweise werden Pheromonfallen gegen den Obstbohrer eingesetzt, welcher im März gestresste Bäume befällt und sie zum Absterben bringt.

Dafür werden Klebefallen an einer mit Lockstoff befüllten Flasche montiert. Dieser Lockstoff zieht die männlichen Tiere an und sie bleiben auf der Falle kleben.



© Andermatt Biocontrol Suisse

Abb. 120: Pheromonfalle

Verwirrungstechnik

Die Verwirrungstechnik zielt darauf ab, die Fortpflanzung und Verbreitung von Schädlingen zu verhindern. Diese Technik basiert auf der Biologie der Schädlinge: Weibliche Falter verströmen zur Anlockung der Männchen artspezifische Sexualhormone (Pheromone), die Männchen nehmen diese Pheromone über ihre Antennen wahr und folgen der Duftspur bis zum Weibchen, um es zu begatten. Mit der Verwirrungstechnik wird die Luft einer Parzelle mit Pheromonen gesättigt und dadurch die Duftspur des Weibchens überdeckt. Als Folge finden die Männchen die Weibchen nicht und es gibt keine Begattung.

Insgesamt bringt die Verwirrungstechnik viele Vorteile gegenüber dem Einsatz von Insektiziden mit sich: Die hohe Selektivität der Pheromone schont Nützlinge, die Reduktion von Spritzmitteln minimiert die Gefahr des Aufbaus von Resistenzen und bei ausreichend gross verwirrten Flächen wird ein effizienter Schutz über die gesamte Saison gewährleistet, ohne Rückstände auf den Produkten zu hinterlassen. Die Verwirrungstechnik wird in der Schweiz primär im Obst- und Weinbau gegen diverse Wickler sowie in Tomatenkulturen gegen die Tomatenminiermotte eingesetzt.

Farbfallen

Farbtafeln und Farbschalen dienen dazu, den Ersteinflug und die Flugaktivität von Schädlingen festzustellen. Teilweise kann es durch deren Verwendung zu einer Reduktion oder in seltenen Fällen auch zu einer Massenreduktion der Schädlinge kommen, insbesondere in Kombination mit einem Nützlingseinsatz. Die Farbtafeln gibt es entsprechend den Farbpräferenzen der unterschiedlichen Zielorganismen in verschiedenen Farben. Die Tafeln sind mit Leim bestrichen, an dem die Insekten kleben bleiben. In den Gelbschalen wird meist eine Mischung aus Wasser und Netzmitteln oder Seife zum Brechen der Oberflächenspannung des Wassers verwendet. Wichtig zu beachten ist, dass stets auch Nichtzielorganismen sowie Nützlinge in den Fallen landen können.



Abb. 121: Farbtafeln zur Befallsüberwachung der Möhrenfliege

Biologische Methoden

Die Bekämpfung von Schaderregern mit lebenden Organismen wird auch als biologische Bekämpfung bezeichnet. Eine biologische Bekämpfung findet statt, wenn natürliche Feinde eingesetzt werden, um eine übermässige Vermehrung von Schaderregern zu kontrollieren. Dies trägt dazu bei, das natürliche biologische Gleichgewicht zu erhalten oder wieder herzustellen. Die natürlichen Feinde werden in folgende Hauptgruppen eingeteilt:

- ▶ Makroorganismen (z.B. Insekten)
- ▶ Mikroorganismen (z.B. Bakterien, Pilze)
- ▶ Nematoden

Unter biologischen Massnahmen ist nicht der Einsatz von im Bioanbau zugelassenen Pflanzenschutzmitteln wie Schwefel oder Kupfer zu verstehen, sondern die Nutzung von natürlichen Gegenspielern wie Insekten, Pilzen, Bakterien oder Nematoden gegen andere Schadorganismen.

Auch ein aktives Ausbringen von Nützlingen kann den Einsatz von Insektiziden ersetzen. Weitere typische biologische Anwendungen sind der Einsatz von hefeartigen Pilzen als Antagonisten gegen den Feuerbrand und Lagerkrankheiten. Auch der Einsatz von Pilzen gegen Engerlinge zeigt gute Erfolge.

Insekten/Milben

Bekannte, im Handel erhältliche, räuberische Nützlinge sind unter anderem Marienkäfer, Raubmilben, Raubwanzen, Gallmücken, Schlupfwespen und Florfliegen-Larven.

Nützlinge kommen vor allem in geschlossenen Systemen wie in Gewächshäusern vermehrt zum Einsatz, weil sie da an Ort und Stelle gehalten werden können. Dabei ist ein sorgfältiges Monitoring der Schädlingspopulationen sowie Wissen über deren Lebenszyklen Grundvoraussetzung für eine erfolgreiche Bekämpfung: Oftmals werden Nützlinge mehrmals freigesetzt, um eine Nützlingspopulation aufzubauen. Bei hohem Schädlingsdruck kann auch eine sogenannte Überschwemmungsstrategie gewählt werden. Dabei werden grosse Mengen an Nützlingen in regelmässigen Abständen freigelassen, wie etwa beim Einsatz von Phytoseiulus-Raubmilben in Gewächshäusern gegen Spinnmilben.

Phytoseiulus-Raubmilben ernähren sich ausschliesslich von Spinnmilben und werden seit über 50 Jahren in geschützten Kulturen eingesetzt. Sie ernähren sich von allen Stadien der Spinnmilben und sind durch ihre spezifische Anpassung sehr effizient in der Bekämpfung derselben. Für einen erfolgreichen Einsatz ist eine genügend hohe Luftfeuchtigkeit und Temperatur entscheidend.

Encarsia formosa werden zur Bekämpfung der Weissen Fliegen in Unterglas-Kulturen eingesetzt. Die 0,5 bis 1mm grossen Erzwespen benötigen die Larven der Weissen Fliege zur Ernährung und insbesondere zur Vermehrung. Die Erzwespenweibchen legen ihre Eier in das 3. und 4. Larvenstadium der Weissen Fliege. Nach einigen Wochen entwickelt sich aus der toten Larve der Weissen Fliege eine adulte Erzwespe.

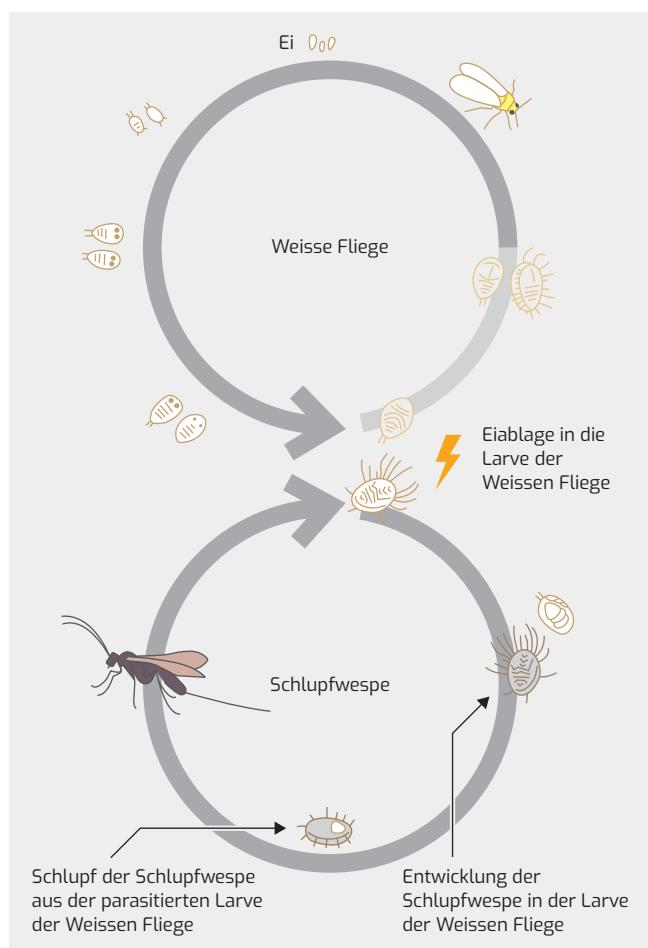


Abb. 122: Zyklus Schlupfwespe – Weisse Fliege

Beim Einsatz von Insektiziden ist wenn möglich die Verwendung von nützungsschonenden Pflanzenschutzmitteln zu bevorzugen.

Bakterien

Bakterien können zur natürlichen Bekämpfung von Insekten eingesetzt werden. Die bekannteste Art ist das Bodenbakterium *Bacillus thuringiensis* (Bt). Die Bakterien bilden in ihrem Inneren Proteinkristalle, die von Schädlingslarven über den Frass aufgenommen werden. In ihrem basischen Darmmilieu werden die Kristalle aufgelöst, was zu einem sofortigen Frass-Stopp und schliesslich zum Tod der Schädlinge durch Verhungern führt.

Durch die spezifische Wirkung der unterschiedlichen Bt Stämme auf einzelne Insektenfamilien sind diese Produkte sehr nützungsschonend. Unterschiedliche Stämme des Bt wirken gegen unterschiedliche Zielorganismen.

Tab. 26: Unterschiedliche Bt-Stämme wirken gegen verschiedenste Schädlinge

Bt-Stamm	Schädling
<i>B. thuringiensis kurstaki</i>	Schmetterlingsraupen (z. B. Buchsbäumzünsler, Prozessionsspinner, Gespinstmotte, Trägspinner, Traubenzwickler, Kohlweisslinge etc.)
<i>B. thuringiensis aizawai</i>	Schmetterlingsraupen (diverse Arten, v.a. Eulenraupe, Baumwollkapselwurm etc.)
<i>B. thuringiensis israelensis</i>	Trauermückenlarven
<i>B. thuringiensis tenebrionis</i>	Kartoffelkäferlarven

Die meisten Bt-Bakterien haben eine insektizide Wirkung. Diese sind bereits seit 1901 bekannt und werden seit den 1930er Jahren als biologische Insektizide angewandt.

Neben Bt gibt es noch andere Bakterien, die im Zierpflanzenbau eingesetzt werden. Beispielsweise dienen Produkte auf Basis von *Bacillus* zur Pflanzenstärkung, indem sie die Pflanzenwurzel besiedeln und bodenbürtige Krankheitserreger dadurch weniger Zugang zur Wurzel haben. Weiter werden *Bacillus*-Stämme zur Bekämpfung von Botrytis eingesetzt.

Viren

Baculoviren sind natürliche Krankheitserreger von Insekten, die insbesondere in der Gruppe der Schmetterlinge (Lepidopteren) vorkommen. Aufgrund ihrer Wirkungsweise und Effektivität ermöglichen sie sowohl die spezifische Bekämpfung wichtiger Schädlinge als auch die Vermeidung von Resistenzentwicklung gegenüber anderen Pflanzenschutzmitteln. Die Larven müssen nur wenige Viruspartikel beim Frass aufnehmen, um sich zu infizieren. Innerhalb weniger Tage vermehrt sich das Virus in der Larve, was schliesslich zu ihrem Tod führt. Die schnellste Wirkung haben die Viren auf die jungen Larven. Baculoviren haben meist ein sehr enges Wirtsspektrum und sind deshalb für Nützlinge, andere Nichtzielorganismen und die Anwendenden unbedenklich.

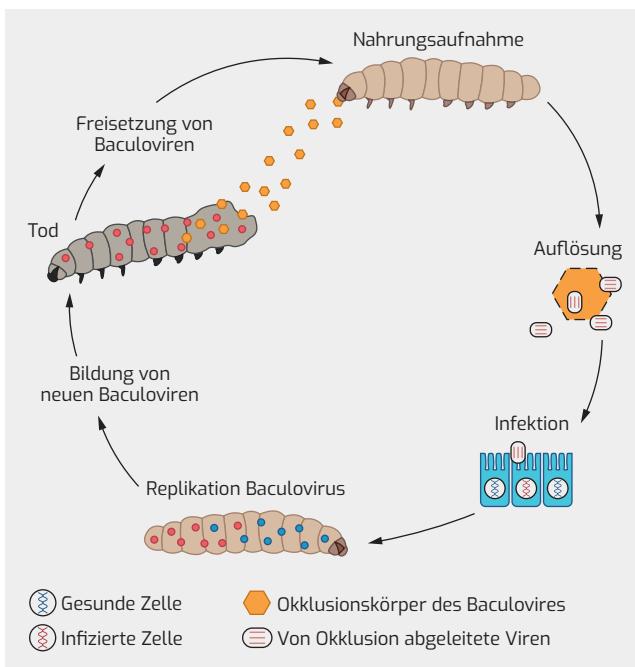


Abb. 123: Baculoviren werden oral von den Larven aufgenommen, vermehren sich ausgehend vom Mitteldarm und führen zum Tod der Larve.

Pilze

Bei der Anwendung von nützlichen Pilzen im Pflanzenschutz werden zwei Wirkungsweisen unterschieden:

- ▶ Die Förderung nützlicher Pilze, die schädliche Pilze durch Konkurrenz um Platz und Ressourcen verdrängen
- ▶ Die Anwendung von Pilzen, die Schädlinge direkt angreifen

Durch eine präventive Ausbringung von Hefestämmen der Art *Aureobasidium pullulans* auf Apfel- und Birnenbäume breiten sich Lagerkrankheiten verursachende Pilze weniger aus, da der vorhandene Platz und die verfügbaren Nährstoffe bereits von den Hefestämmen genutzt werden. Dies ist beispielsweise bei der Anwendung des Pilzes gegen das feuerbrandauslösende Bakterium *Erwinia amylovora* auf Blüten der Fall.

Neben ihrer Konkurrenz- und Barrierefunktion können Pilze auch direkt andere Pilze parasitieren (Hyperparasitierung). Dies wird sowohl für die Reduktion bodenbürtiger Krankheiten (z.B. mit *G. catenulatum* oder *T. harzianum*) als auch gegen Blattkrankheiten wie den Echten Mehltau mit *A. quisqualis* genutzt.

Entomopathogene Pilze, die Insekten parasitieren und schwächen oder töten, kommen natürlich im Boden vor und können gleichermassen auf sterilisiertem Getreide im Labor gezüchtet und vermehrt werden. Die Pilze bilden

das Pilzgeflecht sowie Sporen auf den Gerstenkörnern und werden als «Pilzgerste» entweder direkt in den Boden gesät oder in flüssiger Formulierung eingebracht. Dadurch bildet sich im Boden ein Pilzgeflecht und die Konzentration der Sporen im Boden wird gezielt erhöht.

Bei der Applikation von Pilzen ist immer genügend Feuchtigkeit notwendig, um das Pilzwachstum zu fördern. Von besonderer Bedeutung in der Schweiz sind *Beauveria brongniartii* sowie die Artkomplexe *Beauveria bassiana* und *Metarhizium anisopliae*.

In Gärtnereien ist der Dickmaulrüssler einer der Hauptschädlinge. Dieser kann erfolgreich bekämpft werden, indem man Pilzsporen in den Boden bringt, welche die Larven befallen und sie zum Absterben bringen.

Tab. 27: Im Schweizer Pflanzenschutz eingesetzte Pilze und ihre Zielorganismen

Pilze	Zielorganismen
<i>Beauveria brongniartii</i>	Maikäferengerlinge
<i>Beauveria bassiana</i> (Komplex)	Obst: Kirschenfliege, Gewächshäuser: Weisse Fliege, Mottenschildläuse
<i>Metarhizium brunneum</i> (Komplex)	Drahtwürmer
<i>Metarhizium anisopliae</i>	Dickmaulrüsslerlarven

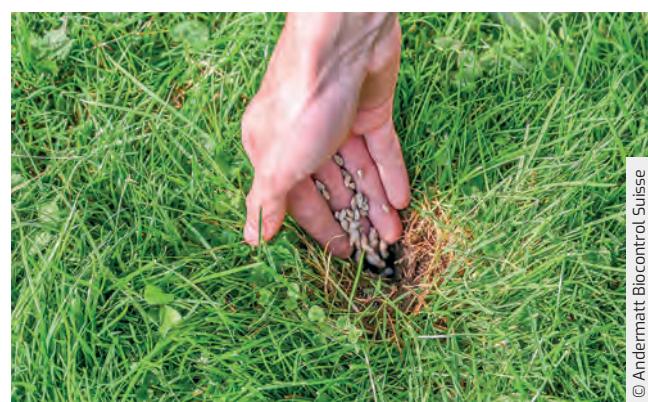


Abb. 124: Mit *Beauveria brongniartii* bewachsene Gerstenkörner werden mit der Drillmaschine ausgebracht.

Nicht nur Insekten und Bakterien, sondern auch Nematoden (Fadenwürmer) können mit Pilzen bekämpft werden. Nematophage, also nematodenfressende Pilze, wie der *Purpureocillium lilacinum*, können mit ihren Pilzfäden und Sporen die Eier sowie an Pflanzenwurzeln fest sitzende Nematodenweibchen infizieren.

Nematoden

Nematoden, auch Fadenwürmer oder Älchen genannt, gehören zwar zur natürlichen Bodenfauna, sind jedoch wie alle Nützlinge, wenn sie als PSM verwendet werden sollen, zulassungspflichtig. In der Schweiz werden Nematoden gegen Erdraupen, Maulwurfsgrillen, Trauermückenlarven und mit grossem Erfolg gegen die Larven des Dickmaulrüsslers angewendet.



Abb. 125: Mikroskopaufnahme von Nematoden

Grösstenteils kommen die Gattungen *Steinernema* und *Heterorhabditis* zum Einsatz. Anders als pflanzenschadende Nematoden wie beispielsweise die Gelbe Kartoffelzystennematode, gehen entomopathogene Nematoden im Boden aktiv auf die Suche nach Insektenlarven und dringen durch deren Körperöffnungen ein. Im Körper scheiden die Nematoden Bakterien aus, mit denen sie in Symbiose leben. Die Bakterien töten die Insektenlarven ab und vermehren sich in ihnen. Dabei ernähren sich die Nematoden vom Wirt und vermehren sich ebenfalls, bevor sie sich erneut auf die Suche nach neuen Insektenlarven machen. Worterklärung: «entomo» leitet sich vom griechischen Wort «entomon» ab, was «Insekt» bedeutet. «pathogen» bedeutet «krankheitsverursachend» oder «krankheitserregend».

Bei der Ausbringung von Nematoden sollte der Boden eine Temperatur von mindestens 8 bis 12 °C aufweisen. Eine Ausbringung ist vorzugsweise an einem bewölkten, regnerischen Tag durchzuführen. Zudem sollte der Boden genügend Feuchtigkeit enthalten, damit die Nematoden möglichst schnell in die Erde einziehen können, da sich die UV-Strahlung der Sonne negativ auf sie auswirkt. Bis zur Ausbringung sollten die Nematoden stets gekühlt und vor Licht geschützt werden. Bei der Ausbringung ist zu beachten, dass die Nematoden nicht länger als zwei Stunden im Wasser sind.

Naturprodukte

Als Naturprodukte werden Pflanzenschutzmittel zusammengefasst, die aus natürlichen Rohstoffen gewonnen werden. Sie werden nach ihren Ursprungsrohstoffen respektive Stoffeigenschaften kategorisiert:

- ▶ mineralische Produkte
- ▶ Pflanzenextrakte
- ▶ Öle
- ▶ Seifen

Mineralische Produkte

Die im Folgenden angeführten Produkte werden aus natürlichen mineralischen Rohstoffen gewonnen und finden als Kontaktfungizide Anwendung. Kupfer bildet dort, wo die Benetzung beim Ausbringen der Spritzbrühe stattgefunden hat, einen äusseren Schutz um das Pflanzengewebe. Für eine effektive Wirkung muss Kupfer vor dem Auftreten des Pilzes auf die Pflanzenblätter ausgebracht werden und diese vollständig umhüllen. Kupfer wird von Pilzsporen aufgenommen und stört den Stoffwechsel des Pilzes, sodass die Sporen absterben, bevor sie ins Blatt eindringen können. Da Kupfer nicht in die Pflanze eindringt und der Schutzfilm mit Niederschlägen abgewaschen wird, ist eine regelmässige Erneuerung des Schutzbelages während dem sensiblen Stadium der Pflanzen oder nach Niederschlägen für den Schutz der Kultur essenziell. Aufgrund der Ansammlung von Kupfer im Boden und der möglichen Phytotoxizität (Pflanzengiftigkeit) bei ungünstigem Wetter wird nach Kupferalternativen geforscht, aber aktuell gibt es keine natürliche Alternative.

Kaliumhydrogencarbonat erhöht den pH-Wert und verändert zudem den osmotischen Druck an der Oberfläche der Pilzzelle, sodass die Sporen und das Myzel nach dem Kontakt mit dem Mittel platzen und austrocknen, was zu einer Verhinderung der Infektion führt. Schwefelpartikel, die sich auf dem Blatt der Pflanze ablagern, reagieren bei ausreichend Feuchtigkeit, Licht und Sauerstoff zu Schwefeldioxid. Diese Verbindung wirkt toxisch auf Pilze und Insekten.

Ein weiteres mineralisches Produkt auf dem Markt ist schwefelsaure Tonerde. Das Lösen von Tonerde im Wasser führt zu einem sauren pH-Wert an der Blattoberfläche. Das hat zur Folge, dass Aluminium-Ionen aus der Tonerde frei werden und die keimenden Pilzsporen und Bakterien im Wachstum hemmen.

Pflanzenextrakte

Neem stammt aus den Samen des Neembaums und enthält Azadirachtin, das eine insektizide Wirkung entfaltet. Es ist eines der wenigen biologischen Produkte mit einer teilsystemischen Wirkung. Neem ist vor allem gegen saugende und blattfressende Schädlinge effektiv, indem es deren Fruchtbarkeit verhindert und/oder die Häutung so wie die Fressaktivität hemmt. Neem hat ein sehr breites Wirkungsspektrum und kann Nützlinge und Nichtzielinsekten schädigen.

Aus den getrockneten Blüten der Chrysanthemenart *Tanacetum cinerariifolium* werden Extrakte gewonnen, deren Hauptwirkstoff Pyrethrin ist. Pyrethrin wird als Kontaktgift eingesetzt, da es eine breite und schnelle Wirkung auf das Nervensystem vieler Insektenarten aufweist. Da auch Nützlinge von Pyrethrin angegriffen werden, sollte es nur in Ausnahmefällen, nicht breitflächig und nur ausserhalb der Flugzeit von Bienen angewendet werden.

Fenchelöl wird aus Fenchelsamen destilliert. Die ätherischen Öle des Fenchels hemmen das Wachstum von Pilzsporen. Zudem hat Fenchelöl positive Effekte auf die Pflanzengesundheit und eine stärkende Wirkung auf Pflanzen.

☞ Die synthetischen Pyrethroide basieren auf dem natürlichen Pyrethrin, besitzen jedoch weitere Strukturen, die die Produkte stabiler machen und somit Nicht-Zielorganismen viel stärker beeinträchtigen als das Naturpyrethrum.

Öle und Seifen

Schmierseifen bestehen aus natürlichen Fettsäuren, welche die Wachsschicht der Insektenhaut schädigen. Die fehlende Schutzschicht lässt die Insekten austrocknen. Da Schmierseife nur auf direkt besprühte Insekten wirkt, ist bei der Applikation darauf zu achten, auch die Blattunterseite ausreichend zu benetzen.

Durch direkten Kontakt mit Öl wird die Atmung von Schädlingen beeinträchtigt und die mit einem dünnen Ölfilm überzogenen Insekten und Milben (Eier) sterben bereits nach kurzer Zeit ab. Im Gegensatz zu Paraffinöl ist Rapsöl in der Regel nicht reizend und daher wesentlich anwendungsfreundlicher und wird ausserdem schneller abgebaut. Neben der insektiziden Wirkung werden mineralische und pflanzliche Öle auch als Netz- und Haftmittel genutzt. In der Praxis wird Mineralöl ebenso gegen Blattläuse in der Pflanzkartoffelproduktion eingesetzt, um Virusübertragungen in der Kultur zu verhindern.

Chemische Bekämpfung

Als PSM gelten alle Produkte, die zum Schutz der Kulturen vor Schadorganismen eingesetzt werden. Je nach Verwendungszweck wird unterschieden zwischen Herbiziden zur Bekämpfung der Konkurrenz durch Unkräuter, Insektiziden zur Bekämpfung von Schädlingen und Fungiziden zur Bekämpfung von Krankheiten.

Zu den Pflanzenschutzmitteln gehören neben natürlichen und synthetischen Wirkstoffen auch Organismen wie räuberische Insekten oder pilzliche Antagonisten, wenn sie im Anhang der Pflanzenschutzmittelverordnung (PSMV) gelistet sind.

☞ www.fedlex.admin.ch > Systematische Rechtssammlung > Landesrecht > 9 Wirtschaft – Technische Zusammenarbeit > 91 Landwirtschaft > 916.161 Verordnung vom 12. Mai 2010 über das Inverkehrbringen von Pflanzenschutzmitteln (Pflanzenschutzmittelverordnung, PSMV)

Nur Wirkstoffe, die in diesem Anhang 1 gelistet sind, dürfen zum Schutz der Kulturpflanzen eingesetzt werden. Die aktuell zugelassenen Produkte (Formulierung als Pflanzenschutzmittel) sind im PSM-Verzeichnis des BLV gelistet.

☞ www.psm.admin.ch

Pflanzenschutzmittel, die im Biolandbau zugelassen sind, werden in Anhang 1 der Verordnung des Eidgenössischen Departementes für Wirtschaft, Bildung und Forschung (WBF) über die biologische Landwirtschaft (SR 910.181) aufgeführt.

☞ www.fedlex.admin.ch > Systematische Rechtssammlung > Landesrecht > 9 Wirtschaft – Technische Zusammenarbeit > 91 Landwirtschaft > 910.181 Verordnung des WBF vom 22. September 1997 über die biologische Landwirtschaft

Wenn vorbeugende und nicht chemische Methoden keinen Erfolg gezeigt haben, können chemische Pflanzenschutzmittel helfen, den Ertrag und die Qualität der Pflanzen zu sichern, resp. die Grünflächen attraktiv und nutzbar zu erhalten.

Im Folgenden werden unter «chemischen PSM» klassische chemisch-synthetische Produkte, aber auch biologisch synthetische Produkte wie z. Bsp. Spinosad verstanden. Aufgrund der möglichen Entwicklung einer Schaderregerpopulation oder deren Schadenspotential kann eine rasche Bekämpfung nötig sein. Dazu muss sich die Anwenderin bzw. der Anwender über geltende Vorschriften, mögliche Produkte resp. Wirkstoffe, Resistenzen und die Kosten ins Bild setzen. Dabei soll in erster Linie der Nutzen des Produkts in Betracht gezogen werden und nicht der Preis.

Das Hauptziel bei der Anwendung von chemischen PSM:

Gute und sichere Wirkung mit minimalen Auswirkungen auf die Umwelt, die Anwendenden und die Konsumenten (Rückstände)!

Voraussetzungen für einen angepassten und erfolgreichen Einsatz chemischer Mittel:

- ▶ Auswahl eines passenden Produktes
- ▶ korrekte Dosierung der Wirkstoffe
- ▶ passende Kombination von Wirkstoffen (wenn Kombinationen eingesetzt werden)
- ▶ Spritzgeräte verwenden, die den Spritzentest bestanden haben, falls wegen der Grösse erforderlich
- ▶ Auf die Umstände angepasste Düsen
- ▶ korrekte Wassermenge (Aufwandmenge)
- ▶ angepasste Fahrgeschwindigkeit
- ▶ passende Wetterbedingungen
- ▶ korrekte Einstellung der Balkenhöhe, Luftstromlenkung, Luftmenge
- ▶ Anwendende mit Fachbewilligung und Sachverstand

- ↗ Mehr Informationen dazu finden Sie im Kapitel «8. PSM-Anwendung» unter dem Titel «Pflanzenschutzgeräte einstellen» auf der Seite 146.

So viel wie nötig, so wenig wie möglich

Ein weiterer wichtiger Grundsatz ist «so viel wie nötig, so wenig wie möglich». Beim Einsatz eines chemischen Produkts sollte immer überlegt werden, ob eine ganzflächige Behandlung wirklich notwendig ist.

- ▶ **Teilflächenbehandlungen:** Diese sind zum Beispiel angebracht, wenn die Unkrautdichte oder die Leitunkräuter unterschiedlich sind. In Zukunft wird es wohl auch dank «Precision Farming» möglich sein, Pflanzenschutzmittel genau dort auszubringen, wo sie gebraucht werden. Intelligente digitale Technik wird es ermöglichen, sehr zielgerichtet gegen Unkräuter, Schädlinge und Krankheiten vorzugehen.
- ▶ **Randbehandlungen:** Bei Herbizidbehandlungen gegen die Quecke reicht oftmals eine Randbehandlung, wenn die Quecke vor allem an einem Ort auftritt. Das gleiche gilt für den Einsatz von Schneckenkörnern in empfindlichen Kulturen wie Salbei oder Sonnenhut, welche durch punktuellen Einsatz mit PSM zusätzlich geschützt werden.
- ▶ **Einzelpflanzenbehandlungen (Spot Spraying):** Eine neue Technologie nutzt Kameras, um unerwünschte Beikräuter zu identifizieren und gezielt nur die betroffenen Bereiche zu behandeln. Dies macht eine grossflächige Anwendung unnötig und es können bis über 90% an PSM im Vergleich zu einer Flächenbehandlung eingespart werden.

- ▶ **Einzelstockbehandlungen/Nesterbehandlungen:** Bei Einzelstockbehandlungen werden einzelne Pflanzen mit einem speziellen Gerät (Handspritze (z.B. Sobi-dos-Gerät, Rodoss-Gerät), Docht-/Streichgerät oder Rückenspritze) bekämpft. Das klassische Problemunkraut für Einzelstockbehandlung ist die Blache. Nesterbehandlungen werden zum Beispiel gegen Ackerkratzdisteln und Winden durchgeführt.

Selektiv vor breit wirksam

Wenn immer möglich sollten selektiv wirkende Pflanzenschutzmittel den breit wirksamen vorgezogen werden. Wenn ein Insektizid nur gegen den zu bekämpfenden Schädling wirkt und die Nützlinge geschont werden, wird die Selbstregulation des Ökosystems unterstützt. Nebenwirkungen auf die Umwelt werden auf diese Weise möglichst gering gehalten. Breit wirksame Herbizide erfassen die meisten Beikräuter, womit auch deren positiver Effekt der Nützlingsförderung (Nahrungsquelle), verschwindet. Deshalb ist es sinnvoll, die unerwünschten Beikräuter selektiv zu bekämpfen.

Glyphosat und Pelargonsäure sind die einzigen herbiziden Wirkstoffe, die nicht selektiv sind und den gesamten Pflanzenbewuchs inklusive der Kultur abtöten.

✿ Nützlinge schützen

Ein wichtiges Naturgesetz besagt, dass sich beim Einsatz eines breit wirksamen Insektizids, welches Räuber (z.B. Marienkäfer) und Beute (z.B. Blattläuse) gleichermaßen erfasst, die Blattläuse im Anschluss schneller entwickeln als die Marienkäfer. Folglich fördert ein PSM, mit gleich starker Wirkung auf Nützlinge und Schädlinge, die Schädlinge, was unter Umständen eine weitere Insektizidbehandlung nach sich zieht.

Wirkungskontrollen

Beim Einsatz eines PSM muss bei Insektiziden mit Sonderbewilligung grundsätzlich ein Spritzfenster angelegt werden.

Bei allen Anwendungen sollte, wenn immer möglich, ein Spritzfenster angelegt werden. Damit wird die Wirkung kontrolliert und es können entsprechende Schlüsse auch für die Zukunft gezogen werden. Kein Spritzfenster ist dagegen bei aggressiven Schaderregern und Problemunkräutern nötig.

Resistenzen

Resistenz ist die erblich bedingte Fähigkeit von Biotypen/Stämmen einer Schadorganismen-Population PSM-Anwendungen zu überstehen, die normalerweise zum Absterben der Individuen führen. Dabei handelt es sich um einen Selektionsvorgang. Die resistenten Individuen entstehen nicht neu, sondern sind bereits mit einer gewissen Ausgangsfrequenz in den Populationen vorhanden und werden durch die Anwendung des PSMs selektiert (ausgelesen). Eine Resistenz entsteht in der Regel durch wiederholte und übermäßige Anwendung desselben Wirkstoffs über einen längeren Zeitraum. Durch diesen selektiven Druck können sich einzelne Schadorganismen entwickeln, die gegen den Wirkstoff resistent sind. Die resistente Population vermehrt sich weiter und breitet sich aus. Dadurch verringert sich die Wirksamkeit eines PSMs oder die Wirkung bleibt vollständig aus. Eine wichtige Herausforderung im Pflanzenschutz ist es, Resistenzen gegenüber PSM zu vermeiden. Deshalb ist es entscheidend, die zunehmend spezifischen PSM so zu verwenden, dass die enthaltenen Wirkstoffe möglichst langfristig ihre Wirksamkeit erhalten können. Dies kann erreicht werden, wenn möglichst keine langwirkenden Substanzen verwendet werden, keine Unter- oder Überdosierungen stattfindet und Wirkstoffwechsel vorgenommen werden.

In diesem Kapitel wird auf die Resistenzproblematik eingegangen.

Resistente Stämme von Insekten, Pilzen oder Beikräutern sind die Folge einer Selektion, indem durch die Verwendung von PSM nur die empfindlichen Individuen vernichtet werden. Somit ist jede Spritzung ein weiterer Schritt zu einer möglichen Resistenz.

Folgende Massnahmen tragen dazu bei, Resistenzerscheinungen hinauszuschieben:

- ▶ keine unnötigen Behandlungen durchführen, Bekämpfungsschwellen beachten
- ▶ konsequent zwischen Mitteln mit unterschiedlichem Wirkungsmechanismus abwechseln (dabei sind die Resistenzcodes, nicht die Produktenamen zu beachten)
- ▶ die volle vom Hersteller empfohlene Pflanzenschutzmitteldosis anwenden und Schaderreger im optimalen Stadium und bei geeigneten meteorologischen Bedingungen bekämpfen

Resistenzcodes

Herbizide, Fungizide und Insektizide werden aufgrund ihres Wirkungsmechanismus in sogenannte Resistenzgruppen eingeteilt und erhalten einen entsprechenden Resistenzcode (siehe Abb. 126).

Wichtige Resistenzen

Insektizide

Im Gartenbau nehmen Probleme mit Resistenzen wie bei Zwergzikaden und Thripsen zu, diese sind häufig resistent gegen Pyrethroide der Gruppe 3A.

Antiresistenzstrategie Insektizide:

- ▶ Alternativen prüfen, z.B. Bewässerung gegen Thripse in Rosen, Repellent, mechanische Bekämpfung etc.
- ▶ Schadschwelle anwenden, wenn vorhanden
- ▶ Nur behandeln, wenn die Bekämpfungsschwelle tatsächlich überschritten ist
- ▶ Wirkstoffwechsel bei mehrfacher Behandlung, vor allem Folgegenerationen eines Schädlings mit Insektiziden aus unterschiedlichen Wirkstoffgruppen behandeln

Beispiel: Ab der zweiten Behandlung gegen Zwergzikaden und Thripse muss unbedingt die Wirkstoffgruppe gewechselt werden. Bei Thripsen kann ein Nützlingseinsatz die Resistenzen durchbrechen.

Fungizide

Bisher sind gegen Kontaktfungizide keine Resistenzen bekannt. Dagegen entwickelten sich gegen die systemisch wirkenden Fungizide oft resistente Stämme. Dabei werden die Pilzstämme gleichzeitig gegen alle Wirkstoffe mit gleichem Wirkungsmechanismus (Resistenzgruppe) resistent.

Im Zierpflanzenanbau sind Resistenzen des Cercospora-Pilzes gegenüber der Resistenzgruppe 11 (Strobilurine) vorhanden.

Antiresistenzstrategie Fungizide:

- ▶ Resistente Sorten wählen
- ▶ Auflagen für die Pflanzenschutzmittel des BLV beachten z.B. SPA 1: «Zur Vermeidung einer Resistenzbildung maximal zwei Behandlungen pro Kultur mit Produkten aus der Wirkstoffgruppe FRAC C3 (u.a. Strobilurine)»
- ▶ Kombination von Kontaktmitteln und systemischen Wirkstoffen in der Strategie, z.B. Wirkstoff Kaliumphosphonat (systemische Eigenschaften) mit Kupfer (Kontaktmittel) gegen den falschen Mehltau in Zierpflanzen
- ▶ Systemische PSM nur vorbeugend einsetzen, nie, wenn schon ein Befall im Bestand vorhanden ist
- ▶ Spritzabstand bei nacheinander folgenden Anwendungen max. 10–12 Tage
- ▶ Spritzabstand bei der Umstellung auf Kontaktfungizid 7–10 Tage

Übersicht über die Resistenzgruppen (Herbizide, Fungizide, Insektizide)

in Zusammenarbeit mit Agroscope

Herbizide (Auswahl): die HRAC stellt die Resistenzgruppen der Herbizide in Zahlen dar. Zum Vergleich wird das frühere Buchstabsystem darunter aufgeführt

Gruppe/HRAC	1	2	3	4	5-6	9	12, 13, 27, 32	14	15
HRAC Alt	A	B	KI	0	C1, C2	G	F1, F2, S	E	K3, N
Wirkmechanismus	ACCase-Hemmer	ALS-Hemmer	Mikrotubuli Aufbau Hemmer	Wuchsstoffe Synthetische Auxine	Photosynthese-II-Hemmer	EPSP-Hemmer	Carotinoid-Hemmer «Bleicher»	PPO-Hemmer «Bremmer»	Langkettige Fettsäuren Hemmer (VLCFA)
Beispiele für Wirkstoffgruppen	FOPS, DIMs, DEN	Sulfonylharnstoffe	Dinitroaniline Benzamide	Benzoesäuren Phenoxy-Carbon-säure	Triazinone, Triazine, Phenylharnstoffe	Glycine	Diphenylether, Triketone	Phenylpyrazole, Triazolinone	Benzofuran, Thiocarbamate Oxyacetamide
Resistenz-Risiko	sehr hoch	sehr hoch	gering	mittel	gering-mittel	gering	gering	gering	gering
Beispiel Wirkstoff Produkt	Pinoxaden Derux	Mesosulfuron Atlantis Flex	Pendimethalin Stomp Aqua	Dicamba Banvel 4S	Chlorotoluron Arit	Glyphosate Roundup	Aclonifen Bandur	Pyraflufen-Ethyl Firebird Plus	Ethofumesate Oblix 200 EC
Beispiel Wirkstoff Produkt	Clethodim Select	Rimsulfuron Titus	Propyzamid Kerb Flo	MCPB Divopan	Metrubuzin Zepter		Mesotrione Callisto	Carfentrazone Spotlight Plus	Prosulfocarb Boxer
							Flufenacet		
							Heroid SC		

Mehr Informationen zu HRAC-Gruppen, Wirkmechanismen und Wirkstoffgruppen unter: www.weedscience.org

Fungizide (Auswahl):

Gruppe/FRAC	3	4	5	7	11	MB	21	27	29
Wirkmechanismus	SB-Hemmer	Phenylamide	SB-Hemmer Morpholine	SDH-Hemmer Carbox-, Benzamide	Zellatmungs-Hemmer Strobilurine	Kontaktwirkung Dithiocarbamat	Zellatmungshem. c-Imidazole	verschiedene Carbonsäureamid	Zellatmungshem. Dinitro Aniline
Resistenz-Risiko	mittel	sehr hoch	gering-mittel	mittel-hoch	sehr hoch	gering	gering-mittel	gering	gering
Beispiel Wirkstoff Mittel	Prothioconazol Proline	Metalexyl Fongamil	Spioxamin Input	Bosalid Cantus	Azoxistrobin Amistar	Metiram Polymar DF	Cyazofamid Ramman Top	Cymoxanil WG	Fluazinam Mapro
Beispiel Wirkstoff Mittel	Metconazol Sirocco	Benalexyl Fantic F	Fenpropidin Astor	Fluopyram Propulse	Pyraclostrobin Signum		Amisulprid Lemay		

Insektizide (Auswahl):

Gruppe/IRAC	1A	3A	3A	4A	5	23	28	29
Wirkmechanismus	Nervenwirkung Carbamat	Nervenwirkung Pyrethrine	Nervenwirkung Pyrethroide	Nervenwirkung Neonicotinoid	Nervenwirkung Spinosyne	Lipidsynthese-Hemmer	Nervenwirkung Diamide	Nervenwirkung
Resistenz-Risiko	mitte-hoch	mittel-hoch	mittel-hoch	gering	gering	gering	gering-mittel	gering
Beispiel Wirkstoff Mittel	Pirimicarb Pirimor	Pyrethrum Paraxan N	Cypermethrin Cypermethrin	Acetamiprid Gazelle SG	Spinosad Audienz	Spirotetramat Movento	Chlorantraniliprol Coragen	Flonicamid Teppki

Abb. 126: Übersicht über die Resistenzgruppen

Herbizide

In einem Beikrautbestand gibt es immer einzelne Pflanzen, welche durch eine natürliche Mutation plötzlich eine Resistenz entwickeln. Verwendet man in einem solchen Bestand immer dieselbe Wirkstoffgruppe, wird das resistente Beikraut herausselektioniert. Es breitet sich immer stärker aus. Ein bekanntes Beispiel sind die Hirsen.

Weltweit sind 272 Unkrautarten mit Resistenz bekannt. Raygrass-Resistenzen breiten sich in der Schweiz allmählich aus: Insgesamt sind Resistenzen von 5 Herbizidgruppen bekannt.

Durch die Vielfältigkeit von botanischen Familien bei den Zierpflanzenkulturen sind in der Regel Wirkstoffe aus unterschiedlichen Wirkstoffgruppen zugelassen.

Antiresistenzstrategie Herbizide:

- ▶ Soweit möglich Mittel mit unterschiedlichem Wirkungsmechanismus einsetzen
 - ▶ mechanische Unkrautbekämpfungsverfahren sowie indirekte Massnahmen einplanen
 - ▶ Anbau von konkurrenzstarken Pflanzen beugt der Entwicklung von Resistenzen vor.
 - ▶ Bei Verdacht auf Resistenzen kantonale Pflanzenschutzdienste anfragen
 - ▶ Wirkungslücken von Wirkstoffen gegen einzelne Beikräuter beachten (z.B. Pendimethalin gegen Kreuz- und Franzosenkraut)
- ↗ Internationale Datenbank von Unkrautarten mit Resistenzen: www.weedscience.org

8

PSM-Anwendung

8. PSM-Anwendung

Sich beim Umgang mit Pflanzenschutzmitteln schützen

Die unsachgemäße Verwendung von 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, Übelkeit oder Vergiftungen. 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 zusammen.

- ↗ Mehr Informationen dazu finden Sie im Kapitel «3. Pflanzenschutzmittel, Öko- und Humantoxikologie» unter dem Titel «Humantoxikologie» auf der Seite 38.

Die Einstufung der Produkte (krebsfördernd, erbgenverändernd, reproduktionstoxisch, reizend etc.) gibt Aufschluss über die Gefahren, denen eine Anwenderin oder ein Anwender 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)
- ▶ Augenkontakt (okular).

Je nach Kultur/Einsatzbereich und der Art der verwendeten Spritzgeräte kann sich die benötigte PSA daher für die verschiedenen Arbeitsschritte unterscheiden.

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. Es wurde für die Landwirtschaft konzipiert, die Inhalte sind jedoch auch für den Gartenbau relevant.

- ▶ [gutelandwirtschaftlichepraxis.ch > Gute Praxis > Schutz der Gesundheit - Sich schützen \(toolkit\).](#)

Tab. 28: Expositionspotenzial während der verschiedenen Arbeitsschritte 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 Konzentratoren.	Spritzer auf Haut oder in Augen, verstärkte Staubentwicklung beim Arbeiten mit Granulaten.
Ausbringen der Spritzbrühe	⚠⚠⚠⚠	Exposition variiert stark und hängt u. a. von Spritzgerät, Kultur und Topografie ab. Hautabsorption der verdünnten Spritzbrühe kann bis zu drei Mal höher sein als bei Konzentratoren. 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 Gebläsespritzen 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 auszuziehen, um Kontakt mit kontaminiertem 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 der Anwendung eines 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 strikt unterlassen werden
- ▶ Vor den Pausen müssen Handschuhe mit Wasser abgespült und die Hände gründlich mit Seife und Wasser gewaschen werden
- ▶ Ausserhalb des Gebäudes oder beim Einsatzfahrzeug (Kanister mit Frischwasser) sollte es hierzu eine Waschmöglichkeit geben, damit Innenräume nicht mit kontaminiertem PSA verunreinigt werden

Für produktsspezifische 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.

- ↗ Mehr Informationen dazu finden Sie im Kapitel «3. Pflanzenschutzmittel, Öko- und Humantoxikologie» auf der Seite 32.

STOP-Prinzip

Das Tragen einer PSA trägt bei allen Arbeitsschritten dazu bei, die Exposition und somit auch das von PSM ausgehende Risiko zu verringern. Die PSA muss immer dann eingesetzt werden, wenn die drei vorgängigen Massnahmen keinen ausreichenden Schutz gewährleisten.



Abb. 127: Veranschaulichung des STOP-Prinzips

Substitution: Wenn möglich sollte dasjenige 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 notwendige PSA an.

- ↗ WebApp «Standard Anwenderschutz PSM»:
gutelandwirtschaftlichepraxis.ch > Gute Praxis > Schutz der Gesundheit - Sich schützen (toolkit) > Web-App.

Technische Massnahmen: Dazu gehören u.a.

- ▶ Zweckmässige Umgebung sowie Infrastruktur am Dosierplatz
- ▶ geschlossenes Transfersystem zum Befüllen der Spritze (Closed Transfer System)
- ▶ Verwendung eines Traktors mit geschlossener Druckkabine und Aktivkohlefilter (Kategorie 4 Kabine gemäss Norm EN 15695-1)
- ▶ 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 Verwendung gereinigt und die Wiederbetretungsfrist bei Nachfolgearbeiten eingehalten werden, bis das Mittel auf den Blättern genügend abgetrocknet ist. In unmittelbarer Nähe des Verwendungsortes 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.

Persönliche Schutzausrüstung

Anwenderschutzauflagen

Die notwendige PSA wird während dem Zulassungsverfahren von PSM gefahrenbasiert für akute Wirkungen und expositionalsbasiert für chronische Wirkungen abgeleitet.

Anwenderschutzauflagen werden für die folgenden drei Arbeitsschritte festgelegt:

1. Anmischen der Spritzbrühe und befüllen Spritzgerät
2. Ausbringen der Spritzbrühe
3. Nachfolgearbeiten (z. B. Laubarbeiten).

Auflagen beim Anmischen und Ausbringen beinhalten meist Vorschriften zum Tragen von PSA. Auflagen bei Nachfolgearbeiten (z.B. Laubarbeiten) beinhalten das Tragen von Arbeitskleidung und Handschuhen. Zusätzlich können auch Auflagen zum Zeitpunkt des sicheren Wiederbetretens des Einsatzortes gemacht werden. Wiederbetretungsfristen werden festgelegt, falls an den Tagen nach der Spritzung trotz Arbeitskleidung und Handschuhe keine sicheren Nachfolgearbeiten durchgeführt werden können. Während dieser Frist sind Laubarbeiten (auch mit PSA) gänzlich verboten und es muss abgewartet werden, bis sich die Rückstände auf den Blättern genügend abgebaut haben.

Bei der Anwendung von PSM in Innenräumen und Gewächshäusern kann zusätzlich zur PSA auch das Lüften der Räume vor dem Wiederbetreten verordnet werden, um die inhalative Exposition zu verringern.

Typen Persönlicher Schutzausrüstung

Die vorgeschriebene PSA ist auf der Etikette und der Gebrauchsanweisung der Produkte sowie auch in Abschnitt 8.2 des Sicherheitsdatenblattes vermerkt. Zusätzlich hilft die WebApp «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 Grundausstattung. Um optimalen Schutz zu bieten, sollte die PSA den vorgegebenen Normen entsprechen und nur für den Umgang mit PSM benutzt werden.

Grob gesagt besteht eine PSA aus den folgenden Ausrüstungsgegenständen:

- ▶ Chemikalienresistente, möglichst langärmlige Schutzhandschuhe. Solche sind mit einem Erlenmeyersymbol und darunter aufgedruckten Buchstaben versehen.
 - ▶ Besonders für die Zubereitung der Spritzbrühe respective beim Umgang mit gewissen konzentrierten PSM muss ein Augenschutz getragen werden.
 - ▶ Einige PSM erfordern das Tragen eines Schutzanzuges. Dieser muss je nach Verwendungszweck bestimmte Normen erfüllen. Beim Anmischen der Brühe sollte mindestens eine Nitrilschürze mit langen Ärmeln getragen werden.
 - ▶ Erfordert das verwendete Produkt das Tragen eines Atemschutzes, muss erst der richtige Filtertyp (gegen Aerosole oder gegen Dämpfe und Gase) bestimmt werden.
 - ▶ Zur Ausrüstung gehören auch feste Arbeitsschuhe oder Stiefel.
- ↗ Sicheres Arbeiten mit PSM: [> Publikationen & Dienstleistungen > Publikationen > Arbeit > Arbeitsbedingungen > Broschüren und Flyer > Sichere Arbeiten mit Pflanzenschutzmitteln.](http://www.seco.admin.ch)

Verwendung und Wartung der Persönlichen Schutzausrüstung (PSA)



Abb. 128: Ablauf des korrekten An-, und Ausziehens von Persönlicher 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 sollten die Hände gründlich gewaschen werden. Es gilt, die PSA in richtiger Reihenfolge anzuziehen. Beim Anziehen sollten Handschuhe, je nach Länge, unter oder über die Ärmel des Schutanzugs gelegt werden. Beim Ausziehen 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.

- ↗ Ampelschema: [> Grundlagen > Ampelschema](http://www.samariter.ch).

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

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

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 (krebsverregend, erbgutverändernd und/oder reproductionstoxisch) sollte in jedem Fall ein Arzt kontaktiert werden.

Im Fall eines Brandunfalls mit PSM ist es wichtig, die richtigen Löschelemente 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.

- ↗ Verhalten bei Bränden: www.bfb-cipi.ch > Brandverhütungs-Tipps > Richtiges Verhalten bei Bränden > Brennt's? So reagieren Sie richtig.

Tab. 29: Die wichtigsten Notfallnummern

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

Tab. 30: Die wichtigsten zu kommunizierenden Informationen, die bei einem Unfall zu übermitteln sind

Zu kommunizierende Informationen

- ▶ Wer alarmiert (Name)?
- ▶ Wo sind die Verletzten, wo ist der Unfall passiert?
- ▶ Was ist passiert? Wann hat sich der Unfall ereignet?
- ▶ Wie viele Personen wurden verletzt?
- ▶ Andere Gefahren, gefährliche Substanzen?
- ▶ Meine Telefonnummer?

Pflanzenschutzmittel korrekt auswählen

Vor dem Einsatz von PSM ist eine zweifelsfreie Bestimmung der Schadursache zwingend (Ausnahme: präventive Behandlungen). Falls diese nicht zweifelsfrei ermittelt werden kann, empfiehlt es sich, eine Fachperson der kantonalen Pflanzenschutzdienste oder einen Berater/eine Beraterin zu konsultieren.

Wird in der Kultur ein Schadorganismus beobachtet, ist zuerst zu überprüfen, ob es dafür eine Bekämpfungsschwelle gibt und ob diese überschritten wurde.

- ↗ Mehr Informationen dazu finden Sie im Kapitel «5. Monitoring» unter dem Titel «Monitoring-Werkzeuge» auf der Seite 60.

Falls ein direkter Pflanzenschutzmitteleinsatz nötig ist, muss das richtige PSM 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 aufgeführt. Weiter muss die Zulassung der Mittel in den betriebsspezifischen Produktionsrichtungen (konventionell, Bio), Labels (IP Suisse, Bio-Knospe, Demeter usw.) oder Programmen (nachhaltiger Obstbau usw.) überprüft werden. Informationen hierzu können oftmals beim Labelanbieter bezogen oder nachgefragt werden.

- ↗ Pflanzenschutzmittelverzeichnis: www.psm.admin.ch.

Es gilt, die bewilligten Anwendungsgebiete zu beachten: Beerenbau (B), Biodiversitätsförderflächen (BFF) gemäss DZV (Ö), Feldbau (F), Forstwirtschaft (S), Gemüsebau (G), Lager- und Produktionsräume (L), Nichtkulturland (N), Obstbau (O), Weinbau (W), Zierpflanzen (Z), wobei ein Beerenstrauch in einem Privatgarten ausschliesslich mit einem für das Anwendungsgebiet Z zugelassenen PSM behandelt werden darf. Das Anwendungsgebiet B betrifft ausschliesslich den Erwerbsanbau von Beeren.

2. Wirkung auf Schadquelle

Es sind Mittel mit ausreichender Wirkung auf den Schadorganismus auszuwählen, die auch für die Anwendung in der jeweiligen Kultur und gegen den Schadorganismus in der Schweiz aktuell zugelassen sind. Dafür steht eine Vielzahl an Publikationen und Hilfsmitteln zur Verfügung. Mittel mit einer vollen Wirkung sind solchen mit Teilwirkung vorzuziehen.

3. Weitere Einschränkungen der Wirkstoffe und Wirkstoffgruppen

a. Je nach PSM sind die Anzahl der Einsätze oder die Menge an Wirkstoff innerhalb einer Kultur oder einer gewissen Anzahl Jahre eingeschränkt. Zulassung (PSM-Verzeichnis), Pflanzenschutzmittellisten und Verpackungsaufschrift, sowie Packungsbeilage mit Gebrauchsanweisung sind zu konsultieren.

b. Resistenzmanagement: PSM werden je nach Wirkungsmechanismen in unterschiedliche Wirkstoffgruppen eingeteilt. Mit einer Reduktion von unterschiedlichen Wirkstoffen und Wirkstoffgruppen erhöht sich der Selektionsdruck auf resistente Unkräuter und Schadorganismen. Es sollten im Lauf der Jahre resp. der Kultur Mittel aus möglichst vielen Wirkstoffgruppen verwendet werden, da andernfalls die Bildung von Resistenzen gefördert wird.

c. Ist der Wirkstoff oder das Produkt für die geplante Anwendung bewilligungspflichtig, muss bei der zuständigen kantonalen Stelle vorgängig die entsprechende Bewilligung eingeholt werden.

4. Einsatzzeitpunkt

Es ist zu überprüfen, ob der angestrebte Einsatzzeitpunkt mit den Empfehlungen und Zulassungen des PSM übereinstimmt.

a. Anbautechnisch: Bei Herbiziden beispielsweise wird zwischen Vorsaat- (auf den bereits für die Saat vor bereiteten Boden), Vorauflauf- (bevor die gesäte oder gepflanzte Kultur aufgelaufen ist) und Nachauflauf-behandlungen (nachdem die gesäte oder gepflanzte Kultur aufgelaufen ist) unterschieden. Ein Herbizid, das für den Einsatz im Nachauflauf bewilligt ist, hat möglicherweise im Vorauflauf keine Wirkung auf das Zielbeikraut oder schädigt die Kulturpflanze.

b. Entwicklungsstadium: Einerseits ist beim Einsatz eines PSM das empfohlene und bewilligte Kulturstadium (BBCH-Skala) zu berücksichtigen. Ein Wachstumsregulator muss beispielsweise in einer bestimmten Entwicklungsphase der Kulturpflanze angewendet werden, um den gewünschten Effekt zu erzielen. Andererseits spielt auch das Entwicklungsstadium des Zielorganismus eine zentrale Rolle. Ein Herbizid kann beispielsweise im Keimblattstadium des Beikrauts eine volle Wirkung haben, aber keinen oder nur einen unbefriedigenden Effekt erzielen, wenn die Zielpflanze grösser ist und sich etabliert hat. Weiter kann ein Häutungshemmer beim adulten Insekt keine Wirkung haben, während dasselbe Insekt im frühen Larvenstadium sehr effektiv erfasst wird.

c. Umweltfaktoren: PSM reagieren unterschiedlich sensibel auf meteorologische Bedingungen. Wichtige Faktoren sind z.B. Lufttemperatur, Luftfeuchtigkeit, Bewölkung und niederschlagsfreie Phase nach der Anwendung. Ein Wachstumsregulator, der mindestens 15 °C Lufttemperatur erfordert, wird bei 8 °C keinen oder nur einen stark verminderen Effekt haben. Für den Erfolg einer PSM Behandlung mit dem Wirkstoff Maltodextrin sollten die Temperaturen über 20 °C liegen und die Sonne scheinen. Im Gegensatz dazu wirken die PSM auf Basis von Seifen-Konzentrat (Kaliumsalze der Fettsäuren) viel besser bei Temperaturen unter 20 °C ohne direkte Sonneneinstrahlung. Weiter spielen Faktoren wie die Tageszeit eine Rolle, um das PSM beispielsweise während der aktiven Phase des Zielorganismus anzuwenden oder um Spritzungen während des Bienenflugs zu vermeiden. PSM dürfen weder bei Wind noch bei oder kurz vor eintretendem Regen eingesetzt werden. PSM sollen nicht auf wassergesättigtem Boden verwendet werden, auch hohe Lufttemperaturen und tiefe Luftfeuchtigkeit sind zu vermeiden.

5. Wartefrist berücksichtigen

Bei einigen Produkten müssen nach der Behandlung Wartefristen bis zur Ernte oder Verarbeitung eingehalten werden. Können diese Fristen nicht eingehalten werden, darf das PSM nicht angewendet werden.

6. Sortenverträglichkeit

Je nach PSM können einzelne Pflanzensorten negativ auf den Einsatz reagieren.

7. Mischbarkeit

Sollen mehrere PSM gleichzeitig ausgebracht werden, ist die Mischbarkeit der einzelnen Mittel abzuklären. Ist die Mischung nicht möglich, muss ein anderes Mittel gewählt oder eine separate Behandlung geplant werden. Bei Unklarheit sind unbedingt die Herstellerfirmen zu konsultieren. Zudem ist bei Tankmischungen die Kulturverträglichkeit abzuklären.

Umwelt- und Nützlingstoxizität: Einige Pflanzenschutzmittel beinhalten Wirkstoffe mit besonderem Risikopotential und sind deshalb in Grundwasserschutzzonen (S2, Sh) oder in Karstgebieten (im Kalkgestein entstehen durch Verwitterung unterirdische Hohlräume) verboten oder dürfen zum Schutz des Grundwassers (SPe 1, SPe 2), von Bodenorganismen (SPe 1), von Gewässerorganismen (SPe 2, SPe 3, SPe 4) oder von anderen Tieren und Pflanzen (SPe 3, SPe 4, SPe 5, SPe 6, SPe 7) oder wegen einer erhöhten Nützlings- oder Bienentoxizität (SPe 8) nur mit klar umschriebenen Einschränkungen verwendet werden. Alle Verbote und Einschränkungen müssen beachtet werden. Generell sollte bei diesen PSM nach Möglichkeit auf weniger risikoreiche Alternativen ausgewichen oder Beratungen durch Spezialisten eingeholt werden.

8. Kosten

Gibt es nach all den vorangegangenen Punkten immer noch mehrere Produkte, die zur Auswahl stehen, wird häufig das preisgünstigste gekauft. In Abhängigkeit der auf dem Betrieb angebauten Kulturen, der standortbedingten meteorologischen Bedingungen und der Erfahrungswerte lässt sich schon vor Vegetationsbeginn abschätzen, welche Probleme im Bestand auftreten können. Bessere Konditionen in der Beschaffung, abnehmende Verfügbarkeit einzelner PSM während der Saison und der begrenzte Handlungszeitraum vom Erkennen eines Problems im Bestand bis zum notwendigen Eingriff können eine vorzeitige Beschaffung der entsprechenden Mittel sinnvoll machen. Nur so ist die nötige Einsatzbereitschaft gewährleistet. Auch zur Vermeidung von Anwenderfehlern ist es empfehlenswert, sich schon vor der Saison und der Hektik Gedanken zur PSM-Wahl zu machen.

Risikoreduktion bei der Anwendung von PSM

Durch Abdrift (Verlagerung des Sprühnebels mit dem Wind) oder Abschwemmung können Pflanzenschutzmittel ungewollt in Gewässer gelangen. Um dies zu verhindern, gibt es Auflagen, welche je nach PSM variieren können.

Reduktion der Drift

Drift wird reduziert, wenn nicht bei Wind behandelt wird (Wind > 18 km/h) und Sprühgeräte möglichst nahe geführt werden. Die Driftauflagen der PSM können gemäss den untenstehenden Tabellen reduziert werden.

- ▶ **Oberflächengewässer:** Schutz der Wasserorganismen. Zu Oberflächengewässern muss zwingend ein Mindestabstand von 3 m eingehalten werden (im ÖLN 6 m). Wurde ein Gewässerraum ausgeschieden, gilt ein Anwendungsverbot für den gesamten Gewässerraum. Ausgeschiedene Gewässerräume werden in den kantonalen GIS-Karten aufgeführt.
- ▶ **Biotope:** Schutz von Nicht-Zielorganismen (Insekten, Spinnen, Pflanzen). Nach Natur- und Heimatschutzgesetz (NHG Art. 18 a/b), die von nationaler, regionaler oder lokaler Bedeutung sind. Gartenbiotope gehören nicht dazu.
- ▶ **Nachbarparzellen:** Schutz von Bienen (SPe 8)
- ▶ **Wohnflächen und öffentlichen Anlagen:** Schutz von Anwohnern und Dritten.

Eine gute Übersicht über die einzuhaltenden Gewässerabstände bietet das folgende Merkblatt:

Merkblatt Gewässerabstände für Pflanzenschutzmittel wegen Abdrift und Abschwemmung

- Wegen der Überprüfung der Bewilligungen können die Gewässerabstände jedes Jahr ändern.
- Die aktuellen Gewässerabstände der Pflanzenschutzmittel findet man im Heft „Pflanzenschutzmittel im Feldbau“, im Zielsortiment der Landi oder im PSM-Verzeichnis des Bundes.
- Die Abstände können reduziert werden. Dazu müssen Punkte gesammelt werden.

Abstände wegen Abdrift



Quelle: Kanton Bern

Abb. 129: Merkblatt Fachstelle Pflanzenschutz, Kanton Bern, Stand Juli 2019

Tab. 31: Die zwei Systeme der Drift-Reduktion nach DZV

System BLW	System JKI-Tabelle
Das BLW hat definiert, dass mit einer Injektordüse, die mit maximal 3 bar Druck betrieben wird, die Drift um 1 Stufe (1 Punkt) reduziert wird. Zum Beispiel von 20 m auf 6 m oder von 50 m auf 20 m. Durch Reduktion des Druckes auf maximal 2 bar können sogar 2 Stufen (2 Punkte) reduziert werden. Zum Beispiel Driftreduktion von 50 m auf 6 m.	In der JKI-Tabelle (Tabelle des Julius-Kühn-Institutes) sind alle geprüften Düsen aufgeführt. Der jeweilige Druckbereich wird in der Tabelle farbig dargestellt und ergibt eine entsprechende Stufenreduktion. gelb = 50 % Driftreduktion blau = 75 % Driftreduktion = 1 Stufe (1 Punkt) grün = 90 % Driftreduktion = 2 Stufen (2 Punkte) hellgrün = 95 % Driftreduktion = 3 Stufen (3 Punkte)

Tab. 32: Notwendige Punkte (Stufen) zur Reduktion des Abstands zu Oberflächengewässer gemäss Driftauflage

Abstand SPe3 (D)	6 m	20 m	50 m	100 m
Punkte (Stufen)	Im ÖLN Reduktion des Abstandes auf:			
1	-	6 m	20 m	50 m
2	-	-	6 m	20 m
3	-	-	-	6 m

Quelle: Agripedia 2024

Tab. 33: Notwendige Punkte (Stufen) zur Reduktion des Abstands zu Wohnflächen und öffentlichen Anlagen, Biotopen und Nachbarparzellen gemäss Driftauflagen (nur SPe 8: Bienenschutz)

Abstand	3m	6m	20m	50m	100m
Punkte (Stufen)	Reduktion auf:				
1	0 m	3 m	6 m	20 m	50 m
2	-	0 m	3 m	6 m	20 m
3	-	-	0 m	3 m	6 m

Quelle: Agripedia 2024

Pflanzenschutzmittel lagern und entsorgen

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

- ↗ www.strickhof.ch > Suche > Lagerung von Pflanzenschutzmitteln > mehr lesen > Dokumente
- ↗ Interkantonales Merkblatt «Befüllen, Spülen und Reinigen von Pflanzenschutz-Spritzgeräten ausserhalb der Landwirtschaft» (2025), VSA Verband Schweizer Abwasser- und Gewässerschutzfachleute: www.jardinsuisse.ch > Fachbereiche > Garten- und Landschaftsbau > Dienstleistungen > Merkblätter, Hilfsmittel, Vorlagen > 6 Umwelt > Befüllen, Spülen und Reinigen von Pflanzenschutz-Spritzgeräten.

Anforderungen Pflanzenschutzmittellager

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

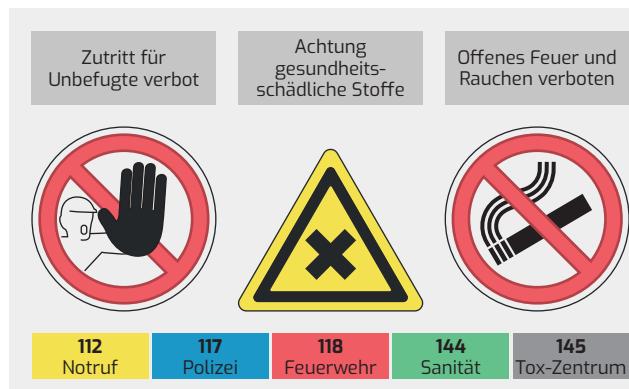


Abb. 130: Warnhinweise (Zutritt verboten, Schutzausrüstung, Rauchverbot) und Notrufnummern sind aussen an der Tür und im Lagerraum von PSM anzubringen

Weitere Merkpunkte bei der Lagerung von PSM

- ▶ PSM sind getrennt von anderen Stoffen (wie Lebens- bzw. Futtermittel, Medikamente, Treibstoffe und Dünger) zu lagern
- ▶ Produkte sind in Originalgebinden zu lagern. Beschädigte Behälter sind umzufüllen und Originaletiketten neu anzubringen. Produkte dürfen nie in Trinkflaschen umgefüllt werden!
- ▶ 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!
- ▶ Feste bzw. trockene Produkte (Pulver, Granulate) befinden sich über flüssigen Mitteln
- ▶ PSM sollen wenn möglich auf Regalen und nicht am Boden gelagert werden. Lagergestelle bestehen aus nicht brennbarem,rostbeständigem, nicht saugfähigem und leicht zu reinigendem Material
- ▶ Saugfähiges Bindemittel (Katzenstreu, Sägemehl, Ölbinder) sowie Besen, Kehrschaufel und Abfallsäcke zur Beseitigung von verschütteten PSM stehen bereit
- ▶ Hilfsmittel zur Herstellung der Spritzbrühe (Waage, Messbecher, 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.

Lagerung und Entsorgung von PSM-Abfällen

Im Umgang mit Pflanzenschutzmitteln entstehen verschiedene Abfälle, die fachgerecht entsorgt werden müssen.

- ▶ Flüssige Abfälle wie beispielsweise Brühreste, PSM-haltiges Abwasser, 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 (z.B. in einem abgedeckten dichten Behälter) und als gewerblicher Sonderabfall entsorgt werden. In der Regel können kleine Mengen dieser Sonderabfälle in den Entsorgungshöfen der Gemeinde abgegeben werden. Eine vorgängige Rücksprache ist empfehlenswert.
- ▶ Produktreste und angebrochene Packungen sind zur Entsorgung der Verkaufsstelle oder als gewerblicher Sonderabfall einem berechtigten Entsorgungsbetrieb bzw. Sammelstelle für Sonderabfälle zu übergeben.

- ▶ Restentleerte PSM-Gebinde müssen gemäss der guten Fachlichen Praxis bei der Zubereitung der Spritzbrühe mindestens dreimal gründlich gespült und das Spülwasser in den Spritztank bzw. einer dafür vorgesehenen Sammelvorrichtung gegeben werden. Auf keinen Fall darf das Spülwasser in die Kanalisation gelangen. Die so gespülten Gebinde können der Kehrichtabfuhr mitgegeben werden.
- ▶ Leere, ungereinigte PSM-Gebinde dürfen nicht mit dem Hauskehricht entsorgt bzw. deren Rückstände über die Kanalisation (z.B. WC) oder via Regenwasserschacht beseitigt werden. Sie sind als gewerblicher Sonderabfall zu behandeln und einem berechtigten Entsorgungsbetrieb bzw. Sammelstelle für Sonderabfälle zuzuführen.

Haltbarkeit von Pflanzenschutzmitteln

Die Haltbarkeit der PSM beträgt üblicherweise mindestens zwei Jahre ab Herstellungsdatum. Bei Unklarheiten sollte die Verpackungsaufschrift bzw. Packungsbeilage, der Pflanzenschutzmittelhändler oder -Hersteller konsultiert werden. Wichtig für die Haltbarkeit ist eine fachgerechte Lagerung entsprechend den Empfehlungen des Herstellers. Gerade bei biologischen Pflanzenschutzmitteln kann die Haltbarkeit stark reduziert sein. Ist ein PSM bei vorschriftsgemässer Lagerung weniger als zwei Jahre haltbar, muss das Verfalldatum auf der Verpackung angegeben sein.

Pflanzenschutzmittel dem Lager entnehmen

Für die Herstellung der Spritzbrühe werden die PSM in den benötigten Mengen entnommen und verschlossen zum Spritzenbefüllplatz gebracht. Liegt der Befüllplatz weiter entfernt, werden die Produkte in dichten Transportmitteln dorthin befördert.

Pflanzenschutzgeräte befüllen und Spritzbrühe herstellen

Spritzgeräte müssen auf einem dichten Platz befüllt werden. Dieser kann stationär oder mobil sein.

Stationärer Befüllplatz

Der stationäre Befüllplatz muss befestigt, dicht (z.B. Beton), abflusslos und überdacht sein. Er weist ein Gefälle auf oder ist mit einer Randbordüre (Überlaufschutz) ausgestattet. Er muss mit einem Auffangvolumen ausgestattet sein, das dem grössten verwendeten PSM-Gebinde entspricht und gross genug sein, um das zu befüllende Gerät vollständig darauf abzustellen. Stationäre Befüllplätze können unter Einhaltung der entsprechenden Anforderungen auch als Waschplätze genutzt werden.

Mobiler Befüllplatz

Als mobiler Befüllplatz kann unter anderem eine dichte Blache oder Auffangwanne mit angehobenem Rand oder einer Randbordüre (Höhe mindestens 15 cm) dienen. Der mobile Befüllplatz ist sowohl im Betrieb wie auch unterwegs nutzbar und bietet sich insbesondere als Lösung für das Befüllen von Kleingeräten wie Ein- und Zweirad-Karettenspritzen, Rückenspritzen oder Sprühflaschen an. Mobile Befüllplätze müssen mit genügend Abstand zu Gewässern, entwässerten Strassen und Entwässerungsschächten platziert werden. Sie können gleichzeitig als mobile Waschplätze dienen. Achtung: Mobile Einrichtungen weisen ein höheres Risiko für versehentliche PSM-Verluste auf als stationäre Plätze. Es wird deshalb empfohlen, wenn möglich einen stationären Befüll- und Waschplatz zu verwenden.

Gute Praxis beim Befüllen

- ▶ Benötigte Brühmenge genau berechnen, damit nach der Behandlung keine Reste übrig bleiben. Genaue Kenntnisse über die zu behandelnde Fläche bzw. das Volumen bei Raumkulturen, präzise Manometer und Düsen sind unerlässlich für eine genaue Arbeitsweise und Vermeidung von Brühresten. Schutzausrüstung anziehen.
- ▶ PSM-Menge auf dem Befüllplatz abmessen.
- ▶ Spritzgerät mit der Hälfte der erforderlichen Wassermenge befüllen, anschliessend PSM zufügen und Spülwasser von Messbecher und leerem Gebinde dazu gießen. Mit Wasser auf Zielvolumen auffüllen.
- ▶ Verschüttete PSM und aus dem Spritzgerät überlaufende Spritzbrühe sofort aufnehmen. Das dafür benötigte Material (Pumpe, Nasssauger oder Bindemittel mit Sammelbehälter) muss vorhanden sein. Wichtig: Mit PSM belastetes Material muss als Sonderabfall entsorgt werden.

pH-Wert und Wasserhärte

Die Eigenschaften des Spritzwassers beeinflussen die Wirkung der PSM. In hartem Wasser ($>14^{\circ}\text{dH}$) binden die positiv geladenen Calcium- und Magnesiumionen die negativ geladenen Wirkstoffe (bspw. Glyphosat) und machen sie so unwirksam. Deshalb sollte vor der Zugabe der empfindlichen PSM ein Wasserkonditionierungsmittel (Enthärter) zugefügt werden. Basisches Wasser ($\text{pH} > 7$) fördert den Abbau einiger PSM (u.a. Pyrethroide).

Um unnötige Brühreste zu vermeiden, muss vor der Befüllung der Spritzgeräte die benötigte Brühmenge möglichst präzise berechnet werden. Dazu bestehen Tabellen, die vom Hersteller zur Verfügung gestellt werden. Jeder Anwender und jede Anwenderin muss jedoch in der Lage sein, die folgenden Parameter korrekt zu berechnen:

- ▶ Benötigte Menge der Spritzbrühe
- ▶ Benötigte Menge des PSM aufgrund der vorgeschriebenen Konzentration

Mit Prozentrechnen die Konzentration bestimmen

Es ist unerlässlich, dass Sie das Prozentrechnen beherrschen. Fehler bei der Dosierung von Pflanzenschutzmitteln können negative Auswirkungen auf die behandelten Pflanzen und die Umwelt haben.

Prozent

Eine Zahlenangabe in Prozent veranschaulicht immer ein Verhältnis von zwei verschiedenen Größen. Prozent bedeutet «pro hundert». Die Vergleichsgröße wird dazu immer zu 100 Prozent genommen.

Rechenbeispiel 1

Eine Spritzbrühe misst 15 Liter. Sie müssen 1,5 Prozent eines Fungizides dazugeben. Berechnen Sie die Mittelmenge in Deziliter.

Folgende Fragen können Ihnen bei der Berechnung helfen:

- ▶ Welche Größe entspricht dem Ganzen?
Spritzbrühe = 15 Liter = 100 Prozent
- ▶ Welche Größe muss berechnet werden?
Mittelmenge = ? = 1,5 Prozent

Rechnungsweg: Tipp: Berechnen Sie immer zuerst 1 Prozent! Es gibt verschiedene Schreibweisen mit demselben Resultat:

Rechnungsweg 1: Dreisatz

$$\begin{array}{rcl} 100\% & = & 15 \text{ Liter} \\ 1\% & = & 15 \text{ l} / 100 = 0,150 \text{ l} \\ 1,5\% & = & 0,150 \text{ l} \cdot 1,5 = 0,225 \text{ l} = 2,25 \text{ dl} \end{array}$$

Rechnungsweg 2: Bruchschreibweise

$$\frac{15 \text{ Liter} \cdot 1,5\%}{100\%} = 0,225 \text{ l} = 2,25 \text{ dl}$$

Rechnungsweg 3: Verhältnisgleichung

$$\begin{array}{ccccccc} 100 & & 100\% & & 15 \text{ Liter} & & 100 \\ \downarrow & & \downarrow & & \downarrow & & \downarrow \\ 1 & & 1\% & & 0,150 \text{ l} & & 1 \\ \downarrow & & \downarrow & & \downarrow & & \downarrow \\ 1,5 & & 1,5\% & & 0,225 \text{ l} = 2,25 \text{ l} & & 1,5 \end{array}$$

Rechenbeispiel 2

Gegen Beikräuter spritzen Sie das Boden-Herbizid Molipan Pro. Die zu behandelnde Fläche misst $12,50 \times 21,70 \text{ m}$ und wird mit einer Rückenspritze (Inhalt 10 Liter) behandelt. Der Hersteller gibt folgende

Angaben zur Dosierung: Molipan Pro: 20 g, die angegebene Mittelmenge bezieht sich auf 10 l Wasser. Damit werden 100 m^2 (= 1 Are) behandelt.

Berechnen Sie die nötige Spritzbrühenmenge, die Mittelmenge und wie viele Spritzgänge Sie mit der Rückenspritze ausführen müssen.

Tab. 34: Berechnung Rechenbeispiel 2

Spritzbrühe

Zu bearbeitende Fläche
 $12,50 \text{ m} \cdot 21,70 \text{ m} = 271,25 \text{ m}^2$

Angaben zur Spritzbrühe
10 Liter Wasser auf 100 m^2

Rechnungsweg

$$\frac{10 \text{ Liter} \cdot 271,25 \text{ m}^2}{100 \text{ m}^2} = 27,125 \text{ Liter}$$

Tab. 34: Berechnung Rechenbeispiel 2 (Fortsetzung)

Mittelmenge
Angaben zum Mittel 20 Gramm pro 10 Liter Wasser
Spritzbrühe 27,125 Liter
Rechnungsweg
$\frac{20 \text{ g} \cdot 27,125 \text{ Liter}}{10 \text{ Liter}} = 54,25 \text{ g}$
Spritzgänge mit Rückenspritze
100 m ² = 1 Spritzgang Fläche = 271,25 m ² Inhalt der Rückenspritze = 10 Liter Spritzbrühe = 27,125 Liter
Rechnungsweg
$\frac{271,25 \text{ m}^2}{100 \text{ m}^2} = 2,71 = 3 \text{ Spritzgänge}$
oder
$\frac{27,125 \text{ Liter}}{10 \text{ Liter}} = 2,71 = 3 \text{ Spritzgänge}$

Rechenbeispiel 3

Ihr Unternehmen hat den Unterhaltsauftrag für das Umgebungsgelände einer Grossfirma. Die vier Rabatten bei den Parkplätzen sind mit Rosen bepflanzt. Nach einem warmen und trockenen Mai, haben sich die Blattläuse stark vermehrt. Um eine weitere Ausbreitung zu vermeiden, spritzen Sie die Rosen mit einem Mittel aus der Gruppe der Aphizide.

Die Pflanzen haben eine Höhe von 80 cm. Die Rosenbeete haben eine Länge von 9,50 m und eine Breite von 1,20 m. Folgende Angaben werden von der Herstellerfirma zum Mittel gemacht: Dosierung: 1,5 %

Berechnen Sie die nötige Spritzbrühenmenge und die Mittelmenge für die vier Rabatten.

Tab. 35: Berechnung Rechenbeispiel 3

Spritzbrühe
Zu bearbeitende Fläche 9,50 m • 1,20 m pro Rabatte Es werden 4 Rabatten bearbeitet.
Angaben zur Spritzbrühe 0,4 Liter pro m ² (ab 50 cm Höhe)
Rechnungsweg 9,50 m • 1,20 m • 4 = 45,60 m ² Fläche 0,4 Liter • 45,60 m ² = 18,24 Liter
Mittelmenge
Angaben zum Mittel Dosierung 1,5 %
Spritzbrühe 18,24 Liter
Rechnungsweg
$\frac{1,5\% \cdot 18,24 \text{ Liter}}{100\%} = 0,2736 \text{ Liter}$ $= 2,736 \text{ dl}$ $= 27,36 \text{ cl}$ $= 273,6 \text{ ml}$

Pflanzenschutzgeräte einstellen

Um die Einsatzsicherheit von Pflanzenschutzgeräten sicherzustellen, müssen diese korrekt eingestellt und regelmäßig gewartet werden. Alle selbstfahrenden und zapfwellenbetriebenen Pflanzenschutzmittelgeräte müssen alle drei Jahre den Spritzentest bestehen (ausgenommen Spritzen mit Hochstammaufsatzen und Gunspritzen). Es empfiehlt sich jedoch, die Spritzen vor jeder Saison zu überprüfen und nötigenfalls einzustellen resp. zu warten. Der Anwender oder die Anwenderin ist verpflichtet sicherzustellen, dass das verwendete Spritz- oder Sprühgerät eine fachgerechte und gezielte Verwendung der Pflanzenschutzmittel ermöglicht.

Düsenwahl

Das gewünschte Arbeitsresultat verlangt die richtigen Düsen.

Entscheidend für den Spritzmittel Einsatz sind die Vorgaben für die eingesetzten Produkte (Aufwandmenge, Temperatur, Mischpartner). Im Grundsatz ist es korrekt, dass bei gleicher Ausbringmenge grosse schwere Tropfen bedeutend weniger driftanfällig sind als kleine feine Tropfen. Im Gegensatz dazu benetzen viele kleine Tropfen um ein Vielfaches besser, vor allem bei der Anwendung von Kontaktmitteln. Sogenannte Air-Injektordüsen, nicht zu verwechseln mit gewöhnlichen Antidriftdüsen, können in der Mischkammer Luftbläschen mit Spritzbrühe überziehen. Die dabei geformten grossen Tropfen erreichen die Zielfläche besser, zerbersten dort und helfen so, die Drift zu minimieren.

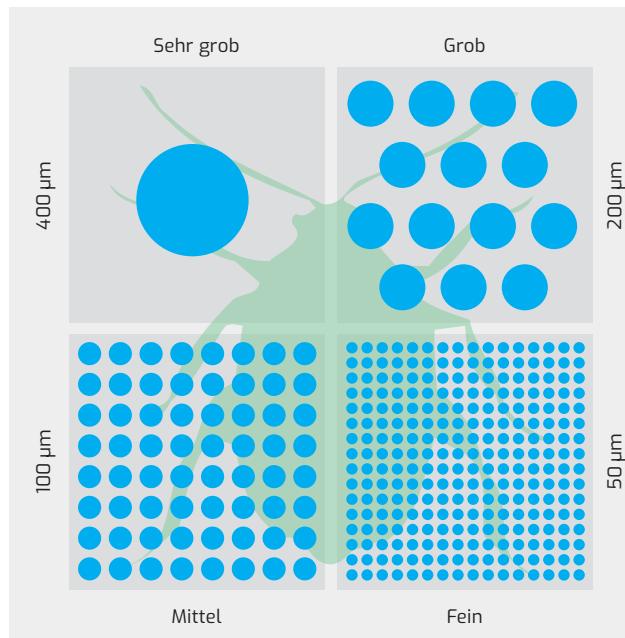


Abb. 131: Feine Tropfen = bessere Benetzung, aber auch höhere Drift

Geräte mit Luftunterstützung drücken den Spritznebel z.B. in Richtung Baumkronen und helfen bei der Durchdringung des Blätterdachs. Düsenhersteller lassen ihre Produkte bei Instituten wie JKI (Julius-Kühn-Institut, Braunschweig) prüfen. Die Institute definieren für jeden Düsen-Typ die mögliche Driftminderung bei jeweils spezifischem Druck.

Für die Anwendung von Herbiziden auf den Baumstreifen gelten die Vorgaben der Feldkulturen. Spezielle Bauformen der Spritzbalken und auch Rekuperationseinrichtungen (Rückgewinnung der Brühmenge) sind sehr kulturspezifisch.

Farbkodierung der Düsen nach ISO-Norm

- ▶ Die standardisierte Farbcodierung nach ISO wird von fast allen Herstellern bei den meisten Düsenbauformen eingehalten. (gültig ab 2020)
- ▶ Kennzeichnung der Düsen: Bauform, Spritzwinkel, Düsengröße, Material



Abb. 132: Düsengrößen von ganz fein bis grob

Dabei besteht der Düsenkörper in der Regel aus Kunststoff, die Öffnung aus Kunststoff, Keramik oder Metall. Die Düsen selbst sind meist für eine Halterung mit Bajonettverschluss oder als Vollkörper mit Bajonettverschluss gefertigt.



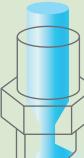
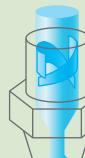
Abb. 133: Düse IDK, Lechler. Beispiele für Düsenkennzeichnung: IDK 90-01C, Flachstrahl-Air-Injektordüse Kompakt mit Keramiköffnung

Bauform

Zu den Bauformen für Flächenkulturen gehören Flachstrahldüsen, Doppelflachstrahldüsen, Zungendüsen, Hohlkegeldüsen, kompakte Injektordüsen und Injektordüsen.

In Raumkulturen werden meist Hohlkegeldüsen, Flachstrahldüsen, Flachstrahldüsen mit Vorzerstäuber oder Air-Injektordüsen (mit Luftbeimischung) verwendet.

Tab. 36: Übersicht der geläufigen Düsenbauformen

Hohlkegeldüse	Flachstrahldüse	Injektordüse (Luftbeimischung)
		
<ul style="list-style-type: none"> ▶ feine Zerstäubung ▶ wenig verstopfungsanfällig ▶ anfälliger auf Drift 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Vorzerstäuber erhöht den Anteil der groben Tropfen. ▶ verstopfen häufiger ▶ weniger anfällig auf Drift als normale Flachstrahldüsen, da grösserer Anteil grober Tropfen 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ hoher Anteil grober Tropfen ▶ verstopfen häufiger ▶ viele grobe Tropfen vermindern die Anfälligkeit auf Drift ▶ Grobe Tropfen werden weiter in Bestand hineingetragen.
	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Driftminderung 0,5 Pkt. 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Driftminderung 1 Pkt.

Mehrfachdüsenträger

Düsen mit flachem Strahl erlauben die gezielte Übergabe des Spritznebels an den Luftstrom der Gebläsespritzen. Mit den Mehrfachdüsenträgern ist eine schnelle Anpassung möglich. Achtung: Fahrgeschwindigkeit und Druck sind den jeweiligen Düsen anzupassen, um eine optimale Behandlung zu erreichen. Die Vorgaben für die Ausbringung der gewählten Mittel schränken die Wahl der Düsen und der Fahrgeschwindigkeit ein. In welchem Druckbereich das optimale Tropfenspektrum erzielt werden kann, ist den Düsentabellen der Hersteller zu entnehmen. Je nach Bauform der Düsen ist für eine ausreichende Reduktion der Drift der angewandte Druck zu reduzieren. Dies bedingt vielfach eine Verminderung der Arbeitsgeschwindigkeit.

Die Anpassung der eingesetzten Wassermenge nach oben kann die geforderte Benetzung erhöhen, muss aber auch in Hinblick auf die gewählten Düsen ausgerichtet sein. Der Einsatz von Air-Injektordüsen in Raumkulturen wurde durch die Union fruitière lémanique in Marcellin getestet: Gemäss den Testergebnissen sind Air-Injektordüsen gleichwertig oder besser bezüglich Spritzqualität im Vergleich mit normalen Düsen. Der Einsatz der driftmindernden Düsen wird empfohlen und mit 0,5 bis 1,0 Punkten anerkannt.

**Abb. 134: Mehrfachdüsenträger für schnellen Wechsel**

In der heutigen Zeit erlauben Web-Applikationen eine umfassende Auskunft und erleichtern die Wahl der einzusetzenden Düsen. Diese Hilfsmittel sind für iPhone- und Android-Geräte auf Google-Play zum Herunterladen verfügbar.

Einige Beispiele, in alphabetischer Reihenfolge:

- ▶ Agrotop GmbH | Düsenrechner Obst- und Weinbau
- ▶ Lechler.com | Düsenkalkulator
- ▶ Spray Select TeeJet® Technologies

Spritzgeräte spülen, reinigen und unterhalten

Um Verstopfungen der Filteranlagen, Rückstandsprobleme, Kulturpflanzenschädigungen sowie Punkteinträge von PSM in Gewässer zu vermeiden, ist es unerlässlich, die Spritzgeräte fachgerecht zu spülen und reinigen. Brühreste, Spül- und Reinigungswasser dürfen keinesfalls in die Abwasserkanalisation, Entwässerungen in Oberflächengewässer oder ins Grundwasser gelangen.

- Dieses Merkblatt bildet auch die Quelle für die folgenden Seiten.

Spülen

Technisch bedingt können Spritzgeräte nicht komplett leer gespritzt werden. Selbst wenn Luft aus den Düsen kommt, verbleibt ein Rest Spritzbrühe im Gerät. Diese technische Restmenge wird durch das Spülen des Spritzgeräts direkt nach dem Anwenden der PSM auf der behandelten Fläche ausgebracht.

Das Spülen ist eine wichtige Massnahme, um das Risiko von Einträgen in die Gewässer zu minimieren. Für die Spülung (und gegebenenfalls anschliessende Reinigung) auf der behandelten Fläche muss ein Gebinde mit Frischwasser mitgeführt werden. Die Menge des mitgeführten Spülwassers muss genügen, um eine mindestens 10-fache Verdünnung der technischen Restmenge sicherzustellen (vgl. Gebrauchsanweisung). Ist nach einer Einzelstockbehandlung oder einer anderen kleinfächigen PSM-Anwendung ein grossflächiges Verteilen des Spülwassers auf der behandelten Fläche nicht möglich, kann das Spritz- oder Sprühgerät auf dem Waschplatz gespült werden.

Reinigen auf der behandelten Fläche

Die Innen- und Aussenreinigung des Spritzgeräts erfolgt, wenn möglich, direkt nach dem Ausbringen der PSM auf der behandelten Fläche. Ist dies nicht möglich, müssen sowohl Innen- wie auch Aussenreinigung auf einem mobilen oder stationären Waschplatz vorgenommen werden.

Reinigen auf einem Waschplatz

Der Waschplatz muss dicht sein und darf keinen Anschluss an die Kanalisation oder ein Gewässer aufweisen. Für grössere Geräte empfiehlt sich ein stationärer Waschplatz. Ein mobiler Waschplatz kann v. a. für Rückenspritzen und andere Kleingeräte zweckmässig sein. Beim Wechsel zwischen zu behandelnden Flächen, resp. dem Transfer zum Waschplatz muss ein verlustfreier Transport des Spritzgeräts sichergestellt werden.

Gute Praxis beim Umgang mit Brühresten

- ▶ Spritzbrühe auf der behandelten Fläche vollständig aufbrauchen.
- ▶ Technische Restmenge (unvermeidbare Brühreste in Leitungen, Filtern und Düsen) mittels zugefügten Frischwassers aussortieren, indem sie auf der behandelten Fläche möglichst grossflächig ausgebracht wird (Spülen des Spritzgeräts).
- ▶ 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.
- ▶ Werden Brühreste zu einem späteren Zeitpunkt aufgebraucht, müssen die Düsen gemäss Bedienungsanleitung gereinigt werden, damit PSM-Rückstände nicht eintrocknen und die Düsen verstopfen.
- ▶ Entstehen trotz all dieser Massnahmen Brühreste, müssen diese in einem geeigneten Behälter gesammelt und als Sonderabfall bei zur Entgegennahme berechtigter Entsorgungsunternehmen abgegeben werden.

Anforderungen an einen stationären Waschplatz

- ▶ Dichter Bodenbelag ohne Risse und Löcher (z. B. armierter Beton von 150 mm Dicke).
- ▶ Der Waschplatz muss über ein Gefälle verfügen, das gewährleistet, dass das Reinigungsabwasser zentral aufgefangen und in einen Sammelbehälter oder ein Behandlungssystem geleitet wird. Ein Gefälle von 2% in Richtung Ablauf ermöglicht ein störungsfreies Abfliessen des Abwassers.
- ▶ Durch das Gefälle und/oder eine Entwässerungsrinne wird sichergestellt, dass das Abwasser nicht auf andere Flächen gelangt und der Waschplatz von den übrigen Flächen getrennt entwässert wird.
- ▶ Keine Entwässerung in die Kanalisation oder in ein Oberflächengewässer und keine Versickerung des Reinigungsabwassers.
- ▶ Der Waschplatz muss an die Grösse des Spritzgerätes angepasst und genügend gross sein, um ein vollständiges Auffangen des Reinigungsabwassers sicherzustellen.
- ▶ Der Waschplatz ist grundsätzlich zu überdachen.
- ▶ Der Waschplatz, die dazugehörigen Anlagen und die Sammelbehälter sind nach den Weisungen der Lieferanten zu betreiben und einwandfrei zu unterhalten. Die notwendigen Kontroll-, Unterhalts- und Wartungsarbeiten sind regelmässig durch eine speziell instruierte und ausdrücklich für den Betrieb der Anlage verantwortliche Person auszuführen.

- ▶ Für Fahrzeuge und Maschinen, die nicht mit PSM unreinigt worden sind, wird empfohlen, die Maschinen- und Chassisreinigung auf einem separaten Maschinenwaschplatz mit einer geeigneten Abscheide- und ggf. Abwasservorbehandlungsanlage durchzuführen. So können die Mengen an mit PSM verschmutztem Abwasser möglichst gering gehalten sowie Aufwand und Kosten für dessen Spezialbehandlung gesenkt werden.
- ▶ Spritzgeräte dürfen nicht auf dem allgemeinen, in die Schmutzwasserkanalisation entwässernden Maschinenwaschplatz gereinigt werden.

Anforderungen an einen mobilen Waschplatz

- ▶ Dichte Blache oder Auffangwanne mit angehobener Randbordüre (Überlaufschutz) von mindestens 15 cm Höhe. Das Reinigungsabwasser muss von dort verlustfrei in einen Sammelbehälter gepumpt oder geleert werden.
- ▶ UV- und witterungsbeständige Materialien mit hoher Widerstandsfähigkeit gegen mechanische Einwirkungen.
- ▶ Der Waschplatz muss auf einer ebenen Fläche installiert werden. Wird eine Blache verwendet, ist diese auf einen steinlosen Boden oder einen zusätzlichen Kunstfaserfilz zu legen, damit die Blache nicht beschädigt wird.

- ▶ Um zu verhindern, dass Niederschlagswasser in die Auffangvorrichtung gelangt, ist der mobile Waschplatz nach dem Gebrauch zu reinigen und wegzuräumen oder an einem überdachten Ort aufzubauen (Maschinenhalle, Werkhof o. ä.). Auch das Abwasser der Waschplatzreinigung und allfälliges Niederschlagswasser müssen aufgefangen und speziell behandelt werden.
- ▶ Der Waschplatz muss genügend gross sein, um ein vollständiges Auffangen des Reinigungsabwassers zu ermöglichen.

Kosten senken – gemeinsame Waschplätze nutzen

Falls auf dem eigenen Betrieb keine Reinigungseinrichtung zur Verfügung steht, können betriebsexterne Lösungen gesucht werden. So ist beispielsweise denkbar, dass auf dem Areal des kommunalen Werkhofs oder einer Stadtgärtnerei ein Befüll- und Waschplatz zur Verfügung steht, der auch von anderen Betrieben genutzt werden kann. Dabei muss sichergestellt werden, dass eine ausreichende Lager- resp. Behandlungskapazität vorhanden ist.

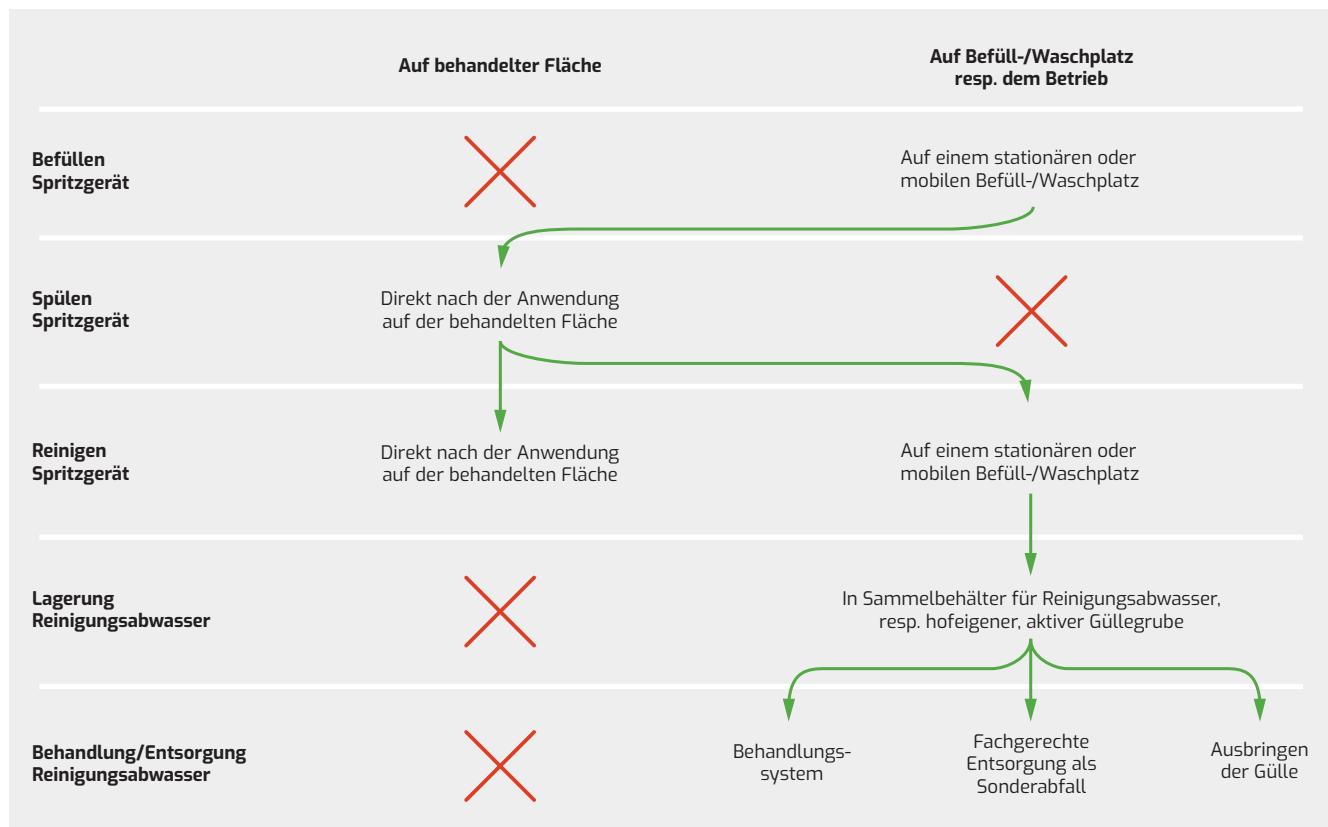


Abb. 135: Übersicht fachgerechtes Vorgehen beim Befüllen, Spülen und Reinigen

Lagerung des Reinigungsabwassers

Das bei der Reinigung auf dem Waschplatz anfallende Abwasser darf weder in die Kanalisation noch in ein Oberflächengewässer gelangen oder versickern. Es muss direkt einem Sammelbehälter zur Zwischenlagerung oder einem Behandlungssystem zugeführt werden.

Die für die Zwischenlagerung genutzten Sammelbehälter müssen folgende Anforderungen erfüllen:

- ▶ Bei unterirdischer Installation: doppelwandig; bei oberirdischer Installation: doppelwandig oder einwandig mit einer überdachten Rückhaltewanne.
- ▶ Frostsicher oder mobil, damit er an einen frostgeschützten Ort verschoben werden kann.
- ▶ Dicht verschliessbar und gekennzeichnet.
- ▶ Ausserhalb von Grundwasserschutzzonen gelegen.
- ▶ Das Volumen des Rückhaltetanks orientiert sich an der anfallenden Abwassermenge und an der Leistung eines allfälligen Behandlungssystems.
- ▶ Sofern der Füllstand nicht direkt erkennbar ist, muss der Sammelbehälter mit einem automatischen Füllstandsanzeiger ausgerüstet sein, welcher bei einem Füllstand von 95 % am Einfüllort einen optischen oder akustischen Alarm auslöst.
- ▶ Sammelbehälter und Leitungen sind periodisch auf ihre Dichtheit zu prüfen. Die Kontrolle der Leitungen erfolgt gemäss VSA-Richtlinie «Dichtheitsprüfung von Entwässerungsanlagen». Bei unterirdischen Sammelbehältern findet die Dichtheitsprüfung mindestens alle 10 Jahre optisch statt (Dichtheitsnachweis durch Fachperson). Alternativ kann ein Leck-Anzeigegerät eingebaut werden, welches das Vakuum in der Doppelwand überwacht.
- ▶ Stillgelegte betriebseigene Hofdüngeranlagen können als Sammelbehälter genutzt werden, sofern sie den Anforderungen der Interkantonalen Empfehlung zu Befüll- und Waschplätzen und zum Umgang mit pflanzenschutzmittelhaltigem Spül- und Reinigungswasser in der Landwirtschaft entsprechen.

Behandlung des Reinigungsabwassers

Eigenes Behandlungssystem

Für Betriebe, die regelmässig Pflanzenschutzmittel ausbringen und solche, die grössere Spritzgeräte im Einsatz haben, kann es sich lohnen, ein eigenes Behandlungssystem zu installieren. Es sind verschiedene Systeme auf dem Markt, die sich nach Funktionsweise, Aufbau, Platzbedarf, Kapazität etc. unterscheiden. Aus Sicht der Risikominimierung wird empfohlen, ein System zu verwenden, das geschlossen betrieben werden kann, d.h. bei dem nach erfolgter Behandlung kein behandeltes Restwasser zurückbleibt.

- ↗ Informieren Sie sich über die neusten Technologien zur Behandlung von pflanzenschutzmittelhaltigem Waschwasser im Internet. Folgende Schlagworte/ Systeme helfen dabei: Biobac, Biofilter und Biobed.

Auf dem Areal des INFORAMA Rütti in Zollikofen können verschiedene Behandlungssysteme auf Anfrage besichtigt und miteinander verglichen werden.

Ohne eigenes Behandlungssystem: Entsorgung als Sonderabfall

Erfolgen PSM-Anwendungen nur sporadisch und in Kleinstmengen, lohnt sich die Installation eines eigenen Behandlungssystems unter Umständen nicht. In diesem Fall muss das auf dem Betrieb anfallende Reinigungsabwasser als gewerblich deklarierpflichtiger Sonderabfall (LVA-Code 16 10 01 S) entsorgt werden. Alternativ können die verwendeten Spritzgeräte auf einem betriebsfremden Waschplatz mit angeschlossenem Behandlungssystem gereinigt werden (s. Hinweis «Kosten senken - gemeinsame Waschplätze nutzen»).

Gute Praxis im Umgang mit Sonderabfall

Abfällen werden aufgrund ihrer Herkunft und Eigenschaften in der Verordnung des UVEK über Listen zum Verkehr von Abfällen (LVA, SR 814.610.1) sogenannte LVA-Codes (Abfallcodes) zugeordnet. Unterschieden wird zwischen Sonderabfällen (S), anderen kontrollpflichtigen Abfällen (ak) und nicht klassierten Abfällen. Wer Sonderabfälle entsorgen will, muss die Vorschriften der Verordnung über den Verkehr mit Abfällen (VeVA) beachten. Dabei sind folgende Punkte wichtig:

- ▶ Jeder Betrieb, der Sonderabfälle abgibt (sogenannter «Abgeber»), braucht eine Betriebsnummer. Die Betriebsnummer ist standortspezifisch. Sie kann bei der zuständigen Umweltschutzfachstelle des Kantons oder via Portal eGovernment UVEK bezogen werden.
- ▶ Sonderabfälle wie Brühreste oder PSM-haltiges Abwasser dürfen nur an Stellen abgegeben werden, die zur Entgegennahme berechtigt sind.
- ↗ Ein Verzeichnis der bewilligten Entsorgungsunternehmen ist unter veva-online.admin.ch zu finden.
- ▶ Sonderabfälle müssen mit den Abfallcodes der LVA eindeutig gekennzeichnet werden.
- ▶ Sonderabfälle dürfen nicht verdünnt und unterschiedliche Sonderabfälle nicht vermischt werden.
- ▶ Der Abgeberbetrieb ist dafür verantwortlich, dass das Transportunternehmen den Sonderabfall einem bewilligten Entsorgungsunternehmen zuführt.
- ▶ Für die Entsorgung von Sonderabfällen muss ein Be-

gleitschein gemäss VeVA ausgefüllt und mindestens 5 Jahre aufbewahrt werden. Begleitscheine können im Internet unter veva-online erstellt oder unter bspublikationen.ch bestellt werden. In der Regel werden diese im Sinne einer Dienstleistung vom Empfängerbetrieb ausgestellt, müssen aber von allen Beteiligten unterzeichnet und aufbewahrt werden.

- Für Sonderabfälle bis zu einer Menge von 50 kg pro Entsorgung und Abfallart ist kein Begleitschein, aber ein Entsorgungsbeleg erforderlich.

Sichtkontrolle

Die Anwenderin bzw. der Anwender ist verpflichtet sicherzustellen, dass das verwendete Spritz- oder Sprühgerät eine fachgerechte und gezielte Verwendung der PSM ermöglicht. Vor jeder Inbetriebnahme ist es ratsam, eine Sichtkontrolle der Pflanzenschutzkomponenten durchzuführen. Es ist zu überprüfen, ob der Spritzentank leer und gereinigt ist und die Saug- und Druckfilter sauber sind. Weiter empfiehlt sich eine Kontrolle, ob alle flüssigkeitsführenden Teile dicht sind und alle Düsen funktionieren. Dafür kann die Spritze vor dem Anmischen der Spritzbrühe mit einer geringen Menge Frischwasser gefüllt und auf dem Spritzenwaschplatz oder auf einer bewachsenen Fläche einer Funktionskontrolle unterzogen werden.

Wartung der Pumpe

Die Pumpe ist das Herzstück jeder Pflanzenschutzspritze. Damit PSM präzise ausgebracht werden können, ist es unabdingbar, dass die Pumpe reibungslos funktioniert und regelmässig gewartet wird.

- Nach dem Auswintern ist die Pumpe auf Dichtigkeit und Frostschäden zu überprüfen.
- Der Ölstand ist vor Gebrauch zu überprüfen und das Öl gemäss den Herstellervorgaben regelmässig zu wechseln.

Der Windkessel/Druckbehälter an der Pumpe ermöglicht ein Brechen der Druck spitzen und somit einen gleichmässigen Druck im Spritzgestänge. Der Druck im Windkessel ist vom gewünschten Arbeitsdruck abhängig und sollte für eine präzise Ausbringung regelmäßig überprüft und wenn nötig nachjustiert werden.

Tab. 37: Arbeitsdruck und Windkessel-Fülldruck Pflanzenschutzspritze

Arbeitsdruck		Windkessel-Fülldruck	
bar	psi	bar	psi
1–3	15–44	1	15
3–12	44–174	1–3	15–44
12–20	174–290	3–5	44–73
20–50	290–725	5–7	73–102



© Martin Häberli-Wyss, Baerischemhaus

Abb. 136: Überprüfung des Druckes im Windkessel

Einwintern

Die Pflanzenschutzspritze sollte mit dafür vorgesehenem Spülmittel innen wie auch aussen auf einem Waschplatz gründlich gereinigt werden. Dazu wird die Spritze mit ca. 20 % des Füllvolumens gefüllt und anschliessend bei eingeschalteter Pumpe das Spülmittel zugegeben. Einspül schleusen und Befüllsysteme sowie Druck-, Saug- und Düsenfilter dürfen bei der Reinigung nicht vergessen gehen. Gerade bei den Düsen und deren Filtern kann sich der Einsatz eines Ultraschallreinigungsgeräts lohnen, da sich so auch hartnäckige Anlagerungen in den Düsen lösen lassen.

Wichtig beim Einsatz von Spritzenreinigungsmittel ist die ausreichende Einwirkzeit, die je nach Mittel von wenigen Minuten bis zu einer Stunde dauern kann. Anschliessend wird das Spritzgerät auf dem Waschplatz mit Frischwasser gespült und eingewinternt.

9

Anleiten anderer Personen bei der Anwendung von PSM

9. Anleiten anderer Personen bei der Anwendung von PSM

Rechtliche Anforderungen

Aus Sicht des Umwelt- und Gesundheitsschutzes empfiehlt es sich, PSM nur durch eine Person ausbringen zu lassen, die über eine entsprechende Fachbewilligung verfügt und sich regelmässig weiterbildet. Ist dies zum Beispiel in einem Grossbetrieb 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-G, Art. 1, Abs. 2). 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 FABE-Inhaberin bzw. der FABE-Inhaber, 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 worüber instruiert wurde, wird schriftlich festgehalten (siehe «Vorlage Protokoll: Anleitung von Drittpersonen zum Ausbringen von PSM» auf der Seite 156).

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 selbstständig 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 ortsgebunden 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 (siehe Beispielfragen). Jeweils zu Beginn einer neuen Saison wird der zweite Schritt, d.h. die Begleitung vor Ort wiederholt. Dabei werden allfällig neue Vorgaben und Fachkenntnisse vermittelt und überprüft, ob die einzelnen Arbeitsschritte korrekt ausgeführt werden.

Tab. 38: Übersicht fachgerechtes Vorgehen

Erstanwendung: Instruktion vor Ort	Hat die anzuleitende Person noch keine Erfahrung mit dem Ausbringen von PSM, werden sämtliche Arbeitsschritte durch die FABE-Trägerin bzw. den FABE-Träger demonstriert. Die Instruktion wird protokolliert und von beiden Parteien unterschrieben.
Zweitanwendung: Begleitung der angeleiteten Person	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.
Ab der 3. PSM- Anwendung: selbständiges Ausführen der Spritzarbeiten	Sobald die angeleitete Person die ihr übertragenen Arbeiten korrekt umsetzt und sich im Umgang mit dem Spritzgerät sicher fühlt, kann sie PSM selbständig ausbringen.
Laufend: Mentoring/Kontrolle	

Inhalt der Anleitung

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

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

Neben dem fachlichen Wissen spielen bei der Anleitung auch persönliche Kompetenzen der anleitenden 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 helfen zu überprüfen, ob die Instruktion verstanden wurde und korrekt umgesetzt wird.

Wie lautet Ihr Auftrag?

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

Wie lösen Sie den Auftrag?

- Welches Mittel verwenden Sie?
- In welcher Konzentration setzen Sie das Mittel ein?
- Welche Applikationstechnik wenden Sie an?
- Welche Materialien / Geräte / Hilfsmittel benötigen Sie?
- Wie und wo befüllen, spülen und reinigen Sie das Spritzgerät?
- Welche Sicherheitsabstände beachten Sie?
- Welche weiteren Schutzmassnahmen treffen Sie?
- Haben Sie abgeklärt, ob es im Einsatzgebiet Grundwasserschutzzonen gibt?
- Weiteres ...

Was machen Sie, wenn...?

(sich mit Unvorhergesehenem auseinandersetzen!)

- ... Sie Pflanzenschutzmittel verschütten?
- ... Sie Pflanzenschutzmittel ins Auge bekommen?
- ... Sie zu viel Spritzbrühe angemischt haben?
- ... 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

2. Einsatzort (Kultur, Parzellenbezeichnung, Kundenadresse etc.)

3. Datum und Uhrzeit der Behandlung

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

5. Mögliche Gefahren für Mensch und Umwelt

6. Schutz- und Sicherheitsmassnahmen (Anwendungsauflagen, 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.

Fachbewilligungsnehmer/Fachbewilligungsnehmerin (Ort, Datum, Unterschrift):

.....

Angeleitete Person (Ort, Datum, Unterschrift):

.....

Quelle: Kt. VS

Anwendung von Pflanzenschutzmitteln im Gartenbau – Grundlagen zum Erwerb der Fachbewilligung