








# Anwendung von Pflanzenschutzmitteln in der Landwirtschaft

## Grundlagen zum Erwerb der Fachbewilligung

Ausgabe: April 2025





**Anwendung von Pflanzenschutzmitteln in der Landwirtschaft –**
Grundlagen zum Erwerb der Fachbewilligung

Ausgabe: April 2025

# Anwendung von Pflanzenschutzmitteln in der Landwirtschaft

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

Bundesamt für Umwelt BAFU

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

**Autorinnen und Autoren**

Hans Ramseier (HAFL), Stefan Lutter (HAFL), Magali Lebrun (BAFU), Claudia Vogt (sanu ag), Anke Schütze (HAFL), Corinne Bertschi (Strickhof), Michaela Burkhart (HAFL), Gian Dietrich (Rohrer Gemüse), Reto Flückiger (Andermatt Biocontrol Suisse AG), Carlo Gamper (FIBL), Martin Häberli-Wyss (HAFL), Benno Jungo (Bagerhof Schmitten), Christa Kunz (HAFL), Simon Lüscher (JardinSuisse), Janosh Montandon (sanu ag), Ursula Morgenthaler (sanu ag), Lukas Müller (INFORAMA), Olivier Sanvido (SECO), Delia Schenk (Andermatt Biocontrol Suisse AG), Simon Schmid (SECO), Philipp Studer (Beerenland AG), David Szalatnay (Strickhof), Anja Vieweger (FiBL), Remo Walder (Strickhof)

**Fachlektorinnen und Fachlektoren**

**Konferenz der kantonalen Pflanzenschutzdienste:** Simon Binder (Kt. ZH), Fiona Eyer (Kt. ZH), Markus Hochstrasser (Kt. ZH), Pierre-Yves Jaquiéry (Kt. VD), Gaetano Mori (Kt. SO), Florian Sandrini (Kt. TG)

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

**Private Institutionen:** Stéphane Emery (Bio Suisse), Sem Genini (Agriticino), Eva Goldmann (WWF), Urs Guyer (Bio Suisse), Simon Hämmerli (Gemüse Hämmerli AG), Benedikt Hellermann (Beratungsstelle für Unfallverhütung in der Landwirtschaft, BUL), Barbara Jenni (JardinSuisse), Carine Théraulaz (Agora), Simon Zysset (WWF)

**Bildungsinstitutionen:** Stefan Lutter (HAFL), Christian Maurer (STRUCTUR GmbH), Lukas Müller (INFORAMA), Hans Ramseier (HAFL), Anke Schütze (HAFL), René Steiner (INFORAMA), Claudia Vogt (sanu ag)

**Bundesämter:** Gurba Alexandre (BAFU), Numa Courvoisier (BLW), Juliane Eismann Billet (BAFU), Felix Fraga (BLV), Magali Lebrun (BAFU), Nicole Munz (BAFU), Reto Muralt (BAFU), Olivier Sanvido (SECO), Simon Schmid (SECO), Urs Schönenberger (BAFU), Rahel Spinnler (BAFU), Miriam Reinhardt (BAFU)

**Projektleitung**

Stefan Lutter (HAFL), Hans Ramseier (HAFL), 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 – insbesondere Hans Ramseier – für ihr engagiertes Mitwirken und den verschiedenen involvierten Institutionen für die Erlaubnis, ihre Bilder zu verwenden. Genannt 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 |
| **bgSO** | Besonders gefährliche Schadorganismen |
| **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** | Freisetzungsverordnung |
| **GBI** | Gemüsebau Info (Agroscope) |
| **GHS** | global harmonisiertes System zur Einstufung und Kennzeichnung von Chemikalien |
| **GSchG** | Gewässerschutzgesetz |
| **GSchV** | Gewässerschutzverordnung |
| **KEF** | Kirschessigfliege |
| **KIP** | Koordinationsgruppe Richtlinien Tessin und Deutschschweiz |
| **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 |
| **Piwis** | pilzwiderstandsfähige Rebsorten |
| **PSA** | Persönliche Schutzausrüstung |
| **PSM** | Pflanzenschutzmittel |
| **PSMV** | Pflanzenschutzmittelverordnung |
| **RHG** | Rückstandshöchstgehalt |
| **SDB** | Sicherheitsdatenblatt |
| **TschG** | Tierschutzgesetz |
| **USG** | Umweltschutzgesetz |
| **VFB-L** | Verordnung über die Fachbewilligung für die Verwendung von PSM in der Landwirtschaft |
| **ZGB** | Zivilgesetzbuch |

| | |
|---|---|
|  | Ackerbauspezifische Lerninhalte |
|  | Gemüsebauspezifische Lerninhalte |
|  | Obstbauspezifische Lerninhalte |
|  | Weinbauspezifische Lerninhalte |

# Inhaltsverzeichnis

**Abkürzungsverzeichnis** **3**

**Einleitung** **11**

## 1. Rechtliche Grundlagen 14

**Übersicht über wichtige Gesetze im Zusammenhang mit der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln** **14**

**Ausgewählte Gesetze und Verordnungen** **15**

Pflanzenschutzmittelverordnung 15

Pflanzenschutzmittel im biologischen Landbau 15

Umweltschutzgesetz 16

Natur- und Heimatschutzgesetz 16

Gewässerschutzgesetzgebung 16

Wichtige Regelungen aus der Direktzahlungsverordnung 17

Chemikalien-Risikoreduktions-Verordnung 18

Fachbewilligung für die Anwendung von PSM in der Landwirtschaft 18

Fachbewilligung für die allgemeine Schädlingsbekämpfung bei der Verwendung von PSM zum Schutz von Erntegütern 19

Zivilgesetzbuch und Obligationenrecht 19

**Fachstellen und Beratung für PSM-Fragen** **19**

## 2. Grundlagen der Ökologie 22

**Das Ökosystem** **22**

Einführung in die Ökologie 22

Aufbau eines Ökosystems 22

Nährstoffkreislauf und Energiefluss im Ökosystem 22

Nahrungsnetz 24

Populationsentwicklung 24

Wechselwirkungen im Ökosystem 25

**Stoffkreisläufe** **26**

Kohlenstoff und Sauerstoff 26

Stickstoff und Phosphor 27

**Lebensraum Boden** **28**

**Biodiversität** **29**
Bedeutung und Nutzen der Biodiversität 29
Zustand der Biodiversität in der Schweiz 30
Landwirtschaftliche Nutzflächen und biologische Vielfalt 31

## 3. Pflanzenschutzmittel, Öko- und Humantoxikologie 34

**Einsatz und Kategorisierung von Pflanzenschutzmitteln** **34**
Begrifflichkeiten und Abgrenzung 34
Einschränkungen und Rückzug von Bewilligungen 35
Einteilung von Pflanzenschutzmitteln 36
**Praktische Einteilung der Produkte nach ihrer Wirkungs- und Anwendungsweise** **37**
Herbizide 37
Fungizide 38
Insektizide 39
PSM-Produkte mit lebenden Organismen (biologisch) 39
Biotechnische Methoden 39
Pflanzenstärkungsmittel 39
Zusatzstoffe (Beistoffe, Adjuvantien) 40
**Humantoxikologie** **40**
Grundsätzliches zur Toxikologie 40
Aufnahmewege von Pflanzenschutzmitteln in den menschlichen Körper 40
Akute und chronische Wirkungen 40
Rückstände in Lebensmitteln 41
**Kennzeichnung und Informationen zu Pflanzenschutzmitteln** **41**
Risiko und Exposition 41
Etikette 41
Gefahrensymbole (GHS) und Gefahrenkennzeichnung 43
Gebrauchsanweisung 44
Sicherheitsdatenblatt 44
**Pflanzenschutzmittel in der Umwelt** **44**
Verhalten von Pflanzenschutzmitteln und Abbau 45
Potenzielle Umweltauswirkungen chemischer PSM 49
Umsetzung der Abstandsauflagen zu Drift und Abschwemmung 50

## 4.1 Pflanzenschutzstrategie planen und präventive Massnahmen umsetzen 52


**Pflanzenschutzstrategie planen** **52**

**Prinzipien des integrierten Pflanzenschutzes** **53**

**Präventive Massnahmen** **53**

Standort und Wahl der Kulturen 53

Fruchtfolge 54

Saatgut und Sortenwahl 58

Verhinderung der Verseuchung 58

Anbautechnik 58

Wassermanagement und Bewässerung 59

Ausnützung natürlicher Begrenzungsfaktoren – Pflege des ganzen Agrarökosystems 60

**Fallbeispiel Ackerbau** **62**

Betrieb Jungo - Bagerhof.ch 62


## 4.2 Pflanzenschutzstrategie planen und präventive Massnahmen umsetzen 66


**Pflanzenschutzstrategie planen** **66**

**Prinzipien des integrierten Pflanzenschutzes** **66**

**Präventive Massnahmen** **66**

Standort und Wahl der Kulturen 66

Fruchtfolge 67

Saatgut und Sortenwahl 70

Feld- und Betriebshygiene im Gemüsebau 70

Anbautechnik 71

Pflanzenernährung 72

Wassermanagement und Bewässerung 72

Ausnützung natürlicher Begrenzungsfaktoren – Pflege des ganzen Agrarökosystems 72

**Fallbeispiel Gemüsebau** **73**

Rohrer Gemüse – rohrergemuese.jimdo.com 73

## 4.3 Pflanzenschutzstrategie planen und präventive Massnahmen umsetzen 78


**Pflanzenschutzstrategie planen** **78**
**Prinzipien des integrierten Pflanzenschutzes** **79**
**Präventive Massnahmen** **79**
Standort und Wahl der Kulturen 79
Wahl der Sorte und Unterlage 80
Zertifiziertes Pflanzmaterial 80
Anbautechnik 81
Pflanzenernährung 81
Wassermanagement und Bewässerung 82
Ausnützung natürlicher Begrenzungsfaktoren 82
**Fallbeispiel Obstbau** **83**
Betrieb Bütler - buetlerobst.ch 83


## 4.4 Pflanzenschutzstrategie planen und präventive Massnahmen umsetzen 86


**Pflanzenschutzstrategie planen** **86**
**Prinzipien des integrierten Pflanzenschutzes** **86**
**Präventive Massnahmen** **86**
Standort und Wahl der Kulturen 86
Sorten-, Klon und Unterlagenwahl 87
Gesundes und veredeltes Pflanzmaterial 87
Anbautechnik 87
Massnahmen zur Förderung der Biodiversität 88
**Fallbeispiel Weinbau** **90**
Betrieb Streit - es-bons.ch 90


## 5. Monitoring 94


**Mögliche Ursachen der beobachteten Symptome** **94**
**Überblick über verschiedene Krankheitssymptome** **95**
Durch Pilze verursachte Symptome 95
Durch Viren verursachte Symptome 96
Durch Bakterien verursachte Symptome 96
Durch Schädlinge verursachte Symptome 97
Nichtparasitäre Schadursachen 97

**Monitoring-Werkzeuge** **98**
Feldbeobachtungen und Feldkontrollen 98
Bekämpfungsschwellen 99
**Informationsquellen, Entscheidungshilfen und Prognosesysteme** **99**
Warndienste 99
Agrometeo 100
Informations- und Prognosesysteme 100
Entscheidungshilfen im Obstbau und im Weinbau 102

## 6. Schaderreger und Nützlinge 104

**Einteilung der Schaderreger** **104**
**Pflanzenschädigende Insekten** **105**
Bau der Insekten 105
Entwicklung der Insekten 106
Einteilung ausgewählter Insekten 107
Vertiefung ausgewählter Schädlinge 109
**Andere Schädlinge** **118**
**Pilzliche Schaderreger** **125**
Allgemeines zu Pilzen 125
Bodenpilze (Fruchtfolgekrankheiten) 127
Rostkrankheiten 128
Brandkrankheiten 130
Mehltauarten 132
Sklerotinia 137
Schorfarten 137
Blattfleckenkrankheiten 140
**Unkräuter, Beikräuter, Begleitflora** **142**
Allgemeines, Begriffserklärung 142
Schädliche Auswirkungen von Unkräutern 142
Nutzen von Unkräutern 143
Biologie der Unkräuter 144
**Invasive gebietsfremde Arten (Neobiota)** **149**
Invasive Neophyten 150
Invasive Neozoen 150
Meldepflicht von besonders gefährlichen Schadorganismen 151
**Nützlinge** **151**

## 7. Direkte Bekämpfung 156


**Physikalische Methoden** **156**
Mechanisch 156
Hitze 161
Fangen und Einsammeln 162
Netze 162
Vernichten von befallenen Pflanzenteilen 162
**Physikalische Methoden** **163**
**Physikalische Methoden** **163**
Mechanische Beikrautkontrolle 163
Abdecken der Begleitflora mit organischem Material 165
Auslauben und Ausgeizen der Traubenzone 166
Einnetzen der Laubwand (mit Fokus Traubenzone) 166
Vernichten von befallenen Pflanzenteilen 166
**Biotechnische Methoden** **167**
Repellents 167
Lockstoffe und Pheromone (Attractants) 167
Verwirrungstechnik 167
Farbfallen 168
**Biologische Methoden** **169**
Insekten/Milben 169
Bakterien 169
Viren 170
Pilze 170
Nematoden 171
Naturprodukte 172
**Chemische Bekämpfung** **173**
So viel wie nötig, so wenig wie möglich 173
Selektiv vor breit wirksam 174
Wirkungskontrollen 174
Resistenzen 174


## 8. PSM-Anwendung 180


**Sich beim Umgang mit Pflanzenschutzmitteln schützen** **180**
Exposition gegenüber PSM 180
STOP-Prinzip 182

Persönliche Schutzausrüstung 183
Notfall – Was tun? 184
**Pflanzenschutzmittel korrekt auswählen 185**
1. Zulassung nach Produktionsrichtung, Labels und Programmen 185
2. Wirkung auf Schadquelle 186
3. Weitere Einschränkungen der Wirkstoffe und Wirkstoffgruppen 186
4. Einsatzzeitpunkt 186
5. Wartefristen berücksichtigen 187
6. Nachbaueignung 187
7. Sortenverträglichkeit 187
8. Mischbarkeit 187
9. Risikoreduktion bei der Anwendung von PSM 187
10. Kosten 190
**Pflanzenschutzmittel lagern und entsorgen 191**
**Pflanzenschutzmittel dem Lager entnehmen 192**
**Pflanzenschutzgeräte befüllen und Spritzbrühe herstellen 192**
**Pflanzenschutzgeräte einstellen 193**
Geschwindigkeit 193
Düsenausstoss 194
Düsenwahl im Feldbau 194
Düsenwahl in Raumkulturen 197
**Spritzgeräte spülen, reinigen und unterhalten 199**
Vor Saisonstart 199
Nach jeder Behandlung 199
Sichtkontrolle 201
Wartung der Pumpe 201
Einwintern 201
Spritzentests 202

## 9. Anleiten anderer Personen bei der Anwendung von PSM 204

**Rechtliche Anforderungen 204**
**Vorgehen bei der Anleitung 204**
**Inhalt der Anleitung 205**
**Fragen zur Überprüfung der erworbenen Kompetenzen 205**
**Vorlage Protokoll: Anleitung von Drittpersonen zum Ausbringen von PSM 206**

# Einleitung

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

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

- Stand Umsetzung der Massnahmen des Aktionsplans PSM: www.blw.admin.ch > Nachhaltige Produktion > Nachhaltiger Pflanzenschutz > Aktionsplan Pflanzenschutzmittel > Berichterstattung

Die Förderung einer umweltgerechten und nachhaltigen Landwirtschaft ist in der schweizerischen ***Agrarpolitik*** heute bereits verankert. 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 PSM, aber auch mit ökologischen Ausgleichsflächen und Vernetzungselementen, können Landwirtinnen und Landwirte einen wichtigen Beitrag zum Schutz der Biodiversität in der Schweiz leisten.

Nicht zuletzt beeinflusst auch der ***Klimawandel*** die Pflanzenschutzstrategie der Landwirtinnen und Landwirte. 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 Bereich der Landwirtschaft. Es richtet sich an folgende ***Berufe*** und schliesst auch den biologischen Landbau mit ein:

- Landwirtin EFZ / Landwirt EFZ
- Gemüsegärtnerin EFZ / Gemüsegärtner EFZ
- Obstfachfrau EFZ / Obstfachmann EFZ
- Weinfachrau EFZ / Weinfachmann EFZ

Prüfungsrelevant ist der gesamte Inhalt des Lehrmittels ausser die separat markierten Abschnitte der anderen Berufe, die Fallbeispiele, die «Gut zu wissen»-Hinweise gekennzeichnet mit der Glühbirne (💡), das Kapitel 9 «Anleiten anderer Personen bei der Anwendung von PSM» sowie Informationen aus externen Quellen, die im Lehrmittel erwähnt werden.

- Das Lehrmittel «Anwendung von Pflanzenschutzmitteln in der Landwirtschaft – 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 die PSMV auf das ChemG, LwG und USG)**

| Beispiele für relevante Bundesgesetze | Beispiele für relevante Verordnungen |
|---|---|
| Landwirtschaftsgesetz (LwG, SR 910.1) | ▶ ***Pflanzenschutzmittelverordnung*** (PSMV, SR 916.161)<br>▶ Pflanzengesundheitsverordnung (PGesV, SR 916.20)<br>▶ ***Direktzahlungsverordnung*** (DZV, SR 910.13)<br>▶ ***Verordnung über die biologische Landwirtschaft*** (SR 910.181) |
| Gewässerschutzgesetz (GSchG, SR 814.20) | ▶ ***Gewässerschutzverordnung*** (GSchV, SR 814.201) |
| Chemikaliengesetz (ChemG, SR 813.1)<br>Umweltschutzgesetz (USG, SR 814.01 | ▶ Chemikalienverordnung (ChemV, SR 813.11)<br>▶ Chemikalien-Risikoreduktions-Verordnung (ChemRRV, SR 814.81)<br>▶ ***Verordnung über das Register der Fachbewilligungen für die Verwendung von Pflanzenschutzmitteln*** (SR 814.88)<br>▶ ***Verordnung über die Fachbewilligung für die Verwendung von PSM in der Landwirtschaft*** (VFB-L, SR 814.812.34) |
| Arbeitsgesetz (ArG, SR 822.11) | ▶ Diverse Verordnungen zum Arbeitsgesetz (ArGV 1-5, SR 822.111 (div.))<br>▶ ***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 das Inverkehrbringen von PSM auf den 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 Mensch, Tier 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 z. B. hinsichtlich der maximalen Wirkstoffmenge, der Anzahl an Behandlungen (Kennzeichnung SPe1 auf der Etikette) oder dem erlaubten Anwendungsgebiet (z. B. nicht in Grundwasserschutzzone S2).

↗ Mehr Informationen dazu finden Sie im Kapitel «3. Pflanzenschutzmittel, Öko- und Humantoxikologie» auf der Seite 34.

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

💡 Bei den für die Zulassung von PSM notwendigen Toxizitätstests werden wesentliche biodiversitätsrelevante Aspekte wie die Mischungstoxizität, Wechselwirkungen und Langzeiteffekte nicht oder nur ungenügend berücksichtigt. 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 Spritzgeräten

Zapfwellenangetriebene oder selbstfahrende 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 PSMV). Die Spülung von Pumpe, Filter, Leitungen und Düsen muss auf der behandelten Fläche erfolgen. Gunspritzen ohne angebautes Gebläse oder Spritzbalken sind von der Prüfpflicht befreit, ein Spülwassertank ist nicht erforderlich. Die Spritze mit Schlauch und Gun muss jedoch auf dem Feld gespült werden, wobei das Spülwasser aus einem nahegelegenen Wasseranschluss oder dem Betriebsgebäude bezogen werden kann.

↗ Mehr Informationen dazu finden Sie im Kapitel «8. PSM-Anwendung» unter dem Titel «Spritzgeräte spülen, reinigen und unterhalten» auf der Seite 199.

## Pflanzenschutzmittel im biologischen Landbau

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 und sind darüber hinaus in der Betriebsmittelliste des Forschungsinstituts für biologischen Landbau (FiBL) aufgeführt.

↗ www.fibl.org/de

Um ihre Ernte vor Schädlingen und Krankheiten zu schützen, dürfen Biolandwirtinnen und Biolandwirte nur PSM nutzen, die pflanzlichen, tierischen, mikrobiellen oder mineralischen Ursprungs sind. Hierzu gehören etwa Schwefel, Bienenwachs und Pflanzenöle, die sich oft schneller zersetzen (z. B. durch Sonnenlicht) als Mittel synthetischen Ursprungs. Auch sie können jedoch negative Auswirkungen auf die Umwelt (z. B. Kupfer) und die Nützlinge (z. B. Spinosad) haben.

## Umweltschutzgesetz

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

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

### Vorsorgeprinzip

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

### Verursacherprinzip

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

### Sorgfaltspflicht

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

## Natur- und Heimatschutzgesetz

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

## Gewässerschutzgesetzgebung

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

Die Gewässerschutzverordnung (GSchV) enthält das ökologische Ziel, dass in Flüssen, Bächen, Seen und Grundwasser keine künstlichen und langlebigen Stoffe vorhanden sein sollen. In Gewässern, die für Trinkwasser genutzt werden, dürfen PSM und ihre Metaboliten (Abbauprodukte) keine Konzentration von mehr als 0,1 µg/l (0,0001 mg/l) erreichen. Stoffe, die durch menschliche Aktivitäten ins Wasser gelangen, dürfen die Fortpflanzung, Entwicklung und Gesundheit von Pflanzen, Tieren und Mikroorganismen nicht beeinträchtigen.

↗ Mehr Informationen zu Auflagen finden Sie im Kapitel «3. Pflanzenschutzmittel, Öko- und Humantoxikologie» auf der Seite 34.

### 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 (SPe2, 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. Es ist ferner zu beachten, dass für den Ökologischen Leistungsnachweis (DZV, SR 910.13) ein generell einzuhaltender Mindestabstand zu Oberflächengewässern von 6 m erforderlich ist. Zudem dürfen laut Gewässerschutzverordnung (GSchG, SR 814.20) im Gewässerraum keine PSM ausgebracht werden.

Die chemische Einzelstockbehandlung von Problempflanzen ist ausserhalb eines 3 m breiten Streifens entlang des Gewässers zulässig, sofern diese nicht mit einem angemessenen Aufwand mechanisch bekämpft werden können.

**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 gewährleisten und als Erholungsgebiet und für Wasserkraftgewinnung genutzt werden können, brauchen sie ausreichend Raum.

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.

### 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). 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

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 bestimmte Standorte gezielt gesucht werden.

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

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

## Wichtige Regelungen aus der Direktzahlungsverordnung

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

Die Reduktion von PSM in der Landwirtschaft erfolgt auf Ebene der Direktzahlungsverordnung (DZV) im Rahmen des ökologischen Leistungsnachweises (ÖLN).

**Koordinationsgruppe Richtlinien Tessin und Deutschschweiz (KIP)**

KIP-Richtlinien konkretisieren schweizweit die Anforderungen des ÖLN und basieren auf der DZV. Die Direktzahlungsverordnung bildet die Basis für entsprechende Direktzahlungsbeiträge.

Einige Beispiele aus diesen KIP-Richtlinien für die Anwendung von PSM:

- Zwischen dem 15. November und dem 15. Februar sind im Acker- und Futterbau Anwendungen von PSM inklusive Schneckenmittel nicht erlaubt.
- Die Verwendung von insektiziden und nematiziden Granulaten ist im Acker- und Futterbau nicht erlaubt. Eine Ausnahme bildet die Sonderbewilligung, die den Einsatz gestattet.
- Die Saatgutbeizen sind im ÖLN entsprechend ihrer Zulassung gestattet.
- Pufferstreifenmerkblatt «Pufferstreifen richtig messen und bewirtschaften», KIP/PIOCH 2017

↗ agridea.abacuscity.ch > Produktetyp > Publikationen > Aufzeichnungen, Nachweis > Ökologischer Leistungsnachweis ÖLN > KIP-Richtlinien

## Chemikalien-Risikoreduktions-Verordnung

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

## Fachbewilligung für die Anwendung von PSM in der Landwirtschaft

Um PSM beruflich und gewerblich in der Landwirtschaft verwenden zu dürfen (z. B. in einem landwirtschaftlichen Betrieb, ist eine Fachbewilligung (FaBe) für die Anwendung in der Landwirtschaft erforderlich (VFB-L). Privatpersonen die PSM ausserhalb einer beruflichen und/oder gewerblichen Tätigkeit verwenden, können keine Fachbewilligung erwerben und dürfen deshalb auch nur PSM erwerben und anwenden, die für eine private Verwendung zugelassen sind. Um für die berufliche und gewerbliche Verwendung zugelassene PSM zu erwerben, müssen alle Fachbewilligungsinhaber und Fachbewilligungsinhaberinnen durch Vorlage dieses Ausweises nachweisen, dass sie zum Einkauf und somit auch der Verwendung berechtigt sind.

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

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

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

↗ Mehr Informationen dazu finden Sie im Kapitel «9. Anleiten anderer Personen bei der Anwendung von PSM» auf der Seite 204.

💡 PSM werden geprüft, um festzustellen, ob sie auch für die nichtberufliche Verwendung zugelassen werden können. Für die Hobby-Anwendung stehen Produkte zur Verfügung, die einfach dosierbar sind und geringere Risiken für die Umwelt sowie die Anwenderinnen und Anwender mit sich bringen. Letztere 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.

### Fachbewilligung für die allgemeine Schädlingsbekämpfung bei der Verwendung von PSM zum Schutz von Erntegütern

Um PSM beruflich oder gewerblich zum Schutz von Erntegütern zu verwenden, wird die «Fachbewilligung für die allgemeine Schädlingsbekämpfung» benötigt. Dies gilt für PSM, die im PSM-Verzeichnis als «Vorratsschutzmittel» und «Desinfektionsmittel» aufgeführt sind.

### 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.

## Fachstellen und Beratung für PSM-Fragen

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

**Kantonalberatungen wie Kantonale Pflanzenschutzdienste (KPSD)**

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

↗ www.agroscope.admin.ch > Themen > Pflanzenbau > Pflanzenschutz > Agroscope Pflanzenschutzdienst > Pflanzenschutzdienste

**Chemsuisse**

Chemsuisse ist ein Zusammenschluss von Vertretenden der kantonalen Fachstellen für Chemikalien in der Schweiz.

↗ www.chemsuisse.ch > Merkblätter

**Agroscope**

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

↗ www.agroscope.admin.ch

**Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen (BLV)**

Führt das Pflanzenschutzmittelverzeichnis und stellt Weisungen und Merkblätter zur Reduktion der Risiken bei der PSM-Anwendung zur Verfügung.

↗ www.psm.admin.ch

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

| 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) |
| **Verkehrswege (auf und entlang von Strassen, Wegen, Plätzen, Gleisanlagen)** | |
| Auf und an Strassen, Wegen und Plätzen | ▶ Einsatz von PSM verboten (Ausnahme für Einzelstockbehandlungen* 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* möglich) (Anhang 2.5 ChemRRV) |
| im ÖLN auf Flächen mit >2 % Neigung zur Strasse hin, die an entwässerte Strassen und Wege angrenzen | ▶ Beim Einsatz von PSM muss eine Abschwemmmassnahme, die mind. 1 Punkt entspricht, eingehalten werden. (DZV) |
| **Oberflächengewässer, Biotope, Naturschutzflächen, Wald, Siedlungs- und Erholungsgebiete** | |
| Oberirdische Gewässer und 3 m breite Pufferstreifen entlang des Gewässers<br>Im ÖLN gilt ein Abstand von 6 m (DZV) zu den oberirdischen Gewässern | ▶ Einsatz von PSM verboten (Anhang 2.5 ChemRRV)<br>▶ Ausnahme für Einzelstockbehandlungen* nach DZV: Ab dem vierten Meter möglich. |
| Nach Art. 41a oder 41b GSchV rechtskräftig ausgeschiedener Gewässerraum | ▶ Einsatz von PSM verboten<br>▶ Ab dem vierten Meter: Ausnahme für Einzelstockbehandlungen* möglich (GSchV) |
| Sicherheitsabstände und weitere Massnahmen zur Reduktion des Eintrags von PSM in Bezug auf<br>Oberflächengewässer, Biotope und blühende Pflanzen in benachbarten Parzellen, Wohnflächen und öffentliche Anlagen | ▶ Produktspezifische Auflagen in Bezug auf die Umwelt (Sicherheitshinweise SPe 1 bis SPe 8 gemäss Anhang 8 PSMV) zur Reduktion von Abschwemmung und Drift (SPe-Sätze) gemäss Weisungen BLV (PSMV) |
| Naturschutzgebiete nach nationalem und kantonalem Recht<br>Riedgebiete, Moore | ▶ Verbot, soweit die dazugehörigen Vorschriften nichts anderes bestimmen (Anhang 2.5 ChemRRV) |
| Hecken, Feldgehölze und in einem 3 m breiten Streifen entlang dieser Objekte | ▶ Einsatz von PSM verboten (Ausnahme für Einzelstockbehandlungen* möglich) (Anhang 2.5 ChemRRV) |
| Bestockte Weiden und in einem 3 m breiten Streifen entlang der Bestockung | ▶ Einsatz von PSM verboten (Ausnahme für Einzelstockbehandlungen* möglich) (Anhang 2.5 ChemRRV) |
| Im Wald sowie in einem Streifen von 3 m Breite entlang der Bestockung | ▶ Einsatz von PSM verboten, aber ggf. Ausnahmen für PSM, die für die Forstwirtschaft zugelassen sind und nur mit kantonaler Ausnahmebewilligung und Fachbewilligung Wald (Anhang 2.5 ChemRRV) |

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

# 2

# Grundlagen der Ökologie

# 2. Grundlagen der Ökologie

## Das Ökosystem

### Einführung in die Ökologie

Die Beziehungen und Wechselwirkungen zwischen Lebewesen und der Umwelt werden im Fachgebiet der Ökologie untersucht. Natürliche Lebensräume beherbergen eine Vielzahl von Pflanzen, Tieren und Mikroorganismen. Welche Art wo auf der Welt vorkommt, hängt von unbelebten, sogenannten abiotischen Umweltfaktoren wie Temperatur, Feuchtigkeit, Licht und Beschaffenheit des Untergrunds ab. Neben den abiotischen Umweltfaktoren wird das Vorkommen einer Art auch von den übrigen im Lebensraum vorkommenden Arten und der Nahrungsgrundlage bestimmt. Grundkenntnisse über die Funktionsweise 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 Getreidefeld, ein Gemüsefeld, eine Hecke oder die ganze Erde als Ökosystem betrachtet werden

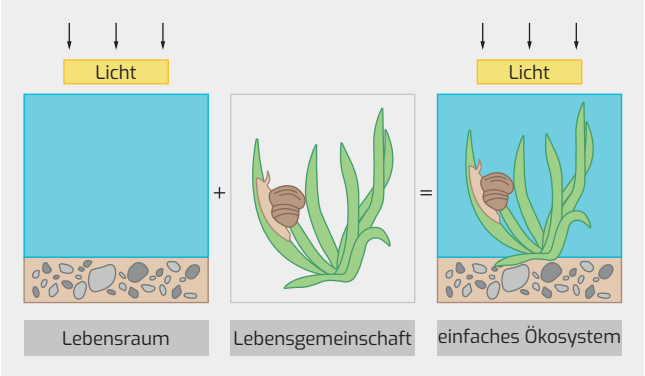



**Abb. 1: Grundzüge eines Ökosystems dargestellt in Form eines einfachen Aquariums**

Das Ökosystem Rebberg zum Beispiel 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 (Fotosynthese). Diese Kohlenhydrate dienen als Energiequelle für alle Lebewesen, die selbst keine Fotosynthese betreiben können.

**Fotosynthese**

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

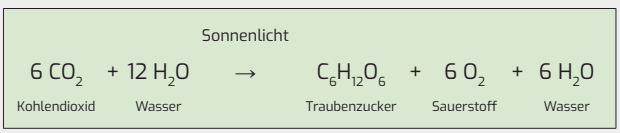



**Abb. 2: Fotosyntheseformel**

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 ***Sekundär***- respektive ***Tertiärkonsumenten*** bezeichnet. Konsumenten bauen die Nährstoffe aus Zucker und Eiweiss in ihren Organismus ein.

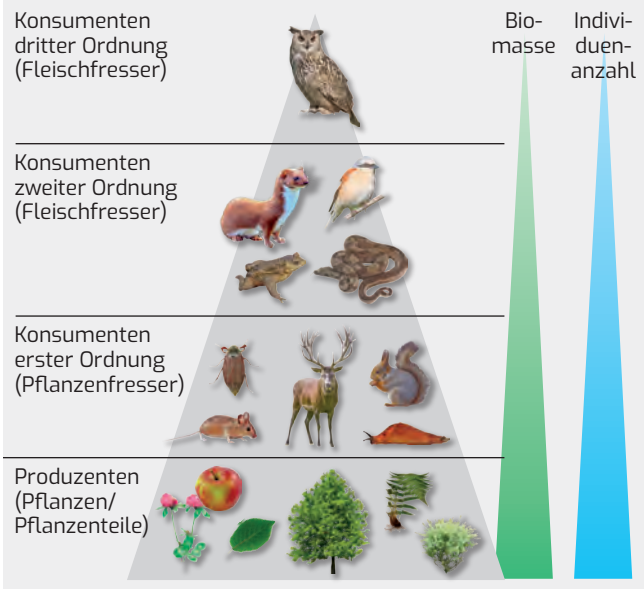



**Abb. 3: Zusammenhang von Produzenten, Konsumenten, Biomasse und Individuenzahl**

Spezialisierte Arten, die sogenannten Destruenten, 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***.

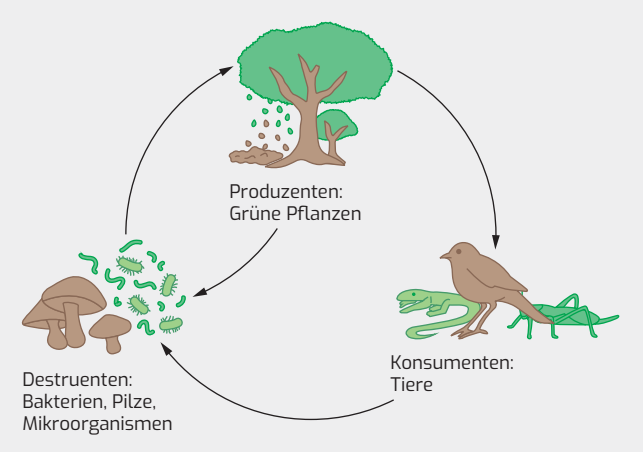



**Abb. 4: Nährstoffkreislauf im Ökosystem Obstgarten**

In einem ***Weizenfeld*** ist beispielsweise die Weizenpflanze der Produzent. Das Getreidehähnchen stellt einen potenziellen Konsumenten erster Ordnung dar und Raubwanzen, Vögel oder Laufkäfer sind mögliche Konsumenten zweiter Ordnung. Diese kleinen Tiere stellen die Nahrungsgrundlage für grössere Greifvögel dar (Konsument dritter Ordnung). Sterben diese, 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 schlussendlich als Abwärme an die Umwelt abgegeben. Von Pflanze zu Pflanzenfresser und von Pflanzenfresser zu Fleischfresser entweichen somit jeweils 90 % der Energie als nicht nutzbare Abwärme aus dem System. Damit ist der Energiefluss eine «Einbahnstrasse», und das Ökosystem ist auf eine konstante Energiequelle von aussen – 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 miteinander verknüpften Nahrungsketten. Es handelt sich um ein komplexes Netz von Lebewesen, die voneinander abhängig sind. Von jeder Pflanzenart ernähren sich beispielsweise mehrere Tierarten, die ihrerseits einen oder mehrere Feinde haben. Ein Lebewesen kann in einem Ökosystem verschiedene Rollen einnehmen (siehe Abb. 5). 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, wird dies als exponentielles Wachstum bezeichnet. Bakterien, die einen neuen Lebensraum besiedeln, pflanzen sich durch Zellteilung sehr schnell fort. Somit verdoppelt sich die Anzahl der Bakterien von einer Generation zur nächsten. Werden aber Ressourcen wie Platz und Nahrung knapp, wird das Wachstum gebremst und die Grösse der Population pendelt sich an der Kapazitätsgrenze ein.

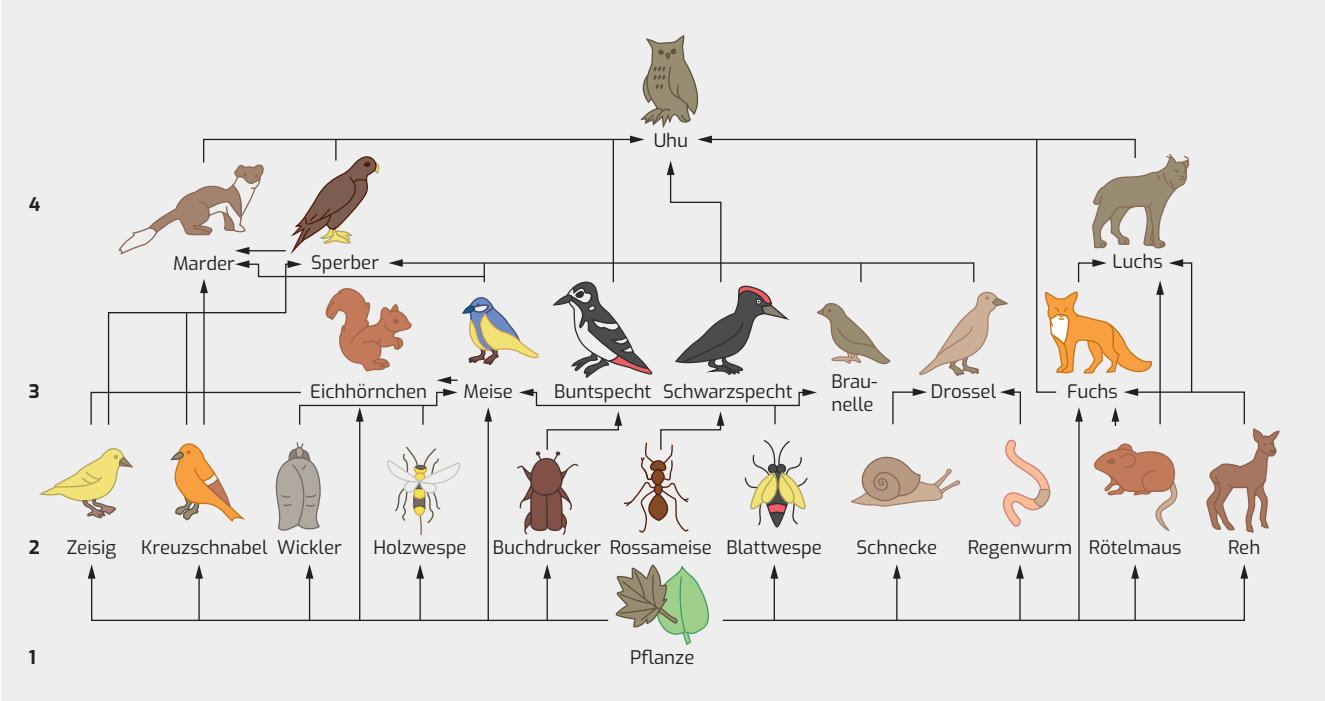



**Abb. 5: Schema der vernetzten Nahrungskette des einheimischen Waldes: unterste Ebene der Nahrungskette (1), zweites Glied (2), drittes Glied (3) und am Ende der Kette die Raubtiere (4)**

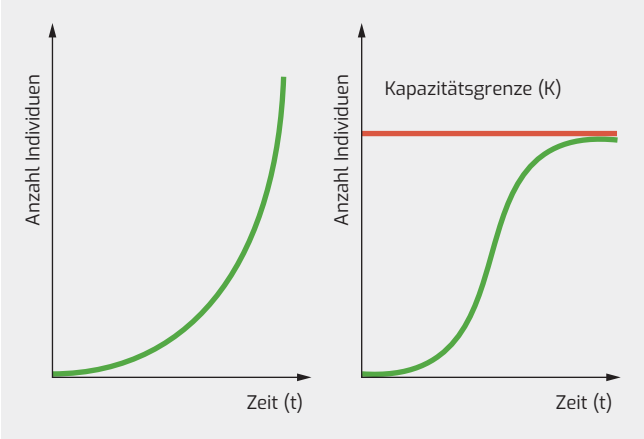



**Abb. 6: Exponentielles Wachstum (links) und logistisches Wachstum mit natürlicher Begrenzung (rechts)**

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 der Individuen in einer Population die Kapazitätsgrenze, werden Krankheiten und Hunger begünstigt, es sterben mehr Tiere und die Abwanderung nimmt zu (siehe Abb. 6). In kleinen, isolierten Populationen nimmt die genetische Vielfalt ab, es kommt zu einer Häufung von Erbkrankheiten. Damit eine Population über eine längere Zeit bestehen kann, muss sie eine gewisse Grösse haben. Zusätzlich muss die Zu- und Abwanderung von Tieren aus anderen Populationen gewährleistet sein. Eine grosse genetische Vielfalt ermöglicht darüber hinaus die Anpassung an sich ändernde Umweltbedingungen – zum Beispiel die Klimaerwärmung.

## Wechselwirkungen im Ökosystem

Alle Lebewesen stehen in Beziehung zueinander und in Beziehung mit ihrer Umwelt. Diese Wechselwirkungen sind von zentraler Bedeutung, da sie die Anpassungsfähigkeit und das Überleben der Arten beeinflussen. Die Wechselwirkungen manifestieren sich in vielfältigen Formen, sei es durch Nahrungsketten, Konkurrenz um Ressourcen oder 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 vorn. Über eine längere Zeit betrachtet, ergibt sich so ein konstanter Mittelwert der Populationsgrössen, der für die Beute immer grösser ist als für die Räuber. Nützlinge wie der Marienkäfer werden sich in einem Garten nur ansiedeln und vermehren, wenn genügend Beutetiere vorhanden sind.

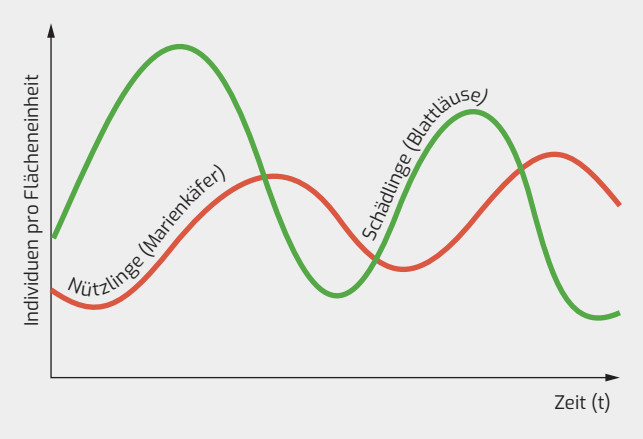



**Abb. 7: Schematische Beziehung zwischen Räuber und Beute**

↗ Mehr Informationen dazu finden Sie im Kapitel «6. Schaderreger und Nützlinge» auf der Seite 104.

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. Dennoch haben sie im Ökosystem einen Nutzen und eine Funktion.

### Parasitismus

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

Was ist der Unterschied zwischen einem Parasiten und einem Parasitoid? 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.

**Mykorrhiza-Pilze und Knöllchenbakterien**

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

Knöllchenbakterien sind häufig und weitverbreitet vorkommende Bodenbakterien. Ihre besondere Bedeutung liegt in ihrer Fähigkeit, mit Pflanzenwurzeln aus der Familie der Leguminosen (Hülsenfrüchtler) eine Symbiose einzugehen. Knöllchenbakterien besitzen die Fähigkeit, elementaren molekularen Luftstickstoff ($N_2$) zu binden und 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 Fotosynthese 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 $CO_2$, das in Erdöl, Erdgas und Kohle gebunden war, wieder frei. Auch durch Brandrodungen verursacht der Mensch weitere $CO_2$-Emissionen, die zusätzlich zum Treibhauseffekt beitragen. Der Anstieg der Treibhausgase hat bereits eine messbare Erwärmung des globalen Klimas bewirkt. Die Folgen sind u.a. Hitze- und Trockenperioden, eine Häufung von Starkregenereignissen und stark abschmelzende Gletscher. Wärmere Temperaturen verschieben auch die Anbaugebiete für die landwirtschaftliche Produktion, haben Auswirkungen auf die Vitalität unserer Bäume, fördern die Verbreitung invasiver, gebietsfremder Schadinsekten und Neophyten.

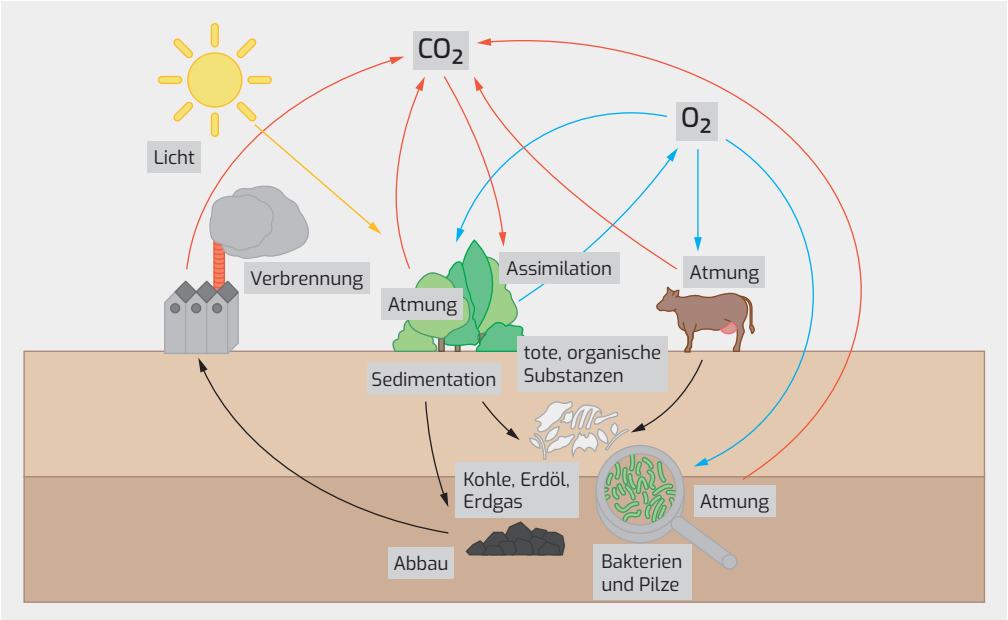



**Abb. 8: Kreisläufe von Kohlenstoff und Sauerstoff**

**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)

↗ Mehr Informationen dazu finden Sie im Kapitel «6. Schaderreger und Nützlinge» unter dem Titel «Invasive gebietsfremde Arten (Neobiota)» auf der Seite 149.

## 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.

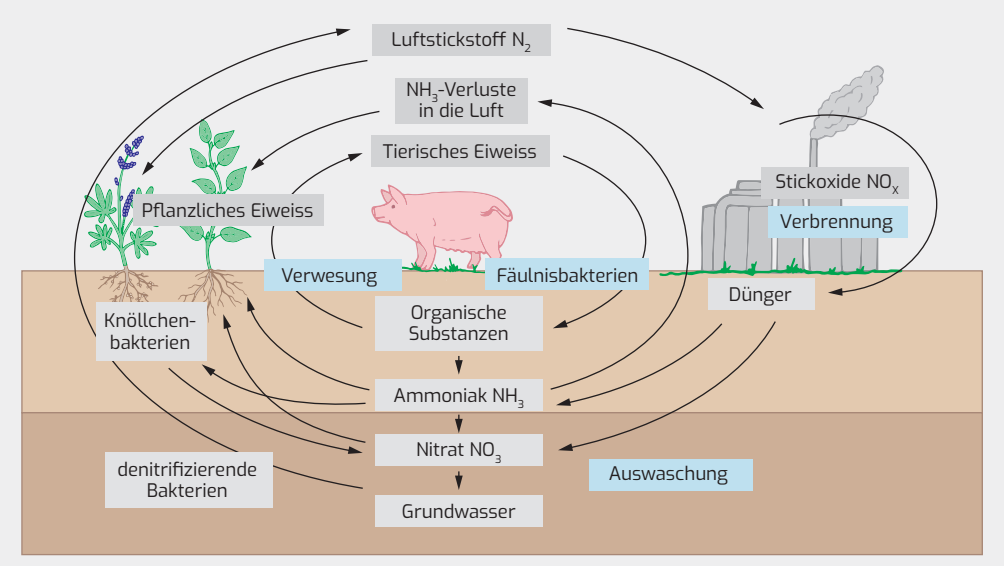



**Abb. 9: Der Stickstoffkreislauf**

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

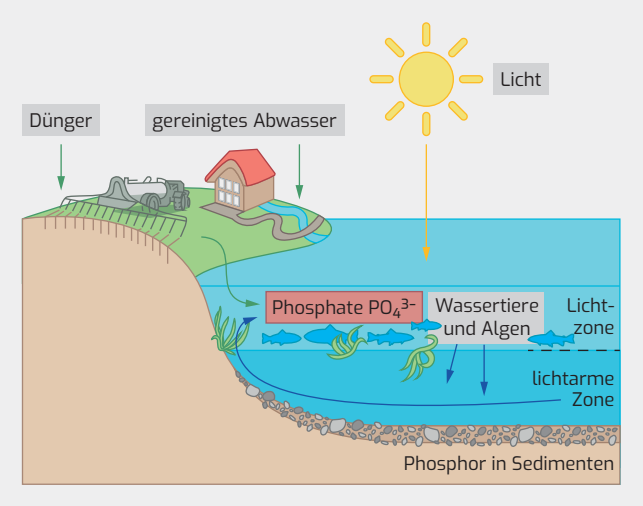



**Abb. 10: Der Phosphorkreislauf**

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, die dadurch absterben. Wenn die Algen nach einigen Tagen ebenfalls absterben, sinken sie auf den Grund des Sees, wo sie von Bakterien und anderen Organismen abgebaut werden. Der Stickstoff, der in den Algen gespeichert war, wird zu Ammonium abgebaut. Durch die Tätigkeit der Destruenten wird dem See viel Sauerstoff entzogen. Sobald der Sauerstoff aufgebraucht ist, wird Ammonium zu Giftstoffen wie Ammoniak umgewandelt. Fische, die bis dahin nicht durch den Sauerstoffmangel gestorben sind, werden vergiftet.

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

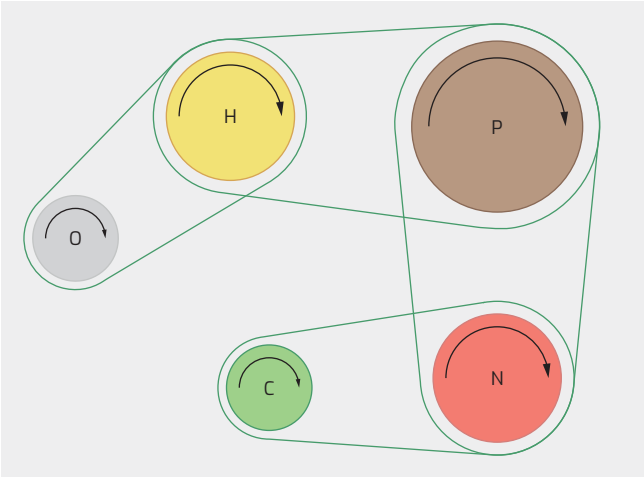



**Abb. 11: Verknüpfung der Stoffkreisläufe der Natur**

## 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, zersetztes organisches Material. Der mit fortschreitender Verwitterung und Zersetzung entstehende Boden besteht aus einem Gemisch aus unterschiedlich grossen mineralischen Teilchen (v. a. Sand, Schluff, Ton), lebenden und toten Organismen, Poren sowie Humus (siehe Abb. 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.

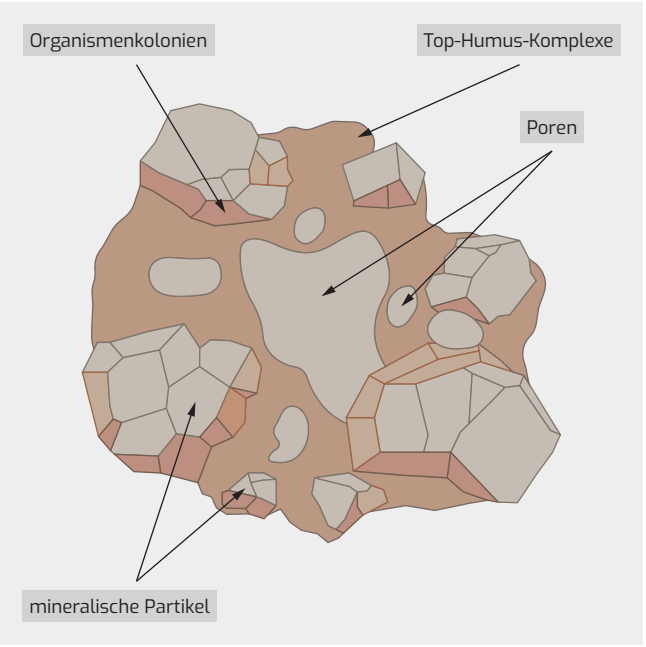



**Abb. 12: Gefüge des Bodens**

### 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. Ein reiches Bodenleben ist also für einen fruchtbaren Standort essenziell. 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**

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

# Biodiversität

## Bedeutung und Nutzen der Biodiversität

Rund ein Drittel der Fläche unseres Landes wird landwirtschaftlich genutzt. Auf diesen Flächen sind nicht nur landwirtschaftliche Interessen massgebend, sondern auch die Anliegen der Öffentlichkeit. Dazu gehören u. a. der Schutz des Trinkwassers, der Bodenfruchtbarkeit und der Biodiversität. Auch die Landwirte und Landwirtinnen profitieren von einer hohen Artenvielfalt. In einem stabilen, artenreichen Ökosystem verändert sich die Zusammensetzung der Lebensgemeinschaft nur sehr langsam und die Lebewesen stehen in vielfältigen Beziehungen zueinander.

Im Weinbau gab es früher ein Spinnmilbenproblem, das jedoch heute, dank der konsequenten Schonung der Raubmilben, nicht mehr besteht. Diese natürlichen Schutzräuber 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**

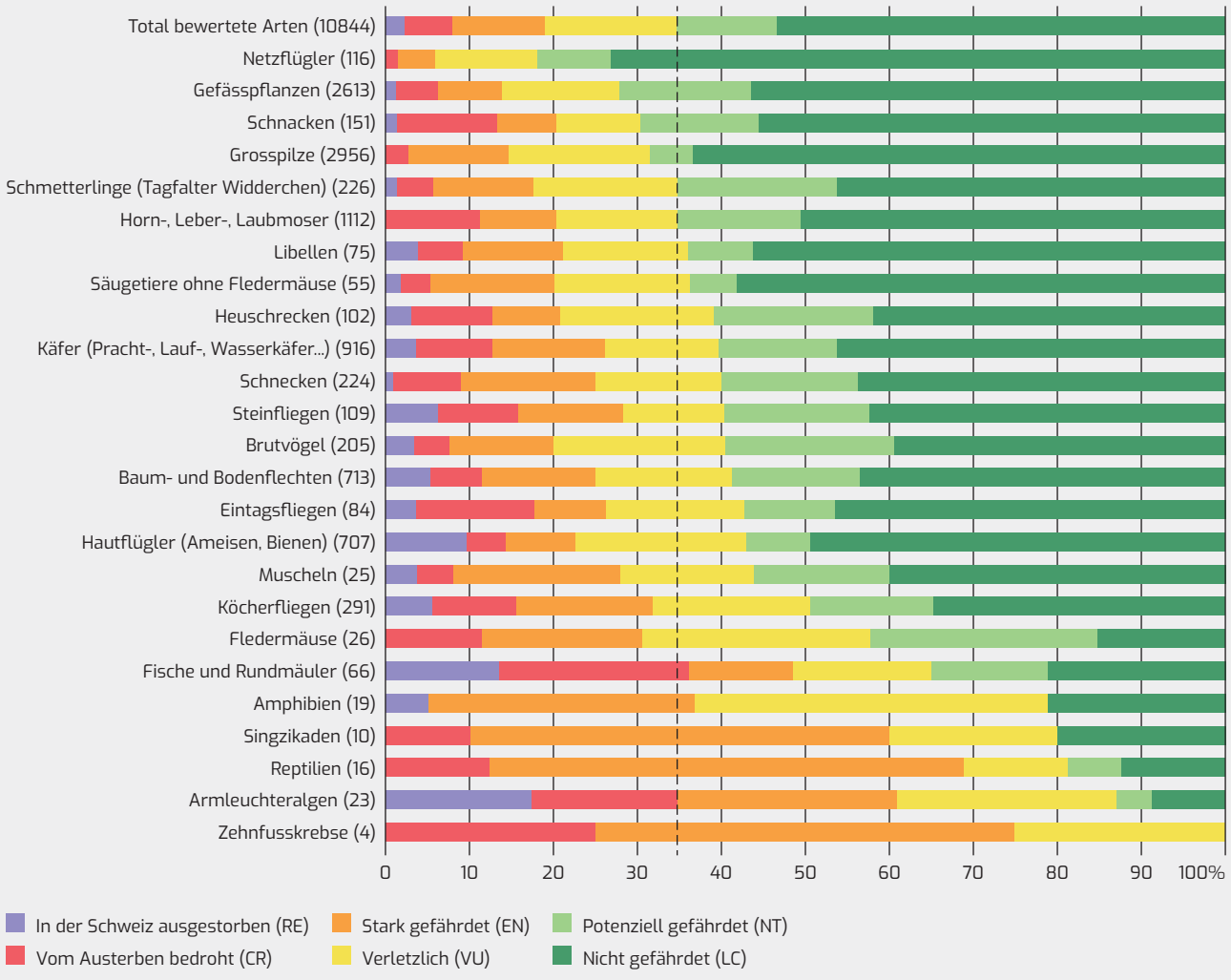
| Die Vielfalt der Ökosysteme | Die Artenvielfalt | Die genetische Vielfalt |
|---|---|---|
| Ein Getreideacker, ein Auenwald, ein Bach oder ein Hochmoor sind verschiedene Ökosysteme. | Sie zeigt sich in der Anzahl an Pflanzen- und Tierarten und beinhaltet auch Kleinlebewesen wie Bakterien und Pilze. | Sie beschreibt die verschiedenen Rassen von Wild- und Nutztieren und Sorten von Kultur- und Wildpflanzen. |
|  © Heinz Müller, Weite |  © Marie-Anne Meyrat, FRI |  © 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, aber auch Schwermetallen und Mikroplastik sind nicht nur in der Schweiz ein Thema, sondern ein internationales Problem. Das wissenschaftliche Modell der Planetaren Grenzen (engl. planetary boundaries) zeigt, dass sowohl bei der Artenvielfalt wie auch beim Einbringen neuartiger Substanzen – wozu auch die PSM gehören – die ökologischen Grenzen überschritten werden. Dadurch wird die Stabilität 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.




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

**Abb. 14: Gefährdete Arten nach Kategorie**

## Landwirtschaftliche Nutzflächen und biologische Vielfalt

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

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

Zu den schonenden Massnahmen gehören u. a.:

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


© Hans Ramseier, HAFL

**Abb. 15: Nicht mit Kulturpflanzen bewirtschafteter Ackerrandstreifen**

**Tab. 4: Offene Landschaft**

Ackerbaugebiete, extensiv genutzte Wiesen, Weiden (Berggebiet), meidet hohe Strukturen (Gebäude, Waldränder usw.)

**Feldlerche – Bewohnerin offener artenreicher Landschaften**


© Pixabay

**Lebensraum**

Feldlerchen nisten in offenem Gelände von der Ebene bis hinauf zu den Alpmatten. Die Nester werden in Wiesenbestände mit lockerer, kurzer Vegetation sowie in Getreide- und Brachflächen angelegt.


© Marie-Anne Meyrat, FRI

**Nutzen für den Landwirt**

Während der Brutzeit vertilgt die Feldlerche grosse Mengen an Insekten und Spinnen. Sie gehört zu den Zeigerarten von offenen Agrarlandschaften mit einer hohen Artenvielfalt.

**Bedrohung**

In intensiv genutztem Wiesland mit kurzen Schnittintervallen werden viele Nester zerstört. Zudem hat die Feldlerche Mühe in dichten Beständen von Gras- und Ackerkulturen ihre Nahrung zu finden.

# 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 Substanzen oder Gemische, die dem Schutz der menschlichen Gesundheit dienen und zur Haltbarmachung von Materialien (ohne pflanzliche Lebens- und Futtermittel) benutzt werden. Hierzu gehören zum Beispiel Desinfektionsmittel, Insektizide gegen Schaben oder Holzschutzmittel.

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

PSM sind somit eine Gruppe innerhalb der Pestizide. PSM dürfen in der Schweiz nur in Verkehr gebracht werden, wenn sie zugelassen wurden. Im Rahmen des Zulassungsverfahrens werden PSM anhand detailliert festgelegter Prüfkriterien beurteilt. Sie dürfen nur dann zugelassen werden, wenn sie eine Wirkung auf den Schaderreger haben und wenn sie keine unannehmbaren Nebenwirkungen auf Mensch, Tier und Umwelt haben. Die hierfür festgelegten Anwendungsbedingungen sind ein zentraler Bestandteil der Zulassung. Wichtig: Es dürfen nur in der Schweiz bewilligte PSM eingesetzt werden. Die bewilligten PSM werden im Online-Pflanzenschutzmittelverzeichnis des Bundesamtes für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen (BLV) aufgelistet.

↗ Pflanzenschutzmittelverzeichnis: www.psm.admin.ch

Das Verzeichnis enthält Angaben

- zur zugelassenen Anwendung (z. B. darf das Herbizid Harmony SX nur im Mais und in Wiesen und Weiden eingesetzt werden),
- zu Anwendungseinschränkungen (z. B. maximal 1 Behandlung pro Kultur),
- zu Aufwandmengen (z. B. 15 g/ha im Mais),
- zur Gefahrenkennzeichnung (z. B. GHS09: Gewässergefährdend)
- zu Anwendungsauflagen (z. B. SPe 3 (D): Zum Schutz von Nichtzielpflanzen vor den Folgen von Drift ist eine unbehandelte Pufferzone von 3 m zu Biotopen einzuhalten).
- zur W-Nummer (Zulassungsnummer)
- Formulierung

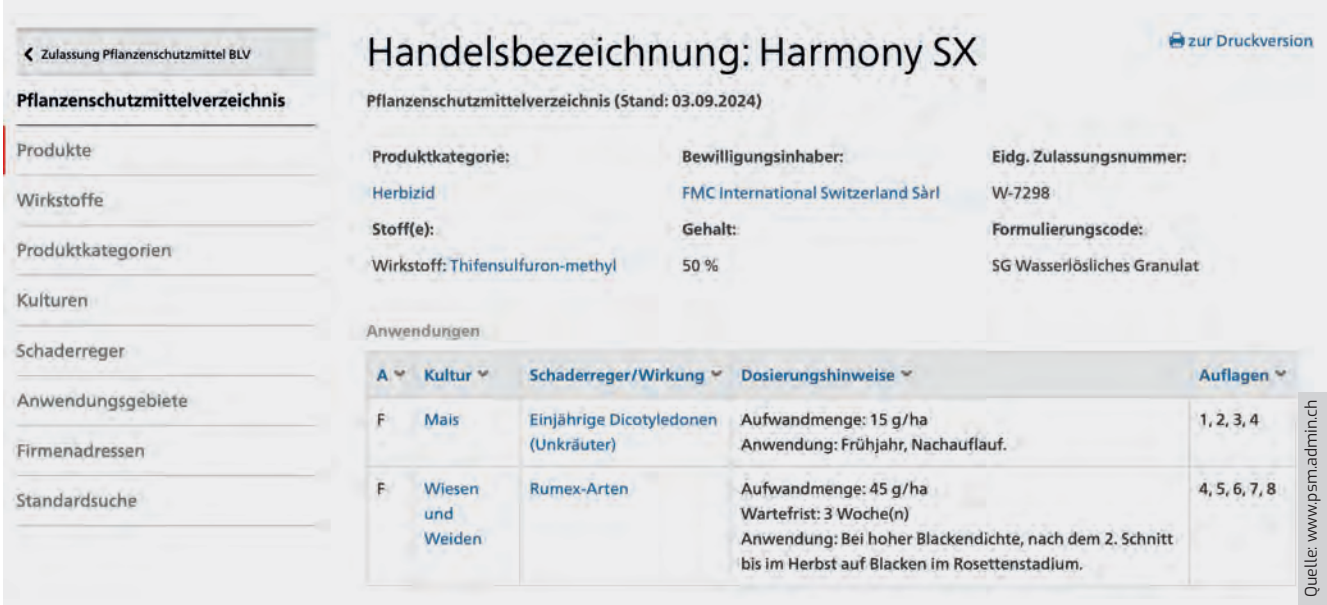



**Abb. 16: Auszug aus dem Pflanzenschutzmittelverzeichnis des Bundesamtes für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen (BLV)**

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

## Einschränkungen und Rückzug von Bewilligungen

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

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

Produkte, die zurückgezogen wurden oder bei denen die Bewilligung ausgelaufen ist, bekommen im Normalfall eine Ausverkaufsfrist von 1 Jahr. Das heisst, sie dürfen während dieser Frist noch durch den Handel verkauft werden. Die Aufbrauchfrist (im Normalfall 1 Jahr nach der Ausverkaufsfrist) legt fest, wie lange sie noch eingesetzt werden dürfen. Die Fristen können aber auch deutlich kürzer sein, weshalb das Pflanzenschutzmittelverzeichnis des BLV regelmässig 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 keine andere Möglichkeit/Mittel zur Abwehr eines Schaderregers zur Verfügung steht. Die Zulassungsstelle kann PSM für eine begrenzte und kontrollierte Verwendung zulassen, aufgrund fehlender Optionen.

↗ 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 Veterinärwesen (BLV) eingeteilt wie folgt:

**Tab. 5: 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, die für die Verbesserung der Benetzung und Haftung der PSM von Bedeutung sind sowie weitere Produkte wie Schaumhemmer und pH-Regulatoren.

**Pflanzenschutzmittel gegen Viren?**

Viren sind winzige Organismen, die 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 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 PSM erschwert. Deshalb werden hauptsächlich die Überträger (Vektoren) der Viren bekämpft, zum Beispiel die Grüne Pfirsichblattlaus, welche die Viruskrankheit «Viröse Vergilbung» der Zuckerrübe 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 PSM 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 einer nachhaltigen Landwirtschaft, 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.

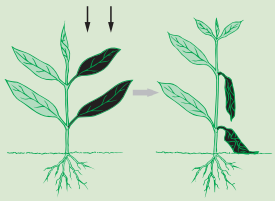
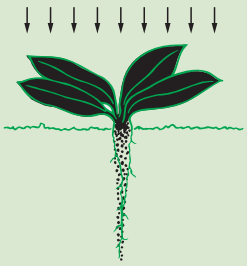
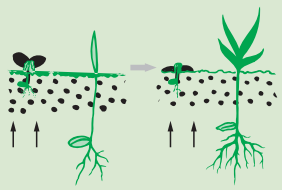
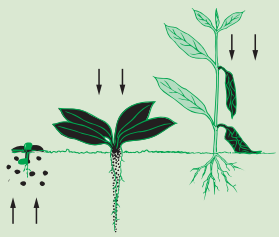
## Herbizide

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. 6: 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 Nachauflauf 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)**

Diese dringen ausschliesslich oder vorwiegend über das Blatt ein und werden in der Pflanze nicht weitertransportiert. Sie schädigen nahe der Stelle ihres Eindringens, wo die Spritzbrühe in Kontakt mit der Pflanzenoberfläche kommt, daher der Begriff «Kontaktherbizid». Sie bewirken eine Störung der Atmung, Fotosynthese 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, Spross oder andere unterirdische Organe, der Transport vollzieht sich meist im aufsteigenden Saftstrom (Xylem). Aufnehmbar ist nur der im Bodenwasser gelöste Wirkstoff, ein Teil des Wirkstoffes wird von den Bodenteilchen adsorbiert (gebunden).

Keimhemmer haben keine Wirkung auf das trockene Samenkorn, es muss am Auskeimen sein.

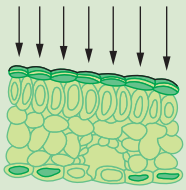
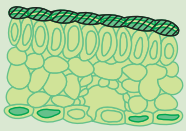
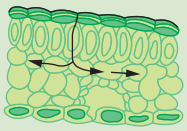
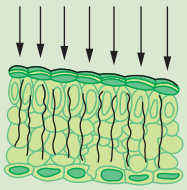
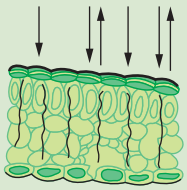
### Blatt- und Wurzelherbizide mit Translokation («Kombinierte» Herbizide)

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

## Fungizide

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

**Tab. 7: 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 Neuzuwachs geschützt. Achtung Resistenzen! | 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 übertreten 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 kontrollieren. Dies trägt dazu bei, das natürliche biologische Gleichgewicht zu erhalten oder wiederherzustellen. 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 169.

## 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. Verwirrungstechnik gegen Wicklerarten im Obstbau)
- 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 167.

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

## Pflanzenstärkungsmittel

Pflanzenstärkungsmittel sind speziell entwickelte Produkte mit verschiedenen Inhaltsstoffen. Sie nutzen komplexe Prozesse, um Pflanzen zu stärken und verbessern dadurch ihre Widerstandsfähigkeit gegen Schädlinge sowie ihre Gesundheit und fördern ihr Wachstum. Im Gegensatz zu PSM haben sie keine direkte Schutzwirkung gegen Krankheiten und Schädlinge. Andernfalls müssen sie als PSM bewilligt werden. Vorbeugend angewandte Stärkungsmittel können 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 in der Landwirtschaft bereits 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 von Produkten 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, der 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.

### 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 darüber hinaus 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 192.

## 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 den Mensch eingestuft sind, jedoch in der Umwelt erheblichen Schaden anrichten können. Umgekehrt gibt es Wirkstoffe, die stark gesundheitsgefährdend sind, aber wenig Wirkung in der Umwelt zeigen.

### Aufnahmewege von Pflanzenschutzmitteln in den menschlichen Körper

PSM 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, handelt es sich um eine akute Wirkung (z. B. Verätzungen). In diesem Fall sind sofort eingeleitete Erste-Hilfe-Massnahmen von entscheidender Bedeutung.

**Chronische Wirkung**

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

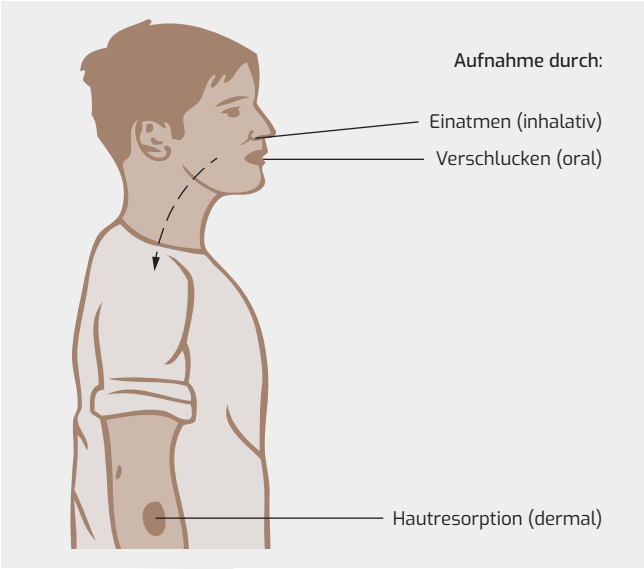



**Abb. 17: Mögliche Aufnahmewege von PSM in den menschlichen Körper**

### Rückstände in Lebensmitteln

Rückstände in Lebensmitteln sind in der Verordnung des Eidgenössischen Departements des Innern (EDI) über Höchstgehalte für Pestizidrückstände 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 Pestizidrückstände. Dabei werden mehrere Punkte berücksichtigt wie unter anderem:

- das Gefahrenpotential der Pestizidrückstände 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: Dies ist der Mindestzeitraum, der zwischen der letzten Behandlung und der Ernte eingehalten werden muss.

## Kennzeichnung und Informationen zu Pflanzenschutzmitteln

### Risiko und Exposition

Chemikalien, einschliesslich PSM, stellen eine Gefahr dar, wenn sie schädliche Auswirkungen auf einen Organismus haben können. Beispiele für solche Gefahren sind z. B. Hautirritationen oder das Hervorrufen von Krebs.

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).

**Risiko = Gefahr x Exposition**

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

### Etikette

Auf der Etikette befinden sich in Kurzform die wichtigsten Informationen hinsichtlich der erforderlichen Gefahrenkommunikation über das Produkt. Wenn diese vollständig berücksichtigt wird, geht von dem Produkt nur ein geringes Risiko für Mensch und Umwelt aus.

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

Name der Firma und Logo

## Name des Pflanzenschutzmittels

Kontaktfungizid mit vorbeugender Wirkung für den Feld-, Wein-, Beeren- und Obstbau

**Allgemeine + agronomische Auflagen / Verwendungsbedingungen**

**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
**Phytotoxitität:**
**Unerwünschte Nebenwirkungen auf Pflanzen:** 1
**Frist zwischen Anwendung und Ansaat:**
**Nachfolgekulturen:**
**Benachbarte Kulturen:**
**Mischbarkeit:** Mischbar mir 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.

**Gefahr** 2



Ätzend | Hochgiftig | Gewässergefährdend | Gesundheitsschädigend

Nur für den berufsmässigen Verwendet. Vor Gebrauch beiliegendes Merkblatt lesen **EU H401** Zur Vermeidung von 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 erzeigen. **H410** Sehr giftig für Wasserorganismen mit langfristiger Wirkung. 2

**P102** Darf nicht in die Hände von Kindern gelangen. **P270** Bei Gebrauch nicht essen, trinken oder rauchen. 3
**P305+351+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**

**Weitere Auflagen**

**Grundwasser: SPe 1** 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.

WG Wasserdispergierendes Granulat
**Gehalt:** 80 % (800 g/kg) Captan 5
**Eidg. Zulassungsnummer:** W 1234
**Chargennummer / Herstellungsdatum: XYZ20103/YYMMDD**
**Verfalldatum: YYMMDD**
**Nettomenge 5 kg**

Firma Muster
Musterstrasse 1 6
1010 Muster
Telefonnummer Firma
ww.musterfirma.com

7 612345 678900

**Legende**

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.

***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. 8: 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. |
|  | GEWÄSSERGEFÄHRDEND | Kann Wasserorganismen wie Fische, Wasserinsekten und Wasserpflanzen in geringen Konzentrationen akut oder durch Langzeitwirkung schädigen. |
|  | ÄTZEND | Kann schwere Hautverätzungen und Augenschäden verursachen. Kann bestimmte Materialien auflösen (z.B. Textilien). Ist schädlich für Tiere, Pflanzen und organisches Material aller Art. |
|  | GESUNDHEITSSCHÄDIGEND | Kann bestimmte Organe schädigen. Kann zu sofortiger und langfristiger massiver Beeinträchtigung der Gesundheit führen, Krebs erzeugen, das Erbgut, die Fruchtbarkeit oder die Entwicklung schädigen. Kann bei Eindringen in die Atemwege tödlich sein. |
|  | HOCHGIFTIG | Kann schon in kleinen Mengen zu schweren Vergiftungen und zum Tod führen. |

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

### Sicherheitsdatenblatt

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

↗ Etikette und Sicherheitsdatenblatt: www.cheminfo.ch > Informationsmaterial > Informationsmaterial downloaden

↗ Sicherheitsdatenblatt: www.seco.admin.ch > Arbeit > Arbeitsbedingungen > Chemikalien und Arbeit > Sicherheitsdatenblatt

SDB müssen im Betrieb solange aufbewahrt werden, wie das Produkt auf dem Betrieb vorhanden ist. Die SDB müssen so aufbewahrt werden, dass sie im Unglücksfall schnell und einfach zugänglich sind.

## Pflanzenschutzmittel in der Umwelt

PSM werden zum Schutz der landwirtschaftlichen Kulturen vor Krankheiten, Schädlingen und Unkräutern eingesetzt. Sie leisten einen wesentlichen Beitrag zur Ertragssicherheit. Allerdings können sie – selbst bei korrekter 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.

**Unannehmbare Nebenwirkungen**

Eine unannehmbare 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 Zeit des Stoffes, 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.

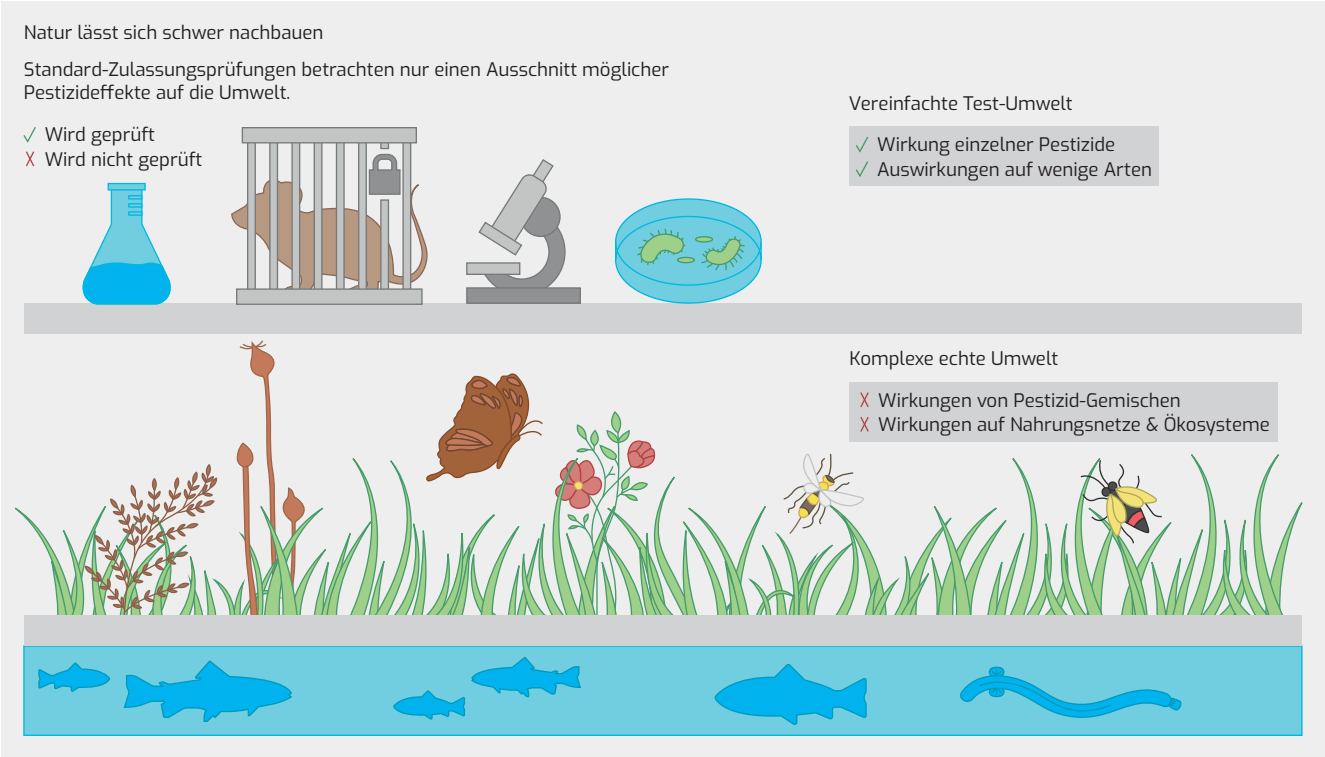



**Abb. 19: Im Rahmen des Zulassungsverfahrens für PSM können die Auswirkungen auf einzelne Tierarten in Laboren nachgestellt werden. Die Wirkungen innerhalb der freien Natur sind schwieriger zu bewerten.**

## Verhalten von Pflanzenschutzmitteln und Abbau

### Eintragswege von PSM in Gewässer

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

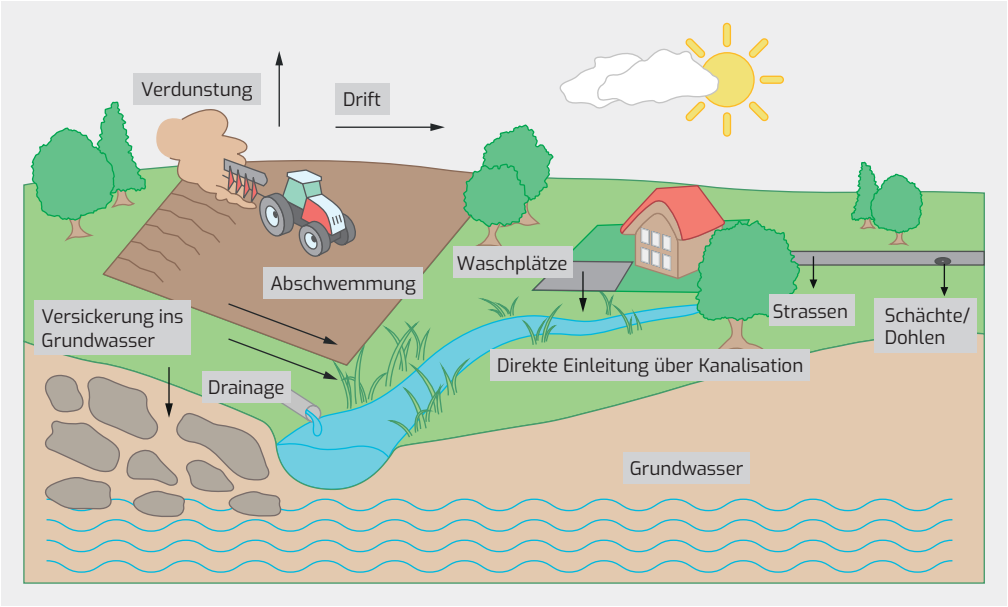



**Abb. 20: Mögliche Eintragspfade von PSM in Gewässer und Nichtzielflächen**

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

↗ Mehr Informationen dazu finden Sie im Kapitel «8. PSM-Anwendung» unter dem Titel «Spritzgeräte spülen, reinigen und unterhalten» auf der Seite 199.

↗ Interkantonale Empfehlung zu Befüll- und Waschplätzen: pflanzenschutzmittel-und-gewaesser.ch > Dokumente > Informationen zur guten landwirtschaftlichen Praxis und Gewässerschutz > Interkantonale Empfehlung zu Befüll- und Waschplätzen.

- ***Diffuse Einträge:*** Durch ***Drift (Verwehung durch Wind)*** können PSM in benachbarte Parzellen oder Oberflächengewässer gelangen – entweder direkt oder indirekt über Strassen durch Entwässerungsschächte. Kleine Tropfen und hohe Windgeschwindigkeiten erhöhen das Risiko für Drift. Eine Möglichkeit zur Verringerung von Drift ist z. B. der Einsatz von Injektordüsen mit einem max. Druck von 3 bar. Die Windgeschwindigkeit sollte 5 m/s (19 km/h) nicht überschreiten und idealerweise unter 12 km/h sein.

↗ www.agripedia.ch > Abdrift und Abschwemmung im Pflanzenschutz

- ***Abschwemmung:*** Durch grosse Regenmengen können im Wasser gelöste PSM direkt in Oberflächengewässer gelangen. Darüber hinaus können grosse Regenmengen Bodenerosion bei nur spärlich begrünten Ackerflächen und in Fahrgassen auslösen. Bei der Erosion werden nicht nur Bodenpartikel, sondern auch PSM weggeschwemmt. Auf diese Weise 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 begrünte Fahrspuren, Querstreifen entlang von Wegen oder Querdammhäufler (Dyker) in Dammkulturen können dieses Risiko reduzieren. Zudem verringert jede Reduktion des PSM-Einsatzes die Gefahr von Einträgen in Gewässer.

- ***Drainage:*** Landwirtschaftlich genutzte Böden, v. a. Moorböden, 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!

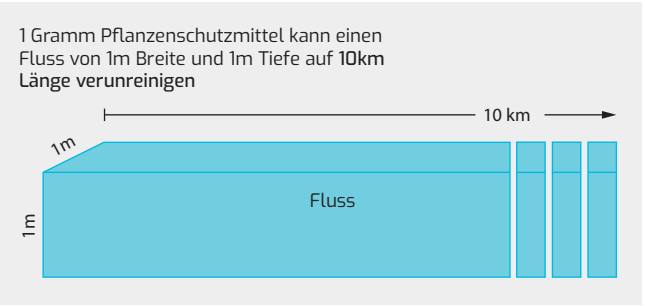



**Abb. 21: Verunreinigungspotential einer Kleinstmenge PSM**

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. Die Abbauprodukte von Wirkstoffen treten landesweit an jeder dritten Messstelle in Konzentrationen über 0,1 Mikrogramm pro Liter auf und beeinträchtigen die Grundwasserqualität, insbesondere im Mittelland, erheblich.

**Pyrethroide**

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

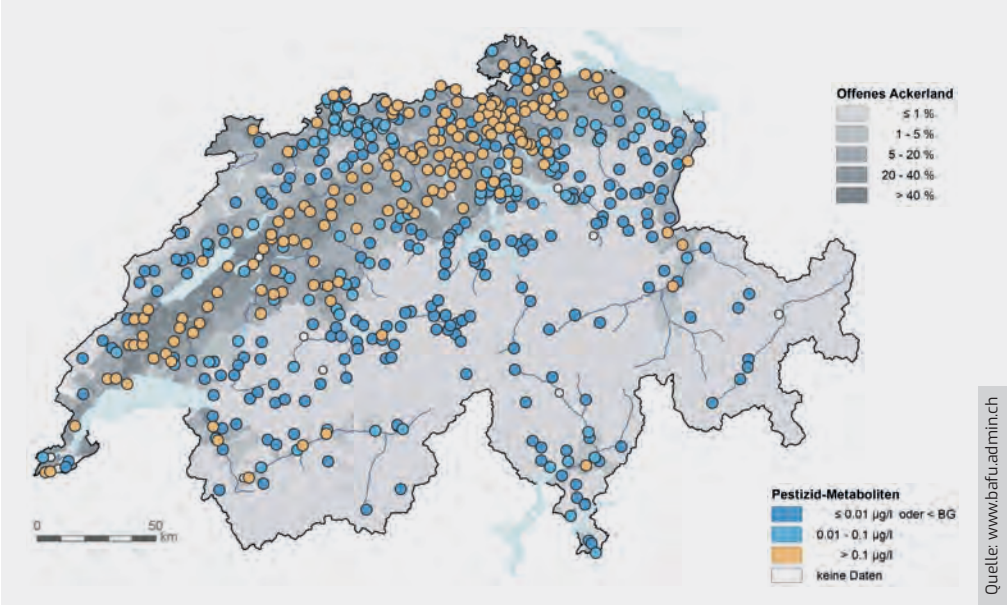



**Abb. 22: Pestizid-Metaboliten im Grundwasser sowie offenes Ackerland 2022**

### 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 befinden.
- Bodenlebewesen: Bei geringer Bodenbedeckung oder Abtropfen der Spritzbrühe gelangen PSM auf und in den Boden. Käfer, Regenwürmer, Springschwänze, aber auch andere nützliche Organismen wie Mykorrhiza-Pilze können geschädigt werden.
- Aufnahme über das Trinkwasser: Fällt kurze Zeit nach der Behandlung Regen, kann der Spritzbelag abgewaschen werden. Wirkstoffe können sich in Pfützen sammeln, aus denen Insekten, Vögel oder Säugetiere trinken.
- Verzehr von PSM: Schneckenkörner und gebeiztes Saatgut zum Beispiel können bei unsachgemässer Ausbringung von Igeln und anderen 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. 9: 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 (pH < 6,5) durchschnittlich 70 Tage und in neutralen und alkalischen Böden (pH > 6,5) 6,2 Tage.

**Abbau**

PSM können in der Regel abgebaut werden (Ausnahmen sind z. B. Kupfer und Chlorpyriphos). Beim Abbau entstehen zunächst Metaboliten. Diese sind häufig noch selbst chemisch wirksam und beeinflussen die Umwelt, wenn auch nicht immer auf die gleiche Weise wie das ursprüngliche PSM. Der Abbau bedeutet 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 biologische Abbau ist der Abbau von PSM und deren Metaboliten durch Mikroorganismen. Er 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 den chemischen Eigenschaften des Stoffes ab, aber auch von Temperatur, Feuchtigkeit, aeroben Verhältnissen, pH-Wert, Nährstoff- und Humusgehalt und Beschaffenheit des Bodens. 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 lassen. Dies widerspricht jedoch dem Wunsch der Anwenderinnen und Anwender 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, nur eine kleine Rolle.

**Versickerung ins Grundwasser**

PSM können im Wasser abgebaut werden, dies 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 SPe1).

↗ Mehr Informationen dazu finden Sie im Kapitel «1. Rechtliche Grundlagen» auf der Seite 14.

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

↗ 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, Eintragswege in andere Ökosysteme sowie nötige Vorsichtsmassnahmen aufgezeigt. Auch im Biolandbau zugelassene PSM können potenzielle Auswirkungen auf die Umwelt haben: zum Beispiel Pflanzenextrakte, die für Fische oder Bienen giftig sind, oder PSM, die eine Anreicherung des Schwermetalls Kupfer zur Folge haben.

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 Aufwandmenge, Anzahl der Behandlungen usw. sind ein zentraler Bestandteil der Zulassung. Wird die Gebrauchsanleitung des PSM nicht genau befolgt, erhöht sich das Risiko für potenzielle Nebenwirkungen.

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, z. B. Greifvögeln, können sich hohe Konzentrationen von Wirkstoffen befinden, wenn sie vergiftete Tiere fressen.
- Anreicherung im Boden: Schwer abbaubare Wirkstoffe können lange Zeit im Boden verbleiben und in Pflanzen gelangen, für die sie nicht bestimmt waren.
- Synergistische Effekte:Wirkstoffe und deren Metaboliten können sich gegenseitig in ihrer Giftigkeit verstärken oder die Wirkung auch verlieren, wenn z. B. zwei PSM oder andere Zusatzstoffe zusammen verwendet werden. Es ist jedoch aufgrund der vielen möglichen Kombinationen der einzelnen chemischen Bestandteile schwer vorherzusagen, ob und ab welcher Konzentration dies passiert.

↗ 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 45.

↗ Mehr Informationen zur Anreicherung in der Nahrungskette finden Sie im Kapitel «2. Grundlagen der Ökologie» auf der Seite 22.

### Störung von Ökosystemen

Grundsätzlich ist jede Anwendung eines PSM ein Eingriff in das Ökosystem. Wenn immer möglich, sind nützlingsschonende und selektive Mittel den breit wirksamen Mitteln vorzuziehen. Dadurch wird verhindert, dass Räuber und Konkurrenten einer Art ausgeschaltet werden, die sich dann ungebremst vermehren und selbst zum Schädling werden können. 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 Pflanzenschutzmitteleinsatz sollte daher vorgängig gründlich überlegt und abgewogen werden.

### Bienengefährliche Produkte

Bienen leisten als Bestäuber einen immensen Beitrag in der landwirtschaftlichen Produktion und auch sonst für die Natur und sollten möglichst nicht mit PSM in Berührung kommen. Produkte, die mit dem Sicherheitssatz SPe8 gemäss der Pflanzenschutzmittelverordnung gekennzeichnet sind, werden als bienengefährlich eingestuft. Bei ihrer Anwendung sind je nach Mittel unterschiedliche Auflagen einzuhalten Diese Produkte dürfen nicht mit blühenden oder Honigtau[1)] aufweisenden Pflanzen (z. B. Kulturen, Einsaaten, Unkräuter, Nachbarkulturen, Hecken) in Kontakt kommen. Blühende Einsaaten oder Unkräuter sind vor der Behandlung zu entfernen (am Vortag mähen/mulchen). 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 Drift zu schützen.

↗ [1)] Honigtau wird von Blattläusen als zuckerhaltige Ausscheidung abgesondert und kann von Bienen als Nahrung aufgenommen werden: www.blw.admin.ch > Nachhaltige Produktion > Nachhaltiger Pflanzenschutz > Risikoreduktion > Merkblatt Schutz der Bienen bei der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln

## 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 aufgrund der Gefährdung von Oberflächengewässern, Biotopen oder Wohnflächen und öffentlichen Anlagen durch Drift oder Abschwemmung. Diese Auflagen sind im Pflanzenschutzmittelverzeichnis des BLV oder auf der Produktetikette als Sicherheitssatz SPe3 gemäss der Pflanzenschutzmittelverordnung ersichtlich.

↗ Mehr Informationen dazu finden Sie im Kapitel «1. Rechtliche Grundlagen» auf der Seite 14 .

↗ www.agripedia.ch > Abdrift und Abschwemmung im Pflanzenschutz

↗ agridea.abacuscity.ch > Themen > Umwelt, Landschaft > Wasser: Verschmutzung eingrenzen > Gute pflanzenschutzrechtliche Praktiken > Reduktion der Drift und Abschwemmung im Weinbau

↗ agridea.abacuscity.ch > Themen > Umwelt, Landschaft > Wasser: Verschmutzung eingrenzen > Gute pflanzenschutzrechtliche Praktiken > Reduktion der Drift und Abschwemmung im Obstbau und in Strauchbeeren

Ab 2023 gelten im ÖLN gemäss Direktzahlungsverordnung zusätzlich zur Pflanzenschutzmittelverordnung neue Abschwemmungs- und Driftauflagen in Bezug auf Oberflächengewässer und entwässerte Strassen und Wege der Direktzahlungsverordnung. Für die Ermittlung der Mindestanforderungen gibt es zwei Punktesysteme. Mögliche Massnahmen zur Erreichung der Mindestpunktzahl sind in den AGRIDEA-Merkblättern zur Reduktion von Drift und Abschwemmung von PSM beschrieben.

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

↗ Mehr Informationen dazu finden Sie im Kapitel «8. PSM-Anwendung» unter dem Titel «Pflanzenschutzmittel korrekt auswählen» auf der Seite 185.

### 6 m Pufferstreifen entlang von Oberflächengewässern (DZV SR 910.13, Anhang 1)

Entlang von Oberflächengewässern ist für alle Betriebe mit ÖLN ein Pufferstreifen von mindestens 6 m zwingend. Auf diesem Streifen dürfen keine PSM ausgebracht werden. Unkräuter dürfen einzelstockweise ab 3 m bekämpft werden, sofern dies mit anderen Massnahmen, wie regelmässiges Mähen, nicht möglich ist. Auch im Gewässerraum (sofern ausgeschieden) dürfen keine PSM angewendet werden. Eine Ausnahme bildet hier ebenfalls die Einzelstockbehandlung von Problempflanzen ausserhalb eines 3 m breiten Streifens entlang des Gewässers.

↗ Mehr Informationen dazu finden Sie im Kapitel «1. Rechtliche Grundlagen» unter dem Titel «Wichtige Regelungen aus der Direktzahlungsverordnung» auf der Seite 17.

### Auflagen zu Hecken, Feld- und Ufergehölzen und Waldrändern

Auch bei Hecken, Feld- und Ufergehölzen und Waldrändern muss ein Pufferstreifen von mindestens 3 m 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

# 4.1

# Pflanzenschutzstrategie planen und präventive Massnahmen umsetzen im Ackerbau

# 4.1 Pflanzenschutzstrategie planen und präventive Massnahmen umsetzen

## Pflanzenschutzstrategie planen

Laut verschiedenen Studien verursachen Schadorganismen, wenn keine Pflanzenschutzmassnahmen ergriffen werden, im Durchschnitt Ernteverluste von 30 bis 40 % des potenziellen Ertrages. Bei einigen Kulturen können die Verluste geringer sein, während sie bei anderen je nach Schaderreger bis zu 100 % betragen können. Heutzutage legt der Markt grossen Wert auf die äussere Qualität von unverarbeiteten Produkten wie Früchten und Gemüse. Selbst kleinste Mängel wie Flecken und Frassspuren können dazu führen, dass es zu einer Deklassierung (häufig Foodwaste) und damit zu einer hohen finanziellen Einbusse für den Produzenten kommt. Um die Kulturpflanzen zu schützen, stehen verschiedene Methoden und Mittel zur Verfügung. Nebst vorbeugenden sowie physikalischen, biotechnischen und biologischen Methoden leisten auch chemische PSM einen wichtigen Beitrag zur Sicherung der Ernte und zur Qualität der Erntegüter.

Gestützt auf die Prinzipien des integrierten Pflanzenschutzes sollte jeder Betrieb eine Pflanzenschutzstrategie entwickeln, die verschiedene weitere Kriterien einbezieht:

- ***Standort:*** Der Standort (Höhe über Meer, Boden, Wasser, Niederschlagsverteilung, Hanglage) beeinflusst, welche Kulturen angebaut werden können und somit indirekt auch die Pflanzenschutzstrategie. Weiter beeinflusst der Standort, wie intensiv eine Kultur geführt werden kann.
- ***Bundesbeiträge für die Reduktion von PSM:*** Wenn ein Landwirt bzw. eine Landwirtin am Programm «Beitrag für den Verzicht auf PSM im Ackerbau» (vormals «Extenso») des Bundes teilnimmt, hat das direkte Auswirkungen auf den Pflanzenschutzmitteleinsatz. Es dürfen dann beispielsweise für die entsprechenden Kulturen Herbizide, Fungizide, Insektizide und Wachstumsregulatoren nicht oder nur in reduziertem Umfang eingesetzt werden.
- ***Labelproduktion/Vertragsproduktion:*** Wird nach einem bestimmten Label (z. B. IP-Suisse), einer bestimmten Produktionsform (z. B. Biolandbau) oder nach einem Vertrag produziert, sind die entsprechenden Vorschriften und Einschränkungen einzuhalten, was ebenfalls Auswirkungen auf den Pflanzenschutzmitteleinsatz hat.
- ***Mechanisierung:*** Ebenfalls wichtig ist die vorhandene Mechanisierung resp. der Zugriff auf Lohnunternehmen oder Mietmaschinen.
- ***Betriebsleiter:*** Persönliche Neigungen des Betriebsleiters bzw. der Betriebsleiterin sowie das vorhandene Know-how und die Verfügbarkeit von Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern haben einen Einfluss auf die Ausrichtung der Produktion und auch auf den Einsatz von PSM.

Ziel der Landwirtschaft muss es sein, qualitativ hochwertige Nahrungsmittel zu produzieren und gleichzeitig die Risiken und Auswirkungen von PSM für die menschliche Gesundheit und die Umwelt zu minimieren.

**Beitrag für den Verzicht auf PSM im Ackerbau**

Wer am Programm «Beitrag für den Verzicht auf Pflanzenschutzmittel im Ackerbau» des Bundes mitmacht, kann Produktionssystembeiträge geltend machen.

↗ www.blw.admin.ch > Instrumente > Direktzahlungen > Produktionssystembeiträge > Beitrag für den Verzicht auf Pflanzenschutzmittel im Ackerbau

# Prinzipien des integrierten Pflanzenschutzes

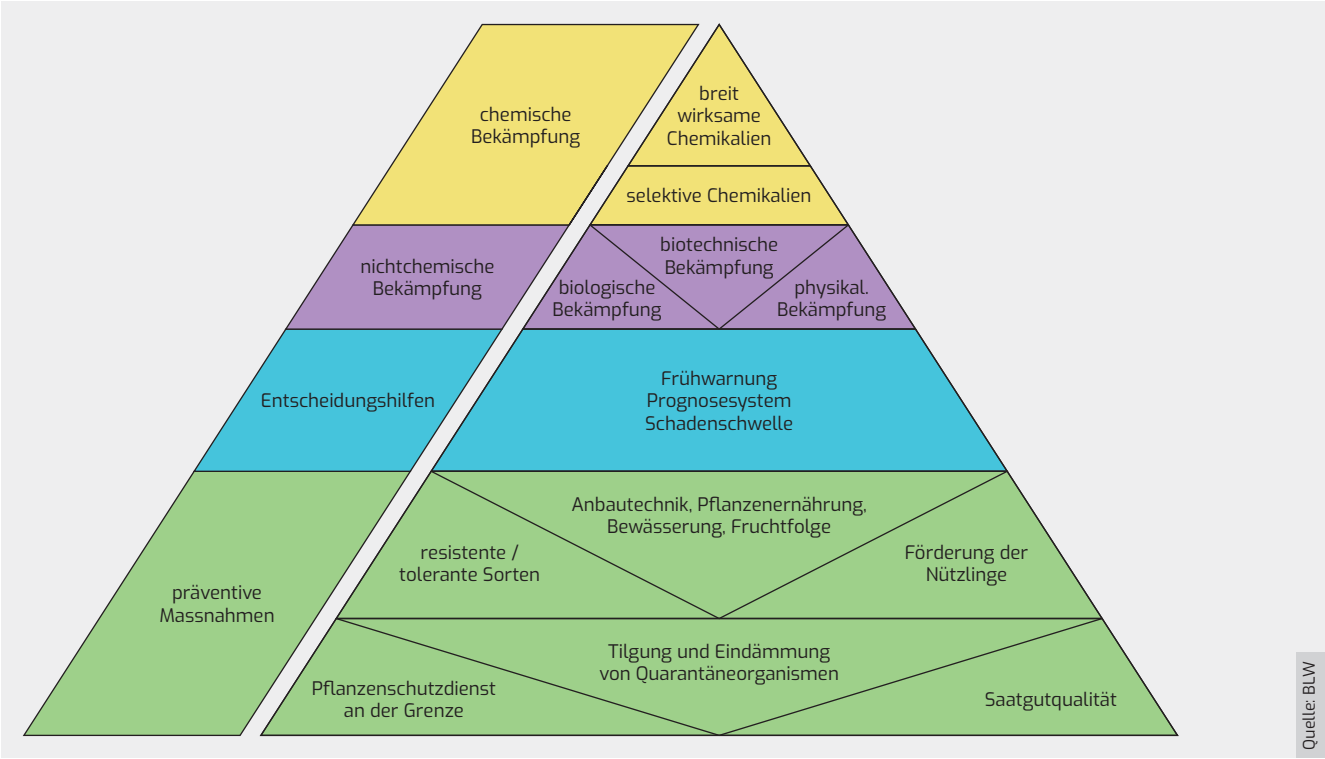



**Abb. 23: Prinzipien des integrierten Pflanzenschutzes**

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 vor Schadorganismen gewährleistet werden kann. Das Prinzip des integrierten Pflanzenschutzes wird in Form einer Pyramide anschaulich dargestellt.

Als Erstes soll die Anzahl direkter Eingriffe in ein Agro-Ökosystem durch präventive Massnahmen niedrig gehalten werden. Entscheidungshilfen erleichtern die Beurteilung, ob eine direkte Bekämpfung notwendig ist oder nicht. Ist eine direkte Bekämpfung erforderlich, sind für die Bekämpfung gewisser Schadorganismen biologische, biotechnische oder physikalische Methoden verfügbar. Erst als letzte Massnahme soll die chemische Bekämpfung zur Anwendung gelangen. Dabei haben selektive PSM Vorrang vor breit wirksamen PSM, wobei auch andere Faktoren wie die Umweltgiftigkeit oder die Wirkstoffgruppe aufgrund der Resistenzgefährdung zu berücksichtigen sind. Auch Teilflächen- oder Einzelstockbehandlungen sind Ganzflächenbehandlungen vorzuziehen.

## Präventive Massnahmen

### Standort und Wahl der Kulturen

Auf einem Landwirtschaftsbetrieb sind gewisse Rahmenbedingungen gegeben, dazu gehören die Meereshöhe, Exposition, Neigung, das lokale Klima und vor allem der Boden. Für eine rasche Entwicklung gesunder Pflanzen sind die erwähnten Faktoren entscheidend. Im nachhaltigen Anbau ist es wichtig, dass nur Kulturen angebaut werden, die sich für die gegebenen betrieblichen Rahmenbedingungen eignen. So können auf flachgründigen Böden praktisch nur Getreide und Mais erfolgreich angebaut werden. Auf schweren, unverdichteten Böden lassen sich Raps, Getreide, Mais und Leguminosen erfolgreich kultivieren. Auf eher leichten bis mittelschweren, leicht sauren bis neutralen Böden können praktisch alle Kulturen erfolgreich angebaut werden. Aber auch der Markt spielt eine wesentliche Rolle: Die geernteten Produkte sollen auch erfolgreich vermarktet werden können. Gewisse Produkte können nur mit einem Kontingent angebaut werden, andere nur mit Abnahmevertrag.




**Abb. 24: Verschiedene Standortfaktoren und der Markt geben vor, welche Kulturen erfolgreich angebaut werden können.**

## Fruchtfolge

Einjährige Kulturen werden meistens in Reinkultur angebaut (nur eine Pflanzenart auf der betreffenden Fläche). Dies sind an sich unnatürliche Zustände und erhöhen das Risiko der einseitigen Vermehrung von Schaderregern. Eine Fruchtfolge (oder auch Fruchtwechsel) ist die zeitliche Aufeinanderfolge der einzelnen Kulturpflanzen oder Kulturpflanzengruppen im Laufe der Jahre auf ein und derselben Fläche. Eine vielseitige Fruchtfolge und kleine Bewirtschaftungseinheiten (Schläge) sind die beste Möglichkeit, die Nachteile einer Reinkultur zu mildern.

**Grenzen von PSM**

Einige Krankheitserreger kommen im Boden vor und können durch PSM nicht ausgerottet werden. Früher konnten Kartoffeln noch einen ganzen Winter lang im Keller aufbewahrt werden. Heute sind Silberschorf und Colletotrichum-Welkekrankheit in unseren Böden zu häufigen Krankheiten geworden, die es fast unmöglich machen, Kartoffeln den ganzen Winter über im Keller zu lagern.

**Ein gesunder und fruchtbarer Boden ist wichtig**

Ein gesunder und fruchtbarer Boden erfüllt viele Funktionen:

- Lebensraum: Eine Handvoll Boden enthält mehr Lebewesen als es Menschen auf der Erde gibt. Diese 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)

### Ziele und Anforderungen an eine gute Fruchtfolge

Eine abwechslungsreiche und angepasste Fruchtfolge mit einem angepassten Input von Energie und Hilfsstoffen bringt gute und stabile Erträge und sorgt für folgende Effekte:

- Monokulturen bringen weniger Ertrag als Kulturen im Fruchtwechsel.
  Abwechslung sichert den Ertrag: Getreide soll mit Hackfrüchten und Kunstwiese, Halmfrüchte mit Blattfrüchten abgewechselt werden.
- unterdrückt Krankheiten und Schädlinge effektiv und vorbeugend
- verhindert einseitiges Aufkommen schwer bekämpfbarer Unkräuter
- nützt die vorhandenen Nährstoffe im Boden gut aus und minimiert die Gefahr der Auswaschung grosser Nährstoffmengen
- hält oder verbessert den Humusgehalt und die Bodenfruchtbarkeit
- bedeckt den Boden gut und verhindert Erosion und Abschwemmung
- sichert dem Betrieb eine ausreichende Wirtschaftlichkeit

**Monokultur – Reinkultur**

Bei einer Monokultur wird die gleiche Kultur über mehrere Jahre auf der gleichen Fläche angebaut. Eine Reinkultur ist eine Kultur (z. B. nur Weizen) auf der Fläche x im Jahr y. Im nächsten Jahr kommt eine andere Kultur auf diese Fläche.

### Was bei der Gestaltung der Fruchtfolge zu beachten ist

Technische Machbarkeit

Wenn zum Beispiel Raps zwischen August und Anfang September gesät werden soll, muss die Vorkultur geerntet und der Boden vorbereitet sein. Dies geht gut bei Getreide, ist aber nicht bei Körnermais möglich, der erst im Oktober/November geerntet wird. Schwierig wird es auch, wenn nach Körnermais noch Wintergerste gesät werden soll. Darüber hinaus spielt auch die Befahrbarkeit der Felder im Spätherbst oder frühen Frühling eine Rolle. Die Saat- und Erntetermine der Kulturen sind also ausschlaggebend dafür, welche Kulturen nacheinander angebaut werden können.

Krankheits- und Schädlingsunterdrückung

Die Einhaltung von minimalen Anbaupausen verhindert, dass spezifische bodengebundene Krankheiten auftreten und weitergegeben werden. Kulturen benötigen sehr unterschiedliche Anbaupausen. Getreide ist generell weniger anspruchsvoll als beispielsweise Erbsen, die eine Anbaupause von 6 bis 7 Jahren erfordern. In der untenstehenden Tabelle sind Anbaupausen von wichtigen Acker- und Gemüsekulturen angegeben.

## Tab. 10: Unterbruchsjahre in der Fruchtfolge zwischen zwei Hauptkulturen

| Vorkultur | | | Folgekultur | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Weizen, Dinkel | Roggen | Triticale | Gerste | Hafer | Mais | Kartoffeln | Rüben | Raps | Erbsen | (Acker-)Bohnen, Soja | Tabak | Sonnenblumen | Kenaf |
| Ackerkulturen | Weizen, Dinkel | P | 1 | 0–1 | 1 | 0–1 | 0 | 0–1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Roggen | P | 0–1 | 0–1 | 0–1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Triticale | P | 1 | 0–1 | 1 | 0–1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Gerste | P | 1 | 0–1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Hafer | P | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Mais | P | 0 | 0–1* | 0 | 0–1* | 0–1* | 0–1 | 0 | 0–1 | 1* | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Kartoffeln | S | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0–1 | 0 | 0–1 | 2 | 0 | 1 |
| | Rüben | Am | 0 | 1* | 0 | 0–1* | 0–1* | 0 | 0 | 3–4 | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| | Raps | Br | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2–3 | 3–4 | 1 | 2 | 2 | 2–3 | 2 |
| | Erbsen | Fa | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1–2 | 6–7 | 3 | 0 | 1 | 0–1 |
| | (Acker-), Sojabohnen | Fa | 0 | 0–1* | 0 | 0–1* | 0–1* | 0 | 0–1 | 0 | 2 | 4 | 4 | 1 | 2 | 1 |
| | Tabak | S | 0 | 0–1* | 0 | 0–1* | 0–1* | 1 | 2 | 0 | 1–2 | 0 | 1 | 3 | 1–2 | 1 |
| | Sonnenblumen | As | 0 | 0 | 0 | 0–1* | 0–1* | 0–1 | 1 | 0 | 2–3 | 1 | 2 | 1–2 | 3–4 | 1 |
| | Kenaf | M | 0–1* | 1* | 1* | 0–1* | 0–1* | 0 | 0 | 0 | 2 | 0–1 | 1 | 1–2 | 1–2 | 3 |
| | Kleegras | Fa+P | 0–1 | 0–1 | 0–1 | 0–1 | 0–1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| Zwischenfrüchte | Ölrettich, Rübse, Senf | Br | 0–1* | 0–1* | 0–1* | 0–1* | 0–1* | 0 | 0 | 0–2 | 1–2 | 0–1 | 0–1 | 1 | 1 | 0–1 |
| | Phacelia, Buchweizen | H+Pol | 0–1* | 0–1* | 0–1* | 0–1* | 0–1* | 0 | 0 | 0–1 | 0–1* | 0–1 | 0 | 0 | 0 | 0–1 |
| | Leguminosen | Fa | 0–1* | 0–1* | 0–1* | 0–1* | 0–1* | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 3 | 0 | 0 | 0 |
| Gemüse und Erdbeeren | Kohl | Br | 0 | 0–1* | 0 | 0–1* | 0 | 0 | 0–1 | 2–3 | 3 | 0–1 | 1–2 | 2 | 1 | 1 |
| | Chicorée (Salatzichorie) | As | 0 | 0–1* | 0 | 0–1* | 0 | 0 | 0–1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0–1 |
| | Karotten, Sellerie | Ap | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 2 | 0 | 1 | 0–1 | 1 | 1 |
| | Spinat, Randen | Am | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1–3 | 1–2 | 0–1 | 0–1 | 0–1 | 0 | 0 |
| | Gurken, Kürbis | Cu | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0–1 | 0–1 | 1 | 0 | 0 | 1–2 | 1 | 0–1 |
| | Zwiebeln, Lauch | Ama | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Erdbeeren | R | 0–1 | 0 | 0–1 | 0–1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0–1 | 0 | 0–1 | 0–1 | 0–1 | 0 |

* anbautechnisch bedingt

Bei den Unterbruchsjahren handelt es sich um Richtwerte für Kulturen mit voller Vegetationszeit auf günstigem Standort. Ist die Vegetationszeit der Vorkultur wesentlich verkürzt (z. B. Frühkartoffeln oder nur ein Satz Spinat oder Salat), kann der Anbauunterbruch um ein Jahr reduziert werden. Bei ungünstigen Bodenverhältnissen und bei einem Befall der Vorkultur, der die Folgekultur gefährden könnte, ist der Anbauunterbruch angemessen zu verlängern.

Pflanzenfamilien

| | | |
|---|---|---|
| Am | Amaranthaceae | Fuchsschwanzgewächse |
| Ama | Amaryllidaceae | Amayrllisgewächse |
| Ap | Apiaceae | Doldenblütler |
| As | Asteraceae | Korbblütler |
| Br | Brassicaceae | Kreuzblütler |
| Cu | Cucurbitaceae | Kürbisgewächse |
| Fa | Fabaceae | Schmetterlingsblütler |
| H | Hydrophyllaceae | Wasserblattgewächse |
| M | Malvaceae | Malvengewächse |
| P | Poaceae | Süssgräser |
| Pol | Polygonaceae | Knöterichgewächse |
| R | Rosaceae | Rosengewächse |
| S | Solanaceae | Nachtschattengewächse |

↗ www.agroscope.admin.ch > Themen > Pflanzenbau > Ackerbau > Ackerbausysteme > Fruchtfolge > Optimale Fruchtfolgen im Feldbau

Ebenfalls von Bedeutung ist der Gesamtanteil einer Kultur oder Kulturengruppe in der Fruchtfolge. So darf Getreide (ohne Mais und Hafer) nicht auf mehr als 66 % der Ackerfläche (AF) angebaut werden, heiklere Kulturen wie Kartoffeln, Raps oder Zuckerrüben nicht auf mehr als 25 %, Erbsen nicht auf mehr als 15 % der LN.

Zu berücksichtigen gilt es auch Gründüngungen, die aus derselben Familie stammen wie die angebauten Kulturen (z. B. Gelbsenf als Gründüngung, wenn auf dem Betrieb Raps angebaut wird – beide stammen aus der Familie der Kreuzblütler).

ÖLN-Betriebe müssen die Fruchtfolgeregeln einhalten. Sie können wählen zwischen:

- minimalen Anbaupausen zwischen zwei Hauptkulturen oder
- mindestens 4 Kulturen und maximalen Kulturanteilen.

↗ agridea.abacuscity.ch > Produktetyp > Publikationen > Aufzeichnungen, Nachweis > Ökologischer Leistungsnachweis ÖLN > KIP-Richtlinien



© Christian Wohler, Liebegg

**Abb. 25: Werden Anbaupausen nicht eingehalten, kann es zu der Krankheit Kohlhernie bei Kreuzblütlern wie Raps oder Kohlarten (z. B. Chinakohl gemäss Abbildung) kommen.**

Verhinderung des einseitigen Aufkommens schwer bekämpfbarer Unkräuter

Begleitflora (Unkräuter und Ungräser) keimt zu unterschiedlichen Zeitpunkten unter unterschiedlichen Voraussetzungen. Es gibt Pflanzen, die das ganze Jahr über keimen, wenn eine minimale Temperatur und Feuchtigkeit vorhanden ist. Andere keimen nur im Herbst (z. B. Windhalm) oder im späten Frühling (Amarant oder Hirse).

Grundsatz: Je mehr verschiedene Kulturen vorhanden sind, desto vielfältiger ist die Unkrautpopulation und desto geringer die Gefahr eines einseitigen, schwierig zu bekämpfenden Bewuchses (siehe auch Abb. 26). Es ist also wichtig, dass zwischen Herbst- und Frühlingskulturen abgewechselt wird. Schon der Wechsel zwischen frühen und späten Frühlingssaaten bringt unterschiedliche Unkrautfloren. Auch die Bodenbearbeitung spielt für die Zusammensetzung der Unkrautpopulation eine Rolle. Der Pflugeinsatz und die Folgebearbeitung mit Egge fördern die einjährigen Samenunkräuter, pfluglose Systeme fördern mehrjährige Unkräuter zum Beispiel die Ackerkratzdistel.

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.



© Hans Ramseier, HAFL

**Abb. 27: Untersaaten verhindern Erosion, verbessern die Tragfähigkei t des Bodens und verhindern Verdichtungen.**

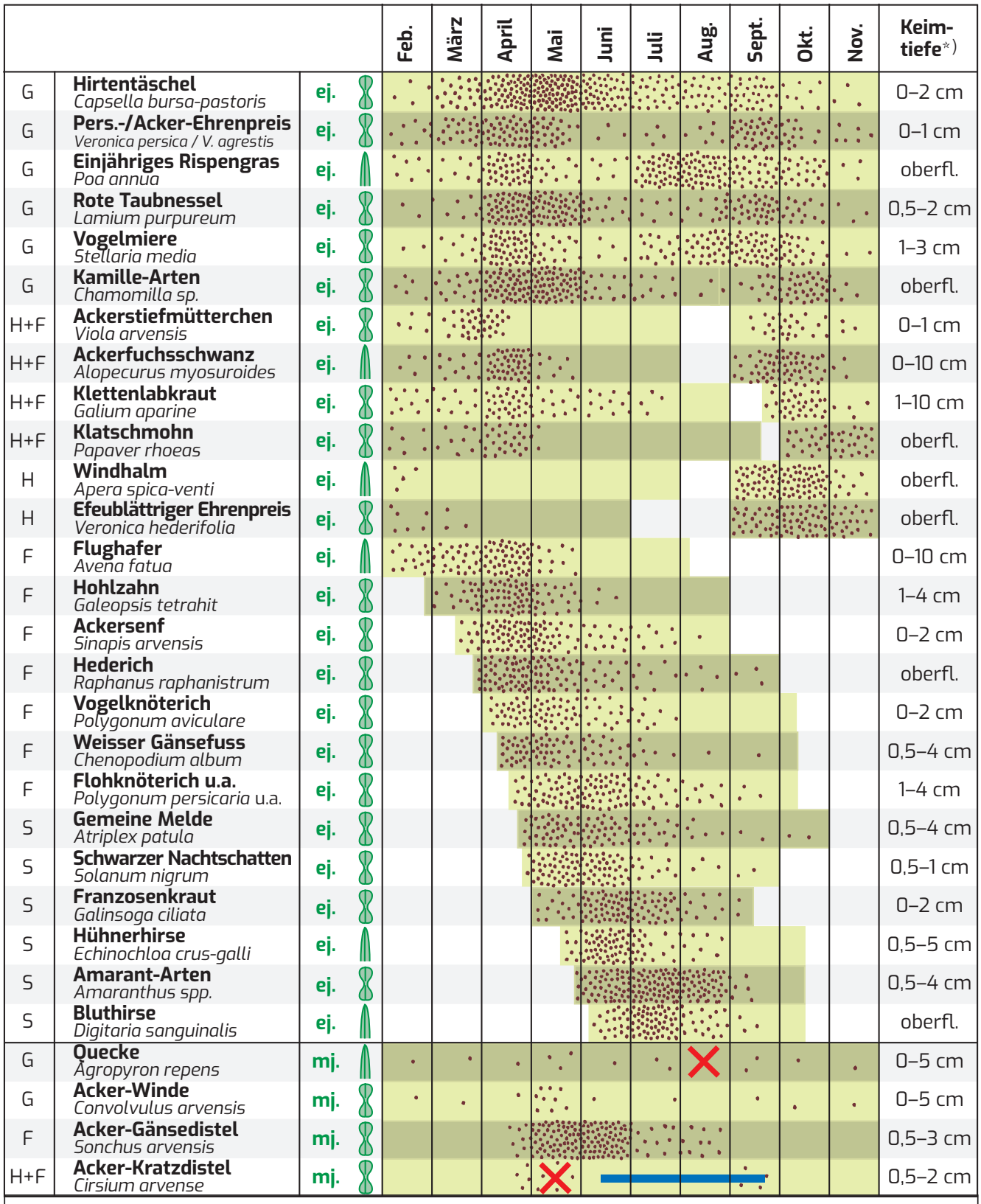



**Abb. 26: Hauptkeimzeiten wichtiger Unkräuter und Ungräser. Die braunen Punkte zeigen die Keimzeiten an.**

Wirtschaftlichkeit

Ein Landwirtschaftsbetrieb muss wirtschaftlich arbeiten, wenn er überleben will. Sich ändernde agrarpolitische Rahmenbedingungen und Märkte führen dazu, dass die Aufrechterhaltung einer klassischen Fruchtfolge mit immer den gleichen Kulturen über viele Jahre auf dem Betrieb schwierig ist. Seit einiger Zeit tritt deshalb häufig die Parzellenfruchtfolge an die Stelle einer gesamtbetrieblichen Fruchtfolge, und die Einhaltung der Anbaupausen wird umso wichtiger. Unter dem Kostendruck wird eine Fruchtfolge häufig vereinfacht. Wird die Fruchtfolge geändert, ist immer daran zu denken, dass gleichzeitig auch die Planung des Pflanzenschutzes betroffen ist.

## Saatgut und Sortenwahl

Gesundes und widerstandsfähiges Saatgut ist von grosser Bedeutung für den integrierten Pflanzenschutz. Es wird empfohlen, jährlich frisches und zertifiziertes Saat- und Pflanzgut zu verwenden. Aufgrund gesetzlicher Vorschriften darf von den wichtigsten Acker- und Futterpflanzen nur zertifiziertes Saat- und Pflanzgut in den Verkehr gebracht werden. Bei der Auswahl des Saatgutes sollten neben den Kriterien für Anbau, Ertrag und Qualität unbedingt auch die Resistenzen gegen Krankheiten berücksichtigt werden. Keine Sorte vereint alle gewünschten Eigenschaften, weshalb es wichtig ist, die Eigenschaften entsprechend der Gefährdung des Standortes zu gewichten. So ist zum Beispiel an feuchten Standorten eine gute Resistenz gegen Blattkrankheiten und falschen Mehltau wichtig. Es ist vorteilhaft, mehrere Sorten auf dem Betrieb anzubauen, um das Risiko zu verteilen. Bei bestimmten Kulturen wie Weizen sind auch Sortenmischungen möglich, um verschiedene positive Eigenschaften der Sorten zu kombinieren.

↗ www.swisssem.ch (Zugriff nur mit Benutzerkonto)

## Verhinderung der Verseuchung

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

Unkrautsamen bleiben bei der Ernte zum grössten Teil auf dem Feld (viele Millionen Samen/ha). Da ist es wichtig, diese durch eine oberflächliche Bodenbearbeitung nach der Ernte zum Keimen zu bringen und danach wieder mit Bodenbearbeitung zu zerstören. Zudem ist es bei Problemunkräutern wie Blacken, Disteln und Klebern wichtig, die Versamung zu verhindern, um längerfristige Probleme zu vermeiden.




**Abb. 28: «Wehret den Anfängen» muss die Devise bei Problemunkräutern sein. Eine Blacke bildet 3000 bis 7000 Samen/Pflanze und die Samen sind 50 bis 60 Jahre lang keimfähig.**

## Anbautechnik

### Bodenbearbeitung

Aus der Sicht des Pflanzenschutzes ist es wichtig, dass die Bodenbearbeitung dazu dient, ein schnelles und gleichmässiges Wachstum der Pflanzen zu ermöglichen. So können sie schnell aus dem empfindlichen Jugendstadium herauswachsen. Je grösser die Pflanzen sind, desto mehr Schädlingsbefall können sie tolerieren und umso robuster werden sie gegen Krankheiten und Schädlinge. Darüber hinaus werden sie konkurrenzfähiger gegenüber Unkräutern. Das Ziel ist es also, den Pflanzen optimale Bedingungen zu bieten, um gesund und widerstandsfähig zu gedeihen. Eine schonende Bodenbearbeitung mit genügend abgetrockneten Böden ist unbedingt anzustreben. Eine pfluglose Bodenbearbeitung kann das Risiko von Erosion und Verschlämmung deutlich reduzieren. Andererseits werden mit diesen Methoden Ungräser wie die Quecke, der Ackerfuchsschwanz und Windhalm und mehrjährige Unkräuter wie die Ackerkratzdistel gefördert.

Ein Wechsel der Bodenbearbeitungsgeräte ist grundsätzlich positiv, was bei einer vielseitigen Fruchtfolge auch gegeben ist, resp. umgesetzt werden kann. Ernterückstände und Gründüngungen sollen nur oberflächlich eingearbeitet werden, damit der Verrottungsprozess möglichst rasch einsetzen kann. Die Feinheit des Saatbettes ist abhängig von der Kultur. Das Saatbett sollte nicht zu fein sein, sonst werden Erosion und Verschlämmung gefördert, was einem raschen Auflauf der Kultur nicht förderlich ist.




**Abb. 29: Zu intensive und zu feine Bodenbearbeitung kann zu Erosion und Verschlämmung und zu einem verzögerten und schlechten Auflauf führen.**

### Saat

Zielkonflikte können bei der Wahl des Saatzeitpunktes entstehen. So bringt eine frühe Saat von Wintergetreide ein höheres Ertragspotential mit sich, fördert aber den Befall durch Krankheiten und herbstkeimende Ungräser wie Windhalm. Frühe Frühjahrssaaten sind grundsätzlich anzustreben, der Boden muss aber genügend abgetrocknet sein und für die entsprechende Kultur die minimale Temperatur haben. So ist es immer ein Abwägen, um ein Optimum zu erreichen. Wichtig ist ebenfalls die Saattiefe, um ein rasches und gleichmässiges Auflaufen zu garantieren.

### Pflanzenernährung

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

## Wassermanagement und Bewässerung

Durch den Klimawandel werden die Sommer immer heisser und trockener. Das beeinflusst die Nahrungsmittelproduktion massiv. Bleiben Niederschläge in der Wachstumsperiode aus, sinken die Erträge. Wassermanagement und Bewässerung werden für die Landwirte in Zukunft ein noch wichtigeres Thema darstellen. Pflanzen, die nicht unter Wasserstress stehen, sind vitaler.

Im Vordergrund stehen Massnahmen, die Wasser sparen, zurückhalten oder Wasser besser zur Verfügung stellen:

- ***Humus:*** Humus kann bis zum Fünffachen seines Gewichtes an Wasser speichern, deshalb sind alle Massnahmen zur Erhaltung resp. Förderung des Humusgehaltes wichtig.
- ***Bodenbearbeitung:*** Es sollten, wenn möglich, wassersparende Systeme wie Mulchsaat oder Direktsaat angewendet werden.
- ***Bodenstruktur:*** Eine schonende Bodenbearbeitung, der Anbau von Zwischenfrüchten und Gründüngungen schützen vor Wasserverlusten.
- ***Mulch:*** Auf Flächen mit einer Mulchschicht erwärmt sich der Boden weniger, und es verdunstet weniger Wasser. Zudem wird der Oberflächenabfluss gebremst. Das kann eine ausgebrachte Mulchschicht sein (Stroh, Transfermulch) oder auch Stroh nach der Getreideernte, das nicht vollständig eingearbeitet wird.
- Durch eine vielgliedrige Fruchtfolge mit tiefwurzelnden und flachwurzelnden Arten wird das ***Risiko des Wasserverlustes*** vermindert.

Werden Pflanzen bewässert, sollten die Grundregeln wie richtiger Zeitpunkt, ausgebrachte Wassermenge und Aufnahmefähigkeit des Bodens, Bewässerung nachts oder frühmorgens und mit nicht zu kaltem Wasser, eingehalten werden. Tröpfchenbewässerung ist, falls möglich, der Beregnung vorzuziehen. Dadurch wird Wasser eingespart, eine exakte Ausbringung gewährleistet und Verdunstungsverluste werden vermieden. Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass die Blätter nicht benetzt werden und Pilzkrankheiten somit nicht weiter gefördert werden. Allerdings sind die Fixkosten deutlich höher als bei Beregnungssystemen. In der 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.bewaesserungsnetz.ch können die Daten dieser Sonden kostenlos abgerufen werden. Landwirte und Landwirtinnen, die selbst keine Sonde besitzen, können eine Bewässerungsempfehlung für ihre Parzelle erstellen lassen. Eine kostenlose Bewässerungs-App errechnet eine Empfehlung zum Bewässerungszeitpunkt und zur Bewässerungsmenge.

## Ausnützung natürlicher Begrenzungsfaktoren – Pflege des ganzen Agrarökosystems

In einem nachhaltigen Anbausystem steht die Ausnützung der natürlichen Begrenzungsfaktoren im Vordergrund. Die Biodiversität sorgt für wichtige Leistungen wie natürliche Schädlingsregulierung, Bestäubung der Kulturpflanzen und Bodenfruchtbarkeit. Aus diesem Grund spielen die Ausgestaltung und Pflege des ganzen Agrarökosystems eine zentrale Rolle. Es wird zwischen Massnahmen in der Kultur («In Crop») und Massnahmen ausserhalb der Kultur («Off Crop») unterschieden. Sowohl Massnahmen innerhalb wie auch ausserhalb der Kultur sind für die langfristige Ertrags- und Ernährungssicherheit entscheidend.

↗ Biodiversität auf dem Landwirtschaftsbetrieb: www.agrinatur.ch

### Massnahmen in der Kultur («In Crop»)

Auf der Kulturfläche steht die Produktion von qualitativ hochwertigen Nahrungsmitteln im Vordergrund. Trotzdem dürfen biodiversitätsfördernde Massnahmen in ihrer Wirkung nicht unterschätzt werden.

Zu den Massnahmen in der Kultur gehören:

- ***Ackerschonstreifen:*** Dies sind mit Ackerkulturen angesäte extensiv bewirtschaftete Randstreifen ohne Stickstoffdüngung. Breitflächige mechanische Unkrautregulierung und der Einsatz von Insektiziden sind verboten, Herbizide dürfen nur als Einzelstockbehandlung gegen Problemunkräuter eingesetzt werden. Ackerschonstreifen sind wichtig für die Erhöhung der Vielfalt, als Randstruktur zwischen verschiedenen Biotopen sowie für die Vernetzung.




**Abb. 30: Blühende Pflanzen wie die Kornblume sind nicht nur wichtig für die Nützlingsförderung, sondern auch schön für den Menschen und helfen somit dem guten Image der Landwirtschaft.**

- ***Untersaaten:*** Untersaaten bringen neben den bekannten Vorteilen wie Bodenbedeckung, Durchwurzelung und bessere Tragfähigkeit des Bodens auch Vorteile gegen Schädlinge. So werden zum Beispiel mit Maisuntersaaten räuberische Insekten wie Raubwanzen gefördert, welche die Eier oder Larven des Maiszünslers fressen. Zudem tragen Untersaaten zur Unterdrückung von Unkraut in den sensiblen Stadien der Ackerkulturen bei.
- ***Blühende Zwischenfrüchte:*** Vielseitige Blühmischungen bieten Nützlingen und Bienen Pollen und Nektar in einer Zeit, zu der Insekten in der Landschaft oftmals kaum andere Nahrung finden.
- ***Weite Reihe:*** Bei der Saat von Winter- oder Sommergetreide in weiten Reihen werden einzelne Säschare geschlossen und so ungesäte «Gassen» geschaffen. Der Reihenabstand in ungesäten Bereichen muss mindestens 30 cm betragen. Untersuchungen haben gezeigt, dass mit dieser Sätechnik mehr Laufkäfer (wichtige Nützlingsgruppe, die Schädlinge dezimiert und Unkrautsamen frisst) vorhanden sind und ihre Fressleistung höher ist. Zudem gibt es mit diesem Anbausystem kaum Ertragseinbussen.
- ***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 im Boden, insbesondere der wertvollen Mykorrhiza-Pilze, höher. Auf der anderen Seite besteht jedoch auch die Gefahr, dass durch eine reduzierte Bodenbearbeitung gewisse Unkräuter wie die Ackerkratzdistel oder Krankheiten wie Fusarien, die 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 Kultur werden auf eigens dafür ausgeschiedenen Flächen biodiversitätsfördernde Lebensräume geschaffen. Wenn diese arten- und strukturreich gestaltet sind, können sie zur Erhaltung und Förderung der Biodiversität im Ackerland besonders viel beitragen. So können etwa durch Nützlingsstreifen natürliche Feinde des Schadinsektes gefördert werden, die z. B. das Getreidehähnchen dezimieren.

Zu den Massnahmen ausserhalb der Kultur gehören:

- ***Hecken:*** Eine Hecke besteht aus einer Strauchschicht und einer angrenzenden extensiven Krautschicht. Sie dient sehr vielen Tierarten als Schutz, Winterquartier, Nist- oder Eiablageplatz. Auch landwirtschaftliche Nützlinge werden durch Hecken gefördert, insbesondere, wenn der angrenzende extensive Krautsaum vielseitig ist.
- ***Säume und Brachen (Bunt- und Rotationsbrachen):*** Hier handelt es sich um angesäte bzw. bewachsene Flächen mit einheimischen Wildkräutern (beim Saum auch mit Gräsern). Es wird kein Dünger ausgebracht, und Herbizide sind nur als Einzelstockbehandlung gegen Problemunkräuter erlaubt. Die Flächen bleiben lange Zeit ungestört, bieten durch blühende Pflanzen Pollen und Nektar und dienen einer Vielzahl von Tieren, darunter Nützlingen wie Schwebfliegen, Marienkäfern, Laufkäfern und Spinnen, als Nahrungs- und das ganze Jahr als Rückzugsort. Durch hochwachsende Stängel, abgestorbenes Pflanzenmaterial und Lücken finden die Insekten hier auch einen Überwinterungsort. Zudem profitieren auch Kleinsäuger und Vögel von solchen Flächen.
- ***Nützlingsstreifen:*** Ihre Zusammensetzung fördert insbesondere landwirtschaftlich wichtige Nützlinge und Bestäuber. Es gibt ein- und mehrjährige Mischungen für den Acker-, Gemüse-, Obst- und Weinbau.
- ***Extensive Wiesen und Weiden:*** Bei extensiven Wiesen und Weiden sollte die Qualitätsstufe II angestrebt werden, damit sie den erhofften Mehrwert für die Biodiversität 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 von innen nach aussen gemäht werden, und es darf kein Mähaufbereiter eingesetzt werden (in QII verboten). Zudem ist ein ungemähter Streifen von ca. 10 % der Fläche als Rückzugsort für Insekten sehr wichtig.




**Abb. 31: Buntbrache zwei Jahre nach der Ansaat**




**Abb. 32: Mehrjähriger Nützlingsstreifen**




**Abb. 33: Artenreiche Extensivwiesen sind besonders wertvoll für den Erhalt und die Förderung der Biodiversität.**

# Fallbeispiel Ackerbau

## Betrieb Jungo - Bagerhof.ch

### Betriebsspiegel

Der Betrieb liegt auf 650 m ü. M. in der Gemeinde Schmitten im deutschsprachigen Teil des Kantons Freiburg. In der Region werden viele Betriebe gemischt bewirtschaftet, aber ein wesentlicher Teil auch als reine Ackerbaubetriebe, mit oder ohne Veredelung, betrieben.

Der Betrieb Jungo ist ein gemischter Betrieb und bewirtschaftet 35 ha LN, wovon auf 28 ha Ackerbau in irgendeiner Form möglich ist. Der Tierbestand beträgt 24 Milchkühe mit Aufzucht, was 30 GVE entspricht.

Das Anbauprogramm besteht aus Winterweizen, Wintergerste, Raps, Silomais, Vermehrungskartoffeln und seit kurzem auch Zuckerrüben. Zudem werden ein kleines Selfpick-Blumenfeld betrieben und Kürbisse für die Direktvermarktung produziert.

Auf dem Betrieb und im Blumenfeld arbeiten der Betriebsleiter und eine Praktikantin bzw. ein Praktikant. Auch die Eltern helfen tatkräftig mit. Die Familienaufgaben teilen sich das Betriebsleiterpaar mit einem Au-Pair.


© Benno Jungo, Bagerhof

**Abb. 34: Ein Grossteil der Kulturen wird pfluglos angebaut.**

### Standort

Der Betrieb weist verschiedene Parzellen auf. 60 % sind Braunerdeböden mit 0 bis 20 % Hangneigung bei gutem Wasserhaushalt, wobei der Tongehalt von 15 bis 25% variiert. 25 % sind Braunerdeboden mit staunassen Einflüssen, was die Befahrbarkeit und Durchwurzelung einschränkt. 15 % sind trockengelegte Moosböden mit 8 bis 12 % Humus, wobei die pflanzenverfügbare Gründigkeit variiert.


© Larissa Keller Fotografie, Bern

**Abb. 35: Betriebsleiter Benno Jungo**

### Kulturenwahl

Der Betrieb kennt keine regelmässige Fruchtfolge. Die Kunstwiese und auch die Naturwiesen werden vor allem rund um das Betriebsgebäude, auf den Moosparzellen und in Hanglagen angelegt. Manche Parzellen werden nie als Kunstwiese genutzt.

Die Kulturen werden, wenn möglich, nur auf optimalen Standorten angebaut. Dies führt zu folgender Kulturenzuteilung:

Auf den Moosparzellen gibt es nur Kunstwiese und Mais. Für Getreide ist der Pilzdruck zu hoch (auf dem Betrieb wird Extenso gemacht), bei den Kartoffeln gab es zu viele Probleme mit Rhizoctonia, Drahtwurm und gewöhnlichem Schorf. Raps und Zuckerrüben gefährden die Drainagen (Wurzeln, Bodendruck). In den ebenen Braunerdeböden werden alle Kulturen angebaut.

In den steilen Braunerdeböden werden aufgrund der Hanglage nur Druschfrüchte angebaut: Winterweizen, Wintergerste, Winterraps, Silomais, Kunstwiese. Ebenso wird Körnermais infolge der zunehmenden Hitze in Betracht gezogen.

### Struktur – Wasser – Unkraut

Die Böden weisen unterschiedliche Strukturen und Wasserspeichervermögen auf. Ein grösserer Teil mit tiefem pH-Wert und schwieriger Struktur wurde vor einigen Jahren in Pacht übernommen. Um diese Felder schnell auf ein gutes Niveau zu bringen, wurde und wird stark in Kalkung investiert, ausserdem wurden zusätzliche Hofdüngerverträge vereinbart. Zudem wird der eigene Hofdünger sowie zusätzlicher Kompost gezielt auf diesen Flächen ausgebracht. Dadurch hat sich die Bearbeitbarkeit bereits verbessert, und auch die Anfälligkeit auf Verschlämmung und Erosion ist zurückgegangen. Darüber hinaus helfen die leichte Mechanisierung und der Doppelradeinsatz. Mit diesen Massnahmen und der Mulchsaat erhofft sich der Betrieb einen verbesserten Wasserhaushalt. Die zum Teil polyedrische Bodenstruktur wurde dadurch krümeliger.

Auf teure Zusatzstoffe mit diffusen Wirkungen auf Bodengesundheit (Bodenaktivatoren) wird konsequent und ohne Nachteile verzichtet.

Die Parzellen bringen auch verschiedene Unkrautlasten mit sich. Parzellenspezifisch kommen Kamille, Quecke, Raigräser, Blacke vor; zudem ist ein zunehmender Druck durch einfliegende Ackerkratzdistelsamen vorhanden. In Kartoffeln kam in der Zeit zwischen Krautvernichtung und Ernte eine Begrünung mit Einjährigem Rispengras vor, was die Ernte erschwerte. Dies umso mehr, seit Diquat als Sikkationsmittel verboten wurde, was aber auch auf eine Wirkungslücke im verwendeten Herbizid für Winterweizen zurückzuführen ist.

**Anbaumethoden**

Infolge von zunehmender Hitze und Starkniederschlägen und der persönlichen Überzeugung, aber auch infolge agrarpolitischer Förderprogramme, wird ein Grossteil (ca. 80 %) der Kulturen pfluglos angebaut. Dabei kommt vorwiegend der Grubber zum Einsatz sowie eine umfunktionierte Federzahnegge (flache Bodenbearbeitung). In Zukunft soll zudem die Kurzscheibenegge genutzt werden, um in den schweren Böden weniger Kluten zu generieren. Gesät wird mit einer Kreiseleggendrillkombination oder durch den Lohnunternehmer (Mais, Kartoffeln, Rüben). Bei Kunstwiesen oder Zwischenfutter mit ausdauernden Gräsern kommt der Pflug für den Umbruch zum Einsatz.

Der Betrieb hat keine Möglichkeit zur Bewässerung.

**Pflanzenernährung**

Die Grunddüngung erfolgt mit eigenem sowie Hofdünger von Dritten. Bei Kartoffeln und Rüben werden Kalium, Phosphor und Magnesium als Mineraldünger zur Saat eingesetzt. Die Kulturen werden dann nur noch mit Ammonsalpeter oder Harnstoff gedüngt. Aufgrund der vorhandenen Hofdünger wurden bisher keine Nährstoffmangel festgestellt. Wenn die Gülle im Frühjahr gut platziert werden kann (Befahrbarkeit), ist es möglich, einen Teil des NMineraldüngers einzusparen. Die gesamte N-Mineraldüngung wird im Juni abgeschlossen, da ab diesem Zeitpunkt die natürliche Mineralisierung der Böden in der Regel genügend nachliefert. Auf eine mineralische Herbst N-Düngung (z. B. bei Raps oder Getreide) wird infolge herbstlich hoher N-min Werte und der Auswaschungsgefahr verzichtet.

**Pflanzenschutz**

Wo möglich, wird der Extenso-Anbau gewählt. Dies hat sich beim Getreide und der Wahl der geeigneten Sorte bewährt und der Betrieb ist mit den erzielten Erträgen zufrieden. Der Raps wird genau beobachtet und bei hohem Schädlingsdruck wird aus dem Programm ausgestiegen. Auch die Zuckerrüben sollen als ALS-Extenso-Rüben angebaut werden, was aufgrund der Höhenlage möglich sein sollte.

Bei den Kartoffeln werden keine Kompromisse eingegangen: Ein Verzicht auf PSM kommt hier nicht in Frage und dadurch wurde die Ernte in der Vergangenheit bereits gerettet. Aufgrund der guten Hygiene in der Region (Unterpflügen, Häckseln von Maisstroh und Maisstoppeln) und der Nachbarbetriebe waren im Mais bisher keine Massnahmen gegen den Maiszünsler nötig.

Auf Herbizide wird nicht verzichtet, da hierfür in den Parzellen teilweise zu hohe Samendepots vorhanden sind. Auch durch die Wahl der Mulchsaat wird ein Verzicht auf Herbizide schwieriger. In gewissen Fällen wird auch ein Totalherbizid eingesetzt (z. B. wenn Gräser in einer Kultur durchgedrückt haben oder Durchwuchsraps mit Grubber/Scheibenegge nicht kontrolliert werden kann). In gepflügten Parzellen wurden Mais oder Kartoffeln auch schon durch mechanische Methoden angebaut und Raps wurde mit Untersaat angebaut, was infolge von Problemunkräutern (Blacke, Kamille) wieder aufgegeben wurde. Durch die ALS-Rüben wird in Zukunft mehr auf die Wahl der Weizenherbizide geachtet, um Resistenzen (Gruppe 2) vorzubeugen.

Die PSM werden durch den Betriebsleiter ausgebracht, wobei verschiedene Injektordüsen (gelb, blau, rot) genutzt werden, um die Wassermengen und Tropfengrösse optimal variieren zu können. Für Behandlungen, bei denen keine Fahrgassen vorhanden sind, wird ein GPS zu Hilfe genommen und für Glyphosat kommt ein Wasserenthärter zum Einsatz. Bei jeder nötigen Behandlung in Raps wird ein Netzmittel bzw. ein Blattdünger zugemischt, um die Wasserspannung zu senken und das Abperlen der Spritzbrühe zu vermindern.

Blacken werden von Hand gestochen, da dies bei dem tiefen Druck gut möglich ist.

**Biodiversitätsförderflächen (BFF)**

Die BFF bestehen bisher aus extensiver Wiese und Hochstammobstbäumen, wobei ca. 20 % Qualitätsstufe II entsprechen. Ein Augenmerk muss hier auf das gemeine Berufkraut und die Ackerkratzdistel gelegt werden, getreu dem Motto «Wehret den Anfängen». Die Bäume hingegen haben vor allem mit Mäusen zu kämpfen. Die neuen BFF auf der offenen Ackerfläche werden soweit möglich dafür genutzt, unvorteilhafte Parzellenformen zu begradigen, Erosion vorzubeugen und die Abschwemmungsauflagen für den ÖLN und gewisse PSM-Auflagen zu einem Teil umzusetzen. Dabei wird vor allem der BFF-Typ «Saum» eingesetzt. Auch wurden schon einjährige Blühstreifen angebaut, wobei der Aufwand und die Kosten bei einjährigen Elementen nicht zu unterschätzen sind.

# 4.2

# Pflanzenschutzstrategie planen und präventive Massnahmen umsetzen im Gemüsebau



# 4.2 Pflanzenschutzstrategie planen und präventive Massnahmen umsetzen

## Pflanzenschutzstrategie planen

Die grosse Vielfalt an Gemüsekulturen bringt auch viele Herausforderungen im Pflanzenschutz mit sich, denn die verschiedenen Kulturen gehören ganz unterschiedlichen Pflanzenfamilien mit zum Teil artspezifischen Krankheiten und Schädlingen an.

Die individuellen Anfälligkeiten der Gemüsearten und Gemüsesorten erfordern ausgeklügelte Fruchtfolgen, um die Vermehrungszyklen der Pathogene gezielt zu unterbrechen. Nicht selten werden auf Gemüsebeeten jedoch zwei oder drei Kurzkulturen wie Salat oder Spinat pro Saison angebaut, was die Fruchtfolgeplanung noch komplexer macht. Solche Kurzkulturen stehen im Kontrast zu mehrjährigen Gemüsekulturen wie Spargel oder Rhabarber, bei denen Krankheitserreger und Schädlinge von einer Saison auf die nächste überspringen können. Zusätzlich ist die Einwanderung von Krankheitserregern und Schädlingen in die angebaute Kultur durch die Nachbarschaft von Wirtspflanzen möglich. Beispielweise werden Winterzwiebeln und Lagerzwiebeln oft in Nachbarschaft angebaut, weshalb dem Falschen Mehltau während der ganzen Vegetation Wirtspflanzen zur Verfügung stehen. Andere Voraussetzungen und Regulierungsmöglichkeiten bietet der Anbau in Gewächshäusern, wo unter anderem mit der Klimasteuerung und dem Einsatz von Nützlingen wichtige Stellschrauben zur Gesunderhaltung der Pflanzen zur Verfügung stehen.

Die konsequente Anwendung vorbeugender Pflanzenschutzmassnahmen soll die Ausbreitung von Schaderregern minimieren, die Widerstandsfähigkeit der Pflanzen steigern und das Befallsrisiko reduzieren. Im Idealfall können eine gute Pflanzenschutzstrategie mit vorbeugenden Massnahmen den Einsatz von PSM überflüssig machen. Der Pflanzenschutz im Gemüsebau beginnt also, lange bevor die Kultur auf dem Feld steht.

## Prinzipien des integrierten Pflanzenschutzes

↗ Mehr Informationen zu den Prinzipien des integrierten Pflanzenschutzes finden Sie im Kapitel «4.1 Pflanzenschutzstrategie planen und präventive Massnahmen umsetzen» unter dem Titel «Prinzipien des integrierten Pflanzenschutzes» auf der Seite 53.

## Präventive Massnahmen

### Standort und Wahl der Kulturen

Die Wahl des Standorts ist ein wichtiger Faktor, um mögliche Produktionsprobleme im Gemüseanbau zu minimieren. An ihrem natürlichen und bevorzugten Standort sind Pflanzen am widerstandsfähigsten. Für eine Kultur günstige Klima- und Bodenverhältnisse fördern eine gute Wurzel- und Blattentwicklung und ein rasches Wachstum. Obwohl Gemüse auf einer Vielzahl von Bodentypen angebaut werden kann (vor allem auf mittelschweren, humusreichen und pH-neutralen Böden), sind die meisten Gemüsearten nicht gut an schwere Böden (Lehm, Ton) angepasst. Solche Böden sind in der Regel schlecht durchlüftet und entwässert sowie im Frühjahr länger kalt, was die Gesundheit der Pflanzen und die Wurzelaktivität beeinträchtigen und das Auftreten von Krankheiten begünstigen kann. Auch das Mikroklima einer Parzelle ist zu beachten: Feuchte Lagen wie Mulden oder Waldränder sind nach Möglichkeit zu meiden, sonnige, windoffene Standorte hingegen zu bevorzugen – hier können die Kulturen schnell abtrocknen und so vor allem den Pilzkrankheiten entgegenwirken. Der Anbau von Gemüse auf Flächen, auf denen in der Vergangenheit hartnäckige bodenbürtige Krankheitserreger aufgetreten sind, sollte vermieden werden. Alternativ können weniger anfällige Gemüsekulturen oder hoch resistente (HR) oder intermediäre (IR) Sorten gewählt werden; aber entscheidend gegen bodenbürtige Krankheiten ist die optimale Einhaltung der Fruchtfolge.

Worauf sollte bei der Standortwahl geachtet werden?

- regionale und lokale klimatische Verhältnisse wie Jahresmitteltemperatur, Niederschlagsmenge und Spät-/Frühfrostgefahr beachten
- Mikroklima einer Parzelle berücksichtigen, feuchte Lagen wie Mulden oder Waldränder meiden, sonnige, windoffene Standorte bevorzugen
- auf den Anbau einer Kultur verzichten, wenn in einer Region ein hoher Befallsdruck eines bedeutenden Schadorganismus herrscht
- Bodenart bei der Kulturwahl berücksichtigen, schwere Böden und Staunässe meiden und den pH-Wert beachten

## Fruchtfolge

Das Ziel einer optimalen Fruchtfolge besteht darin, das Risiko eines Befalls mit vorherrschenden Bodenkrankheiten (z. B. Wurzelfäule wie Alternaria oder Pseudocercospoidium im Karottenanbau, Fusarium oxysporum ssp. bei verschiedensten Kulturen) oder Schädlingspopulationen (z. B. Möhrenfliege) zu reduzieren. Im Gemüsebau werden für diverse Kulturen und Pflanzenarten unterschiedliche Anbaupausen (siehe Bio-Richtlinien und FiBL-Pflanzenschutzempfehlungen) oder maximale Belegungen mit Hauptkulturen innerhalb von 7 Jahren (siehe Richtline für ÖLN-Fruchtfolgen auf www.gemuese.ch) empfohlen.

Pro Jahr ist nur eine Hauptkultur je Pflanzenfamilie zugelassen. Als Hauptkulturen gelten Kulturen mit einer Anbauzeit von mehr als 14 Wochen. Kurzkulturen mit einer Dauer von weniger als 14 Wochen werden gemäss den ÖLN-Richtlinien (ÖLN=ökologischer Leistungsnachweis) nur berücksichtigt, wenn im selben Jahr zwei oder mehr Kurzkulturen derselben Familie angebaut werden. In solchen Fällen wird entweder die Zusammenstellung derselben Pflanzenart als eine Hauptkultur dieser Art betrachtet, oder die Kombination verschiedener Arten wird als eine Hauptkultur der betreffenden Pflanzenfamilie gezählt.




**Abb. 36: Alternaria bei Karotten**

Die nachstehende Tabelle zeigt einige Beispiele für Anbaupausen und Anbauunterbrüche auf. Bei einem sehr starken Befall von bestimmten Krankheitserregern und Schädlingen sollen allerdings noch längere Anbaupausen eingehalten werden. Beispielsweise wird nach einem starken Ausbruch von Kohlhernie eine mindestens 7-jährige Pause für alle Kreuzblütler empfohlen (Achtung: auch Pflanzenfamilien in Gründüngungsmischungen und Zwischenfrüchten beachten!).

**Tab. 11: Beispiele für Anbaubpausen und Anbauunterbrüche ausgewählter Gemüsearten**

| Gemüsearten | Empfohlene Anbaupause Bio | Anbauunterbruch ÖLN (max. Belegung mit Hauptkulturen in 7 Jahren) |
|---|---|---|
| Lactuca-Arten (Kopfsalat, Eisberg, Eichblatt, Lollo, etc.) | 2 Jahre | 3 |
| Buschbohnen, Randen, Lauch, Radies | 3 Jahre | 2–3 |
| Kopfkohlarten (Weiss/Rotkabis, Broccoli, etc.), Karotten | 4 Jahre | 3 |
| Zwiebeln | 2 Jahre für Fenchel, Karotten, Randen, Sellerie<br>4 Jahre für Zwiebeln, Lauch und Schnittlauch | 2 |
| Sellerie | 2 Jahre für andere Doldenblütlern,<br>4 Jahre zu Sellerie,<br>5 Jahre für Petersilie | 3 |

### Freilandgemüse

Die Erhaltung einer hohen natürlichen Bodenfruchtbarkeit und Bodengesundheit erfordert eine umsichtige Bewirtschaftung des Bodens mit einer weiten, humuserhaltenden, standortgerechten Fruchtfolge sowie einer schonenden Bodenbearbeitung. Die kurze Vegetationszeit der meisten Gemüsekulturen 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. Weite Fruchtfolgen mit weniger intensiven Kulturen wie Getreide helfen, die Entwicklung bodenbürtiger Krankheitserreger und Schädlinge zu minimieren. Bei der Wahl der bodenaufbauenden Kulturen ist auf die Verträglichkeit in der Gemüsefruchtfolge zu achten. Beispielweise sollte auf eine Gründüngung mit Senf und Ölrettich in einer Kohlgemüse betonten Fruchtfolge auf Grund der Kohlhernie-Anfälligkeit verzichtet werden.

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.

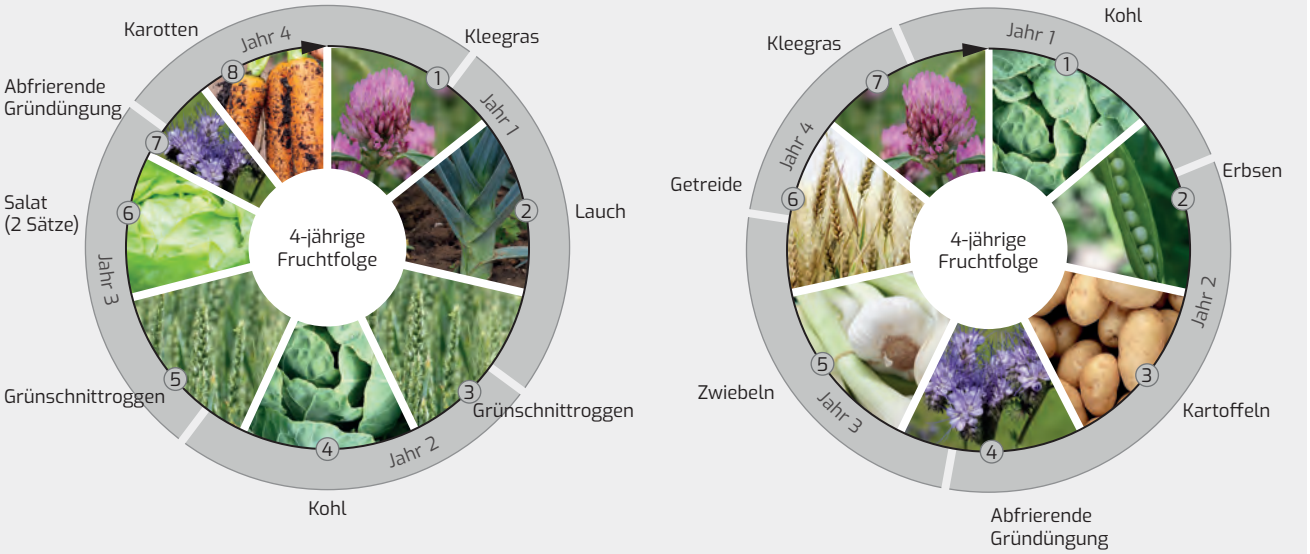
Bei Freilandgemüse empfiehlt es sich aus phytosanitären Gründen, eine Getreide- und eine bodendeckende Kultur in der Fruchtfolge zu integrieren, da viele der Gemüsearten (bspw. Brokkoli, Blumenkohl, Kohlrabi, Chinakohl, Weisskabis etc.) zur gleichen Pflanzenfamilie gehören (in diesem Beispiel Kreuzblütler).

### Gestaltung der Gemüsefruchtfolge

Worauf ist zu achten?

- einen geregelten, mindestens 4-jährigen Fruchtwechsel einhalten (siehe Abb. 37)
- minimale Anbaupausen zwischen den einzelnen Pflanzenfamilien und Anfälligkeitsgruppen beachten
- zeitliche und räumliche Distanz zwischen Vorjahres-, Früh- und Spätkulturen gleicher Pflanzenfamilien und Anfälligkeitsgruppen einhalten
- Nährstoffbedarf der Kulturen bei der Fruchtfolgeplanung berücksichtigen (Starkzehrer nach Leguminosen und vor Schwachzehrern)

Fruchtfolgebeispiele für einen erfolgreichen Gemüsebau




Kulturen mit einem hohen Nährstoffbedarf werden am Anfang der Fruchtfolge im Anschluss an eine bodenaufbauende Gründüngung (grün) aus Kleegras, Grünschnittroggen oder Erbsen platziert. Kulturen mit einem geringen Nährstoffbedarf folgen danach, wobei auch hier anstelle von Winterbrachen bodenbedeckende und nährstoffsammelnde Gründüngungen empfohlen werden.

**Abb. 37: Beispiel 4-jährige Fruchtfolge für einen erfolgreichen Biogemüsebau**

**Tab. 12: Beispiel 4-jährige Fruchtfolge für einen erfolgreichen ÖLN-Gemüsebau**

### Schritt 1: Einteilung der Kulturen

Einteilung der Kulturen nach Familie und Anfälligkeiten gegenüber Fruchtfolgekrankheiten sowie - schädlingen in Kulturgruppen (Farben)

Jede Kulturgruppe (Farbe) entspricht rund 130 a. Die effektive Fläche der Gruppe grün liegt bei 120 bis 130 a, wenn von der Kurzkultur Salat 3 Sätze angebaut werden.

| Angebaute Kulturen | Anfälligkeiten | Flächen |
|---|---|---|
| Lagerkabis | Kohlhernie | 70 a |
| Blumenkohl | | 50 a |
| Lauch | Stängelnematoden | 40 a |
| Zwiebeln | | 80 a |
| Karotten | Stängelnematoden | 30 a |
| Randen | | 30 a |
| Fenchel | | 20 a |
| Sellerie | | 50 a |
| Frühkartoffeln | nicht anfällig | 50 a |
| Getreide | | 50 a |
| Salate | | 70 a |

### Schritt 2: Einteilung der Parzellen

Einteilung der Parzellen in Schläge à 130 a

| Parzellen Namen | Fläche | Schlag |
|---|---|---|
| Einschlag | 130 a | I |
| Moos 1 | 100 a | II |
| Möösli | 30 a | II |
| Moos 2 | 80 a | III |
| Hausparzelle | 50 a | III |
| Kanal | 60 a | IV |
| Wald | 40 a | IV |
| Hügel | 30 a | IV |

### Schritt 3: Rotation planen

Jährliche Rotation der Kulturgruppen (vier Farben und Muster) auf den vier Schlägen zu einer 4-jährigen Fruchtfolge gemäss den ÖLN-Richtlinien

| Anbaujahr | Schlag I | Schlag II | Schlag III | Schlag IV |
|---|---|---|---|---|
| 1 | | | | |
| 2 | | | | |
| 3 | | | | |
| 4 | | | | |
| 5 | | | | |

**Gewächshausgemüse**

Im Gewächshausanbau wird zwischen zwei Anbausystemen unterschieden:

- Bei Erdkulturen werden die Gemüsekulturen im Boden angebaut. Die Fruchtfolge spielt bei der Bekämpfung von bodenbürtigen Krankheitserregern und Schädlingen eine massgebende Rolle.
- In der Hors-sol-Produktion werden die Gemüsekulturen auf einem Substrat aus z. B. Steinwolle oder Kokosfaser angebaut. Aus diesem Grund spielen bodenbürtige Krankheitserreger und Schädlinge in der Hors-sol-Produktion keine Rolle.

Insbesondere beim Anbau von Erdkulturen ist es aus Gründen des vorbeugenden Pflanzenschutzes von Bedeutung, eine ausgewogene und möglichst diverse Fruchtfolge zu gewährleisten. Jedes Jahr werden auf derselben Fläche oft bis zu drei verschiedene Kulturen in Folge angebaut. Im Frühjahr dominieren Kopfsalat, Kohlrabi und Radies, während im Sommer vor allem Gurken und Tomaten und im Herbst Feldsalat angebaut werden. Wobei insbesondere die flächenstarken Sommerkulturen zu nur zwei Pflanzenfamilien gehören: Nachtschattengewächse (Tomate, Peperoni, Aubergine) und Kürbisgewächse (Gurken, Melonen). Je nach Vermarktungsform und Abnehmer können sich zusätzliche Möglichkeiten zur Diversifizierung anbieten. Die Fruchtfolge kann beispielsweise durch Spinat, Krautstiel, Schnitt- und Asiasalate, Bundzwiebeln oder Fenchel bereichert werden. Neben den häufig angebauten Stangenbohnen stehen in den Sommermonaten auch seltenere exotische Kulturen wie die Andenbeere zur Auswahl. Auch bei einer Diversifizierung ist auf die Fruchtfolgeeignung der Kulturen zu achten.

Die Möglichkeiten einer diversen Fruchtfolgegestaltung sind auch im Gewächshaus und im Folientunnel vielfältig, müssen aber auf Absatzmöglichkeiten und Wirtschaftlichkeit hin überprüft werden. Trotz verschiedener Möglichkeiten zur Diversifizierung stehen die Hauptkulturen Tomate, Gurke und Peperoni bei einem Anbau als Erdkulturen im Mittelpunkt der Gewächshausfruchtfolge. Dies führt oft zu einem höheren Druck bodenbürtiger Krankheitserreger und Schädlinge wie Nematoden oder zur Korkwurzelkrankheit. Hier können resistente Sorten oder Unterlagen Abhilfe schaffen.

Bei der Hors-sol-Produktion kann mit der jährlichen Erneuerung des Substrates und einer Desinfektion der Gewächshausinfrastruktur der Verbreitung von Krankheitserregern und Schädlingen vorgebeugt werden.

## Saatgut und Sortenwahl

Die Verwendung von hoch resistenten (HR), intermediären (IR) und an den Standort angepassten Sorten ist eine grundlegende Massnahme zur Minimierung des Pflanzenschutzmitteleinsatzes. Folgende Merkmale sollen bei der Sortenwahl im Gemüsebau berücksichtigt werden:

- allgemeine hohe Resistenz gegen Krankheiten und Schädlinge
- gute Standorteignung (Temperaturansprüche, Tageslänge, Kulturdauer, Klima, Bodenart)
- rasche Jugendentwicklung
- hohes Vermögen zur Unkrautunterdrückung
- gute Standfestigkeit bei grösserer Wuchshöhe
- hohe Nährstoffeffizienz durch grosses Wurzelsystem und die Förderung von Symbiosen mit Bodenorganismen
- verschiedene Qualitätsmerkmale (z. B. guter Geschmack, Farbe, Form etc.)

## Feld- und Betriebshygiene im Gemüsebau

Die konsequente Anwendung von Hygienemassnahmen auf dem Feld und auf dem Betrieb kann entscheidend dazu beitragen, die Entwicklungszyklen von Schaderregern zu unterbrechen oder deren massenhafte Ausbreitung einzudämmen. Beispielsweise ist im ÖLN mit chemisch-synthetischen PSM behandeltes/gebeiztes Saatgut zugelassen. Der Bioanbau behandelt das Saatgut mit Heisswasser, Wasserdampf oder Essig. Solches Saatgut kann aber auch im konventionellen Anbau bestellt und verwendet werden.

Wie wird eine gute Hygiene sichergestellt?

- Die Verschleppung von Krankheiten und Schädlingen durch Geräte aus verseuchten Parzellen ist zu verhindern. Dazu müssen die Geräte nach Gebrauch auf dem Feld grob gereinigt und auf dem Waschplatz abgespritzt und Erntemesser regelmässig in 70 %-igem Alkohol desinfiziert werden.
- Hygienisches Arbeiten ist wichtig, um die Ausbreitung von Krankheitserregern und Schädlingen zu vermeiden. Insbesondere in der Jungpflanzenaufzucht ist der Hygiene besondere Beachtung zu schenken, damit sich Krankheitserreger und Schädlinge nicht über die Setzlinge ins Feld ausbreiteten. Die Anzuchtgebinde für Jungpflanzen sind nach Gebrauch mit heissem Wasser und Druck zu reinigen.
- Jungpflanzen mit einem geringen Krankheits- oder Schädlingsbefall müssen vor dem Auspflanzen mit einem bewilligten Wirkstoff behandelt werden. Dies reduziert den Arbeitsaufwand im Feld und erfordert weniger PSM als bei der Behandlung eines ganzen Feldes.

- Rüstabfälle sind, wenn sie rasch eingearbeitet werden, zurück auf die Felder zu bringen und ansonsten an Tiere zu verfüttern (ACHTUNG: auf Verträglichkeit achten!) oder Kompost- und Biogasanlagen zuführen. Beim Kompostieren durch regelmässiges Umsetzen der Kompostmieten ist sicherzustellen, dass die Pflanzenkrankheiten abgetötet werden. Es sollen Temperaturen von 60 bis 70 °C für eine Heissrotte angestrebt werden.
- Erntereste mit Rüstabfällen der gleichen Kultur auf dem Feld müssen rasch zerkleinert und eingearbeitet werden, um den Entwicklungszyklus von Schädlingen, wie der Weissen Fliege, und Krankheiten zu unterbrechen.
- Spätverunkrautung ist zu vermeiden und insbesondere sind Unkräuter, die als Zwischenwirte für Krankheiten und Schädlinge (aber auch den Nützlingen) dienen, frühzeitig zu eliminieren.

Der Anbau von Gründüngungen reduziert die Vermehrung von Unkraut und die Verbreitung von Krankheiten und Schädlingen auf Pflanzenresten, wobei auf die Verträglichkeit in der Gemüsefruchtfolge zu achten ist.

## Anbautechnik

### Saat- und Pflanzzeitpunkt

Je länger eine Kultur im Feld steht, desto grösser ist das Risiko eines Schädlings- oder Krankheitsbefalls. Längere Kulturen wie Kohlgewächse können beispielsweise gleich mehrere Generationen/Flüge von Schadinsekten erleben. Deshalb sollten für eine möglichst kurze Kulturzeit der Gemüsearten geeignete Kulturbedingungen gewählt werden.

Bei der Kulturplanung ist Folgendes zu beachten:

- nur in ausreichend erwärmten Boden säen und pflanzen
- Pflanzen statt säen: Das Auspflanzen von Jungpflanzen verkürzt unter günstigen Bedingungen die Standdauer im Feld wesentlich. Die Anzucht der fragilen Jungpflanzen erfolgt unter geschützten Bedingungen. Ein weiterer Vorteil ist die frühzeitige Unterdrückung der Unkräuter.
- Perioden mit einem hohen Befallsrisiko durch Schädlinge und Krankheitserreger möglichst ausweichen (Gemüsebau Info der Agroscope [GBI])
- durch Früh- und Spätanbau einem hohen Befallsdruck durch gewisse Schädlinge wie die Möhrenfliege und den Möhrenblattfloh im Sommer ausweichen (Umsetzung auf spezialisierten Betrieben nicht möglich)
- bei hoher Befallsgefahr durch die Kohldrehherzgallmücke im Sommer eine Anbaupause für gefährdete Kohlkulturen wie Brokkoli einlegen (Umsetzung auf spezialisierten Betrieben nicht möglich)

### Kultursystem und Pflanzenabstände

Ein optimiertes Anbausystem gewährleistet günstige, kulturgerechte Wachstumsbedingungen im Wurzel-, Spross- und vor allem Blattbereich. Es beugt damit Fäulnis im Boden vor und fördert ein rasches Abtrocknen der Blätter, das gegen die meisten Pilzkrankheiten nützlich ist. Es gibt jedoch auch Ausnahmen: Ein rasches Abtrocknen kann z. B. den Echten Mehltau oder auch die Thripse fördern.

Eine gute Durchlüftung wird durch folgende Massnahmen sichergestellt:

- weite Pflanzenabstände (bspw. 3 Reihen pro Beet bei Zwiebeln, 9 Pflanzen pro $m^2$ bei Salatarten, 75er Dämmen bei Karotten etc.), die aber zu Kaliberproblemen führen können, die am Markt nicht gewünscht sind
- Pflanzreihen in Windrichtung ausrichten und für anfällige Kulturen nach Möglichkeit windoffene Parzellen wählen
- für eine bessere Durchlüftung den Unkrautbesatz gering halten
- Allgemein verhindert eine mässige Stickstoffdüngung die übermässige Blattbildung und Schwächung des pflanzlichen Gewebes.

Vorteile des Anbaus auf Dämmen:

- bessere Durchlüftung und Abtrocknung des Bestandes
- höhere Widerstandskraft der Pflanzen gegen Wurzelkrankheiten (gute Durchlüftung des Bodens)
- rasches Abtrocknen hoch gepflanzter Setzlinge
- raschere Erwärmung des Bodens bzw. des Wurzelraums

## Pflanzenernährung

Eine gute Bodenfruchtbarkeit ist eine grundlegende Voraussetzung für kräftige und robuste Pflanzen. Ein ausgewogenes und ausreichendes Nährstoffangebot ermöglicht ein kulturgerechtes Wachstum und steigert die Widerstandsfähigkeit der Pflanzen.

Worauf ist bei einer ausgewogenen Pflanzenernährung zu achten?

- Eingearbeitete Ernterückstände und Gründüngungen mineralisieren im aktiven Boden rasch und liefern wertvollen Stickstoff und andere Nährstoffe, die bei der bedarfsgerechten Ergänzungsdüngung einzubeziehen sind.
- Eine bedarfsgerechte Ergänzungsdüngung mit Mineral-, Hof und Recyclingdüngern basierend auf Erfahrungswerten, Boden- und Pflanzenanalyse und unter Einbezug von Ertragspotential und den zuvor eingebrachten Nährstoffen ist notwendig.
- Ein hohes Stickstoffangebot fördert das Wachstum, aber auch die Anfälligkeit für Krankheiten wie Botrytis (Grauschimmel) und Schädlinge wie Blattläuse oder die Kohldrehherzgallmücke.
- Komposte von guter Qualität können positive Effekte für die Pflanzen und den Boden haben, indem sie stabile Humusstoffe liefern, bodenbürtige Krankheiten hemmen und die Bodengesundheit fördern.
- Zur Erhaltung des Humusgehalts im Boden und zur Reduktion der Nährstoffauswaschung im Winter dienen Kleegras, Gründüngungen oder Rotationsbrachen (mehrjährige, eingesäte Bracheflächen).

## Wassermanagement und Bewässerung

Eine optimierte Bewässerung von Gemüsekulturen fördert die Nährstoffversorgung der Pflanzen und minimiert das Infektionsrisiko durch die meisten Krankheiten und Schädlinge.

Worauf ist bei der Bewässerung zu achten?

- Eine ausreichende, aber nicht übermässige Wasserversorgung der Keimlinge und Jungpflanzen fördert einen raschen Feldaufgang der Saaten und ein zügiges Anwachsen der Jungpflanzen.
- 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.

↗ Mehr Informationen zu den Prinzipien des integrierten Pflanzenschutzes finden Sie im Kapitel «4.1 Pflanzenschutzstrategie planen und präventive Massnahmen umsetzen» unter dem Titel «Wassermanagement und Bewässerung» auf der Seite 59.

## Ausnützung natürlicher Begrenzungsfaktoren – Pflege des ganzen Agrarökosystems

Viele Nützlinge haben einen begrenzten Bewegungsradius. Aus diesem Grund kann die gezielte Nützlingsförderung (funktionelle Biodiversität) in oder am Rand der Kultur sinnvoll sein. Kulturspezifische, eingesäte Streifen mit ausgewählten Blütenpflanzen in unmittelbarer Nähe der Kultur und Begleitpflanzen wie Kornblumen in der Kultur locken Nützlinge im Frühling aus ihren Winterquartieren wie Hecken, Brachen oder Säumen in die Gemüsekulturen. Die Wahl der Blütenpflanzen und Mischungen muss den angebauten Gemüsekulturen und deren Schädlingen angepasst werden. Die ausgewählten Nektarpflanzen ziehen spezifische Nützlinge an und fördern diese, ohne gleichzeitig die Schädlinge zu begünstigen. So können sich Nützlinge wie parasitierende Schlupfwespen bereits früh in der Kultur etablieren und eine starke Population aufbauen. Dies erhöht die Wirksamkeit der biologischen Schädlingsregulierung deutlich, vor allem in Bezug auf kleine, wenig mobile Arten. Da in den Gemüsekulturen wiederholt ganzflächige Eingriffe erfolgen, braucht es für eine hohe Wirksamkeit der Nützlinge sowohl Massnahmen in als auch ausserhalb der Anbaufläche.



© Henryk Luka, FIBL (1); Claudia Daniel, FIBL (2)

**Abb. 38: Nützlingsstreifen im Kohlanbau (links). Marienkäfer und Schwebfliegen werden vom Pollen der Wilden Möhren angezogen (rechts).**

↗ Mehr Informationen zu den Prinzipien der integrierten Produktion finden Sie im Kapitel «4.1 Pflanzenschutzstrategie planen und präventive Massnahmen umsetzen» unter dem Titel «Ausnützung natürlicher Begrenzungsfaktoren – Pflege des ganzen Agrarökosystems» auf der Seite 60.

**Massnahmen auf der Anbaufläche**

- Einsaat einjähriger Nützlingsblühstreifen mit ausgewählten Nektarpflanzen (z. B. 3 m breiter Kohlblühstreifen mit 40 % Futterwicke, 11 % Echtem Buchweizen, 4 % Kornblumen und 0,1 % Klatschmohn) entlang von Kohlfeldern. Dieser Blühstreifen fördert spezifisch Blattlaus- und Raupen-Parasitoide. Zur Steigerung der Effizienz der Nützlinge können zusätzlich Kornblumen zwischen die Kohlpflanzen gepflanzt werden .
- Einbau überwinternder Zwischenfrüchte, Gründüngungen oder Rotationsbrachen in die Fruchtfolge. Diese fördern durch einen weitgehend ungestörten, krautreichen, überwinternden Pflanzenbestand das Nahrungsangebot und den Unterschlupf der Nützlinge.

**Massnahmen ausserhalb der Anbaufläche**

- Extensiv bewirtschaftete Krautstreifen, Buntbrachen, Hecken, Steinhaufen, Nistkästen und Sitzstangen fördern die Entwicklung von nützlichen Insekten- und Vogelarten, die in die Kulturflächen einwandern.
- Befahrbare Gras-/Grünstreifen bieten verschiedenen Nützlingen eine Ausweichmöglichkeit und Unterschlupf zur Überwinterung.

**Massnahmen im Gewächshaus**

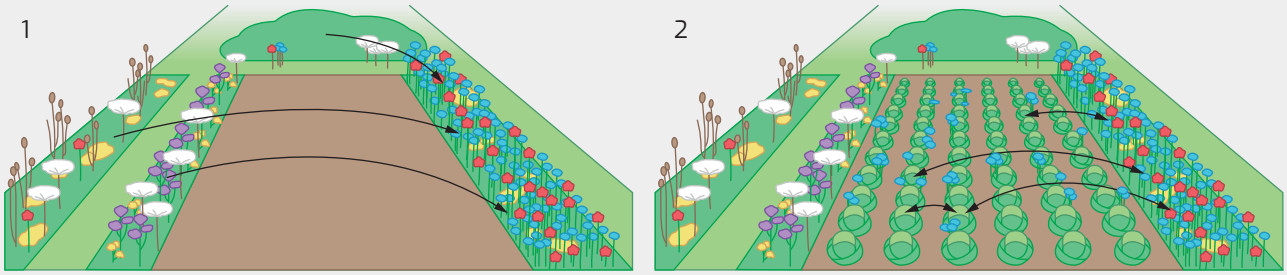
- Je nach Schädlingspopulationen, die es zu bekämpfen gilt, eignen sich hier diverse Pflanzenarten der Familien der Doldenblütler (Apiaceae), Korbblütler (Asteracea) oder Kreuzblütler (Brassicaceae) sowie Buchweizen (Knöterichgewächs, Polygonaceae).
- Da Randzonen von Gewächshäusern und Plastiktunnels oft nicht bis zur Aussenwand hin für die Gemüseproduktion genutzt werden, eignen sie sich gut als Standort von Blühstreifen. Einzelpflanzen können auch in direkter Nähe zur Kultur in oder zwischen die Pflanzreihen bzw. Pflanzbeete gepflanzt werden.
- Bei der Wahl der Blütenpflanzen ist auch auf die Grösse der Arten zu achten, vor allem bei niedrigen Gemüsekulturen kann es sonst zu Konkurrenz für Licht und Nährstoffe kommen.
- Die Arten der Blütenpflanzen müssen zudem möglichst so gewählt werden, dass die Blütezeit auf eine Zeitperiode fällt, in der die Aktivität der Nützlinge am wichtigsten ist.

## Fallbeispiel Gemüsebau

### Rohrer Gemüse – rohrergemuese.jimdo.com

Der Gemüsebetrieb, der sich seit über 100 Jahren im Besitz der Familie Rohrer befindet, liegt in der Gemeinde Belp am Tor des Aare- und Gürbetals im Kanton Bern. Seit mehr als 30 Jahren konzentriert sich der Betrieb auf den Anbau von Gemüse und Beeren. Die Anbaufläche umfasst mittlerweile rund 65 Hektar Landwirtschaftliche Nutzfläche. Eine ihrer Spezialitäten ist der Spargel: Sobald im Frühjahr die Temperaturen steigen, werden mehrheitlich grüne Spargeln geschnitten und weisse gestochen. Daneben werden von März bis November unter anderem eine grosse Auswahl an Salaten, Fenchel, Karotten, Kohl, Zucchetti und Lauch kultiviert. Damit auch während der Wintermonate saisonales Gemüse angeboten werden kann, verfügt der Betrieb über diverse Kühl- und Lagerräume. Das Herzstück des Beerenanbaus bilden die zwei Hektar Erdbeeren. Der Belper Gemüsebetrieb wird zurzeit als Generationengemeinschaft durch Lukas und Hanspeter Rohrer geführt. Sie werden je nach Jahreszeit von bis zu 50 Angestellten im Anbau, Büro und Verkauf unterstützt.

Die Vermarktung der Produkte geschieht unter anderem über den Grosshandel, Restaurants und Marktfahrer. Die vier eigenen Hofläden in Belp, Riggisberg und Gwatt bei Thun nehmen dabei auch eine zentrale Rolle ein.




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

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

**Abb. 39: Förderung der Nützlinge in zwei Schritten**




**Abb. 40: Familie Rohrer (v.l.n.r. Livia, Lukas, Simone, Hanspeter, Annkatrin)**

### Konsequenter Pflugeinsatz – sauberes Saat-/Pflanzbeet

Seit jeher ist der Pflug bei Rohrers in Belp eines der wichtigsten Grundbodenbearbeitungsgeräte. Aufgrund der sehr unterschiedlichen Bodenbeschaffenheiten der Felder (tonhaltig und schwer bis sandig und leicht) lässt sich der Boden so situationsangepasst und optimal bearbeiten. Die heutigen Sä- und Pflanzmaschinen reagieren sensibel auf zu viele Ernterückstände auf der Bodenoberfläche. Dies hätte eine geringe Pflanzleistung sowie heterogene Sä- und Pflanzergebnisse zur Folge. Hinzu kommt, dass die Flächen zum Teil bis zu dreimal pro Kalenderjahr belegt werden. Mit dem Einarbeiten der Ernterückstände durch den Pflug wird die grüne Brücke unterbrochen und der Krankheits- und Schädlingsdruck minimiert. Der Unkrautdruck wird durch diese Massnahme tief gehalten und ermöglicht den Kulturen einen bestmöglichen Start.

Da der Einsatz des Pfluges dennoch einen grösseren Eingriff in das Bodenleben darstellt, ist der fachmännische Einsatz umso wichtiger. Die Befahrbarkeit des Bodens ist dabei zentral. Damit eine Schmierschicht möglichst vermieden werden kann, wird der Pflug bei Rohrers ausschliesslich im On-Land-Verfahren eingesetzt. Generell gilt das Motto: so tief wie nötig, so flach wie möglich!




**Abb. 41: On-Land-Pflugeinsatz bei Rohrers**

### Gründüngung, Humusaufbau und co.

Die konstante Bedeckung der Felder ist Hanspeter und Lukas Rohrer ein grosses Anliegen. Während der Saison werden diese möglichst rasch mit der nächsten Kultur bestellt. Ist dies nicht der Fall, wird vor allem ab Juli eine Gründüngung angesät. Die konstante Begrünung der Parzellen dient als Nahrung für die Bodenlebewesen und fördert die Bodenstruktur sowie den Humusaufbau. Zudem beschattet die heranwachsende Grünmasse den Boden rasch. Dies schützt den Untergrund vor Überhitzung in den Sommermonaten und hindert das Unkraut beim Keimen bzw. bei dessen Etablierung im Bestand. Während der Wintermonate wird organischer Dünger in Form von Mist oder Kompost auf den Feldern verteilt. Da der Betrieb keine Tiere hält, ist dies umso wichtiger, damit die Bodenorganismen gefüttert werden und so Humus aufgebaut wird, was schliesslich der Pflanzenernährung dient. Mittlerweile erprobt Familie Rohrer im Spargel- und Erdbeeranbau die Begrünung im Zwischendammbereich. Besonders die Wahl der Mischungskomponenten ist ein laufender Prozess und wird fortwährend angepasst. Der Untergrund wird während der Ernte vor allem zwischen den Dämmen stark beansprucht. Ein bewachsener Boden zwischen den Reihen wirkt sich bei der täglichen Arbeit positiv auf die Bodenverdichtung aus. Dies ist zentral, da die Spargeln bei jeder Witterung geschnitten bzw. gestochen werden.




**Abb. 42: Begrünter Zwischendammbereich in der Erdbeerkultur**

**Pflanzenschutz durch moderne Technologie**

Seit neuestem setzen Rohrers in den Kulturen diverse Agrarwettersensoren ein. Dazu gehören unter anderem Thermometer (Boden- und Lufttemperatur), Hygrometer (Luftfeuchtigkeit) und Tensiometer (Bodenfeuchtigkeit). Dadurch können beispielsweise in den Erdbeeren die Bewässerungsgaben bedarfsgerecht durchgeführt, deren Auswirkungen analysiert und wenn nötig angepasst werden. Zudem kann der Temperaturverlauf exakt überprüft und die Kultur vor bevorstehenden Frostschäden geschützt werden. Dank der Aufzeichnung der Luftfeuchtigkeit im Bestand kann der Pilzdruck eingeschätzt werden. Somit können rechtzeitig vorbeugende Massnahmen ergriffen werden. Die Sensoren ermöglichen jederzeit und – dank der Digitalisierung – ortsunabhängig den Abruf der aktuellen Wetterdaten. Direkte Pflanzenschutzmassnahmen können somit bei möglichst idealen Bedingungen durchgeführt werden.

Beim Pflanzenschutz der Kulturen werden keine Kompromisse eingegangen. Einerseits wird viel Kapital bis zur Ernte investiert, anderseits herrscht eine geringe Toleranz bei Schädlingen und Krankheiten an verkauftem Gemüse. Beim Salat wird während der Pflanzbeetvorbereitung ein Bodenherbizid appliziert, anschliessend werden Unkräuter und Ungräser erfolgreich mechanisch reguliert. Situationsbedingt werden Fungizide sowie Insektizide eingesetzt. Teilweise müssen Sonderbewilligungen beantragt werden, da der Druck partiell sehr hoch ist. Zudem sind in den letzten Jahren zahlreiche wirksame Mittel ersatzlos zurückgezogen worden – aus diesem Grund wurde bspw. die Produktion von Rosenkohl eingestellt, da die Weisse Fliege nicht ausreichend bekämpft werden konnte. Umso wichtiger ist daher die Feldhygiene, damit die Übertragung minimiert werden kann. Beim gedeckten Anbau oder im Frühjahr beim Einsatz von Vlies wird der Krankheitsdruck bestmöglich mit der Kulturführung (lüften, Vlies abdecken) tief gehalten. Beim geschützten Anbau sowie von Vlies geschützten Kulturen ist Falscher Mehltau und Botrytis von grosser Bedeutung. Um die Wirkung der eingesetzten Mittel bestmöglich zu nutzen, wird die Brühmenge sowie der Arbeitsdruck und die Gestängeführung der Pflanzenschutzspritze stets dem Kulturstadium angepasst, damit die Blattfläche optimal benetzt wird. Durch das vorgängige Montieren von Löschpapier an vereinzelten Pflanzen kann dies überprüft werden. PSM, die rasch durch Wärme abgebaut werden oder bienentoxisch sind, werden in kühleren Morgen- oder Abendstunden ausgebracht.

Auf dem Betrieb wird zudem eine Pflanzenschutzspritze eingesetzt, die über Antidriftdüsen und Section Control mit integrierter Einzeldüsenabschaltung verfügt. Dadurch können Drift und doppelt behandelte Teilflächen auf ein Minimum reduziert werden. Das Ziel von Rohrer Gemüse ist es, die Umwelt sowie die behandelten Kulturen bestmöglich durch gezieltes und sorgfältiges Arbeiten zu schützen.

Altbewährte Anbaumethoden und neue, innovative Technologien unterstützen Rohrers tagtäglich beim Treffen ökologischer und ökonomischer Entscheidungen.



© Gian Dietrich, Rohrer Gemüse

**Abb. 43: Bodenfeuchtigkeitssensor (Tensiometer) in den Auberginen**



© Gian Dietrich, Rohrer Gemüse

**Abb. 44: Betriebseigene Pflanzenschutzspritze von Rohrers**

# 4.3

# Pflanzenschutzstrategie planen und präventive Massnahmen umsetzen im Obstbau

# 4.3 Pflanzenschutzstrategie planen und präventive Massnahmen umsetzen

## Pflanzenschutzstrategie planen

Im Obstbau gibt es eine enorme Anzahl an Schadorganismen, die zu hohen Ertragseinbussen oder inneren und äusseren Schäden an Früchten führen können. Bereits kleine Flecken oder oberflächliche Frassspuren auf Früchten haben eine Deklassierung von Tafel- zu Verarbeitungs- oder Mostobst zur Folge, was grosse finanzielle Einbussen mit sich bringt. Das Thema Pflanzenschutz nimmt im Obstanbau daher eine zentrale Rolle ein.




**Abb. 45: Bereits kleine oberflächliche Frassstellen von Schädlingen oder die durch verschiedene Pilze hervorgerufene Regenfleckenkrankheit, welche die innere Fruchtqualität nicht negativ beeinflusst, werden am Markt nicht akzeptiert.**

Im Gegensatz zu Ackerkulturen gibt es im Obstbau keine Möglichkeit der Fruchtfolge, weil Obstanlagen und der in Niederstammanlagen zwingend notwendige Witterungsschutz über Jahrzehnte auf derselben Parzelle bleiben. Dies ist einer der Gründe, weshalb der Obstanbau mit einer Vielzahl von Schlüsselkrankheiten und -schädlingen konfrontiert ist. Eine weitere Besonderheit des Obstanbaus besteht darin, dass Obst das einzige landwirtschaftliche Produkt ist, das bis zu einem halben Jahr den biotischen und abiotischen Stressfaktoren im Freiland ausgesetzt ist, anschliessend bis zu einem Jahr gelagert wird und nach dieser langen Zeit in makellosem Zustand an die Konsumierenden gebracht werden muss.




**Abb. 46: Da Obstbäume über Jahrzehnte auf der gleichen Parzelle stehen, kann sich über die Jahre ein grosser Krankheitsdruck aufbauen. Die durch Pilze der Gattung Diplocarpon verursachte Marssonina-Blattkrankheit führt bereits im September zu Entlaubung der Bäume.**

Um die Obstbäume und Früchte zu schützen, stehen verschiedene Methoden zur Verfügung. Neben vorbeugenden Massnahmen und physikalischen, biotechnischen und biologischen Methoden leisten auch PSM einen wichtigen Beitrag zur Sicherung der Ernte und zur Qualität der Früchte.

Die Planung einer auf den Betrieb abgestimmten Pflanzenschutzstrategie ist ausserordentlich wichtig. Die Ausrichtung der Pflanzenschutzstrategie ist abhängig von verschiedenen Punkten:

- ÖLN / Label / Branchenlösung: Basis der Obstproduktion bildet in der Regel der ökologische Leistungsnachweis (ÖLN). Wird nach einem bestimmten Label (z. B. Bio-Knospe, IP-Suisse) oder gemäss der Branchenlösung «Nachhaltigkeit Früchte» produziert, sind die entsprechenden Vorschriften und Einschränkungen einzuhalten, was Auswirkungen auf die Pflanzenschutzmassnahmen hat.

- Mehrfachrückstände verringern: Um der Problematik der Mehrfachrückstände auf den Früchten zu begegnen, machen erste Handelsbetriebe Vorgaben, bis zu welchem Zeitpunkt gewisse Wirkstoffe eingesetzt werden dürfen. So kann sichergestellt werden, dass später im Verkauf möglichst wenige verschiedene Wirkstoffe auf dem Erntegut vorhanden sind. Dies hat aber auch zur Folge, dass effektive Antiresistenzstrategien nicht immer optimal umsetzbar sind.
- Einsatz von physikalischen oder biotechnischen Massnahmen: Die Frage, ob biotechnische Verfahren wie die Verwirrungstechnik einsetzbar sind, ist abhängig von verschiedenen Faktoren, so etwa der Betriebsstruktur oder der Lage und Grösse der Parzellen. Ebenso sind mechanische Massnahmen wie die komplette Einnetzung von Steinobstanlagen nicht immer möglich. Pflanzenschutzmassnahmen müssen unter Berücksichtigung dieser Voraussetzungen getroffen werden.
- Überzeugungen und Risikobereitschaft der Betriebsleitenden: Persönliche Neigungen und die Risikobereitschaft von Betriebsleitenden haben einen grossen Einfluss auf die Ausrichtung der Produktion und auch auf den Einsatz von Pflanzenschutzmassnahmen.

Ziel der Landwirtschaft muss es sein, qualitativ hochwertige Nahrungsmittel in ausreichender Menge zu produzieren. Gleichzeitig sind die Risiken und Auswirkungen für die menschliche Gesundheit und die Umwelt, die mit dem Gebrauch von PSM verbunden sein können, zu verringern.,

## Prinzipien des integrierten Pflanzenschutzes

↗ Mehr Informationen zu den Prinzipien des integrierten Pflanzenschutzes finden Sie im Kapitel «4.1 Pflanzenschutzstrategie planen und präventive Massnahmen umsetzen» unter dem Titel «Prinzipien des integrierten Pflanzenschutzes» auf der Seite 53.

Trotz grosser Bemühungen im Obstanbau, sämtliche präventiven, biologischen, biotechnischen und physikalischen Massnahmen auszuschöpfen, kommt dem Einsatz von biologischen und chemischen PSM eine grosse Bedeutung zu. Grund dafür ist die Tatsache, dass Früchte unverarbeitet verkauft werden und der Handel und die Konsumierenden optische Schäden nur in sehr geringem Mass akzeptieren. Vereinfacht gesagt, wird ein beträchtlicher Teil der Pflanzenschutzmitteleinsätze nicht primär für die Verhinderung von Ertragseinbussen durchgeführt, sondern um die geforderte Qualität der Tafelfrüchte für den Markt zu erreichen.




**Abb. 47: Um erfolgreich Tafelobst zu produzieren, muss die Pflanzenschutzstrategie des Betriebs passen.**

## Präventive Massnahmen

### Standort und Wahl der Kulturen

Auf einem Landwirtschaftsbetrieb sind gewisse Rahmenbedingungen gegeben. Dazu gehören die Meereshöhe, Exposition, Neigung der Parzellen, das lokale Klima und vor allem der Boden. Für eine rasche Entwicklung gesunder Pflanzen sind diese Faktoren entscheidend. Im ökologisch und wirtschaftlich nachhaltigen Anbau ist es wichtig, dass nur Kulturen angebaut werden, die sich für die gegebenen betrieblichen Rahmenbedingungen eignen.




**Abb. 48: Regionen mit geringer Frostgefahr werden wegen der Klimaerwärmung immer seltener. An vielen Standorten sind daher bereits Massnahmen gegen Blütenfrost wie die Überkronenberegnung notwendig.**

Erwerbsobstanbau in Niederstammanlagen wird in der ganzen Schweiz bis in Höhenlagen von ca. 600 m ü. M. betrieben. Eine Ausnahme bildet der Aprikosenanbau im Wallis, wo sich die Produktion neben dem Rhonetal bis in Höhenlagen von ca. 1000 m ü. M. ausdehnt. Obstarten kommen grundsätzlich mit verschiedenen Bodenarten zurecht, doch ist allen Obstarten gemeinsam, dass sie keine Staunässe mögen. Die Klimaerwärmung stellt den Obstbau vor zunehmende Herausforderungen, da die Obstbäume wegen den milden Wintern mittlerweile deutlich früher blühen und folglich die Gefahr von Blütenfrost stark gestiegen ist. Aus diesem Grund sind Muldenlagen für den Obstanbau ungeeignet, weil sich dort die kalte Luft gut sammelt. Einen Vorteil bieten Produktionsgebiete westlich von grossen Gewässern, da sich die kalte Luft bei schwer bekämpfbaren Frostereignissen durch Advektionsfrost (Windfrost) aus nordöstlicher Richtung über den Seen aufwärmen kann.

## Wahl der Sorte und Unterlage

Mit der Wahl der Sorte und Unterlage wird im Niederstammanbau der Grundstein für die Produktion der nächsten 15 bis 20 Jahre gelegt. Damit verbunden sind auch verschiedene Aspekte des Pflanzenschutzes. Aus verständlichen Gründen ist bei der Sortenwahl nicht allein die Robustheit einer Sorte gegenüber Schadorganismen ausschlaggebend. Für die Überlebensfähigkeit von Obstbaubetrieben stehen betriebswirtschaftliche Überlegungen im Vordergrund, darum spielen bei der Sortenwahl weitere Faktoren wie Marktnachfrage, Ertragsfähigkeit und Frostanfälligkeit einer Sorte eine zentrale Rolle.




**Abb. 49: Auch schorfresistente Sorten (hier Sorte Topaz) müssen mit Fungiziden behandelt werden, damit kein Resistenzdurchbruch erfolgt. Trotzdem kann mit dem Anbau resistenter Sorten der Einsatz von PSM geringfügig reduziert werden.**

Auch wenn die ersten gegen Schorf resistenten Apfelsorten bereits in den 1970er-Jahren auf den Markt kamen, so hat der Anbau von schorfresistenten Sorten erst im Laufe der 1990er-Jahre etwas an Fahrt aufgenommen. Im Gegensatz zum Weinbau, wo der Anbau von Piwi-Sorten (pilzwiderstandsfähige Rebsorten) eine deutliche Reduktion von Pflanzenschutzmittelbehandlungen ermöglicht, ist das Potential der Pflanzenschutzmittelreduktion im Apfelanbau geringer. Grund dafür ist, dass die schorfresistenten Sorten weiterhin in unterschiedlichem Mass anfällig gegenüber anderen Krankheiten wie Mehltau, Kelchfäule, Marssonina-Blattfall oder Lagerkrankheiten sind. Zudem wurden bei zu extensivem Fungizideinsatz verbreitet Resistenzdurchbrüche festgestellt, weshalb auch bei schorfresistenten Sorten eine Schorfbekämpfung notwendig bleibt.

Leider existieren bei den anderen Hauptobstarten Birne, Kirsche, Zwetschge und Aprikose bisher keine resistenten Sorten im engeren Sinn, sondern lediglich Sorten mit unterschiedlich starker Anfälligkeit gegenüber den verschiedenen Krankheiten.

Wenn die Marktnachfrage und die Ertragsfähigkeit der Sorte gegeben sind, sollten nur noch möglichst robuste oder resistente Sorten angebaut werden.

## Zertifiziertes Pflanzmaterial

Bei der Wahl des Pflanzmaterials sollte als präventive Massnahme unbedingt zertifiziertes Material gewählt werden. Dieses bietet für Obstbaubetriebe eine deutlich bessere Sicherheit, dass das Pflanzmaterial nicht nur frei von Quarantäneorganismen ist, sondern zusätzlich frei von anderen problematischen Viruskrankheiten und Phytoplasmen.




**Abb. 50: Dank der Wahl von zertifiziertem Pflanzmaterial kann verhindert werden, dass Bäume bereits mit unerwünschten Viruskrankheiten (im Bild: Hier: Apfelmosaikvirus) infiziert sind.**

## Anbautechnik

### Erziehungssystem

Schmale Bäume oder als «Fruchtwände» gezogene Anbausysteme bieten durch den lockeren und schmalen Kronenaufbau verschiedene Vorteile. Das schnellere Abtrocknen der Blätter reduziert das Risiko von Pilzinfektionen. Zudem bieten offenere Baumformen im Gegensatz zu grossvolumigen Bäumen weniger gute Versteckmöglichkeiten für verschiedene Schädlinge wie Kirschessigfliegen oder Baumwanzen.

Heute sind viele Obstanlagen mit einem Witterungsschutz versehen: entweder mit Hagelschutznetzen oder im Kirschen- und Strauchbeerenanbauanbau mit einem Regendach. Eine Regendachabdeckung bietet diverse Vorteile, unter anderem für die Reduktion der Pilzinfektionsgefahr. Obwohl Witterungsschutzanlagen primär dem Schutz vor Regen oder Hagel dienen, kann diese Art des Witterungsschutzes durch die zusätzliche seitliche Einnetzung weitere Vorteile bieten, da gewisse Schaderreger ausgesperrt werden.



© David Szalatnay, Strickhof

**Abb. 51: Obwohl die abgebildeten Kirschenbäume schon relativ alt sind, wird die Krone dank der Erziehung im System «Drapeau Marchand» gut durchlüftet.**

### Kultur- und Hygienemassnahmen

Alle Kulturmassnahmen, die ein übermässiges Wachstum der Bäume verhindern, sind von Vorteil, denn junge Pflanzenorgane wie Blätter oder neue Triebe sind deutlich anfälliger gegenüber Krankheiten als alte, die teilweise nicht mehr oder nur in geringem Ausmass befallen werden können.

Da in einer Dauerkultur wie im Obstbau keine Fruchtfolge möglich ist, gilt es den Krankheitsdruck in einer Obstanlage laufend tief zu halten. Darum sollten beispielsweise von Mehltau, Krebs, Rindenbrand oder Monilia befallene Triebe von den Pflanzen geschnitten und entsorgt werden. Beim Winterschnitt von Kern- und Steinobstbäumen sollten möglichst alle Fruchtmumien entfernt werden, da diese im folgenden Frühjahr unmittelbar neben den neuen Blüten hängen, was optimale Bedingungen für neue Infektionen bietet. Die im Apfelanbau gebräuchliche Förderung des Laubabbaus durch das Mulchen der Blätter nach dem Laubfall oder im Frühjahr hilft, den Infektionsdruck für die nächste Schorfsaison deutlich zu senken. Die Förderung des Laubabbaus ist bei anderen Obstarten weniger gebräuchlich, kann aber ebenfalls sinnvoll sein, um den Krankheitsdruck in einer Obstanlage zu senken.



© David Szalatnay, Strickhof

**Abb. 52: Hygienemassnahmen sind ein wichtiger Baustein im Pflanzenschutz. Triebe mit stark von Mehltau befallenen Blättern sollten vom Baum entfernt werden.**

## Pflanzenernährung

Die bedarfsgerechte Düngung hat zum Ziel, die Obstbäume und Früchte gut mit sämtlichen Nährstoffen zu versorgen, um ein gesundes Wachstum der Bäume sowie die Ausbildung von qualitativ hochwertigen Früchten zu gewährleisten. Eine übermässige Nährstoffversorgung ist aber unerwünscht, da diese zu diversen Problemen einschliesslich einer verminderten Widerstandsfähigkeit der Pflanze und der Früchte gegenüber Schadorganismen und Witterungseinflüssen führt.

Besonders eine zu hohe Stickstoffversorgung ist dabei wegen der übermässigen Förderung des Wachstums problematisch. Der verspätete oder ausbleibende Triebabschluss von wüchsigen Langtrieben gibt Pilzkrankheiten viel Zeit, um junge Blätter zu befallen. Zudem sind stark wachsende Pflanzen sprichwörtlich ein gefundenes Fressen für Schädlinge, insbesondere von stechend-saugenden Insekten wie Blattläusen oder Blattsaugern.

## Wassermanagement und Bewässerung

Durch den Klimawandel nehmen die Wetterextreme zu, was zu langanhaltenden Trocken- und Nässeperioden führt. Bleiben Niederschläge in der Wachstumsperiode aus und besteht keine Möglichkeit zur Bewässerung, sinken die Erträge oder es leidet die Fruchtqualität. Das Thema Wassermanagement und Bewässerung wird daher für Obstbaubetriebe in Zukunft immer wichtiger. Da Böden mit einem erhöhten Humusanteil Wasser besser speichern können, ist es wichtig, für einen ausreichenden Humusgehalt im Boden zu sorgen. Im Obstbau kann hier eine Verbesserung erzielt werden, wenn zumindest ein Teil der Düngung mit organischem Material erfolgt.

Werden Pflanzen bewässert, sollten die Grundregeln wie richtiger Zeitpunkt, ausgebrachte Wassermenge und Aufnahmefähigkeit des Bodens, Bewässerung nachts oder frühmorgens eingehalten werden. Im Obstbau ist eine Tröpfchenbewässerung oder der Einsatz von Mikrosprinklern der Überkronenberegnung vorzuziehen. Diese ermöglichen die Einsparung von Wasser, die exakte Ausbringung und die Vermeidung von Verdunstungsverlusten. Ein weiterer Vorteil ist, dass die Blätter nicht benetzt und somit Pilzkrankheiten nicht weiter gefördert werden.

## Ausnützung natürlicher Begrenzungsfaktoren

In einem nachhaltigen Anbausystem steht die Ausnützung der natürlichen Begrenzungsfaktoren im Vordergrund. Die Förderung und Schonung von Nützlingen leistet einen wichtigen Beitrag bei der Schädlingskontrolle. Die Errichtung von Strukturen wie Ast- oder Steinhaufen bietet Gegenspielern von Mäusen, wie dem Hermelin und anderen Tieren, einen geeigneten Unterschlupf. Biodiversitätsflächen um die Obstanlagen bieten einen Lebensraum und Rückzugsort für Vögel, Nützlinge und bestäubende Insekten.

### Nützlinge fördern und schonen

In Obstanlagen steht die Produktion von qualitativ hochwertigem Obst im Vordergrund. Trotzdem können mit praxisnahen Massnahmen Nützlinge im besten Fall gefördert oder durch die Wahl von nützlingsschonenden Insektiziden zumindest geschont werden.




**Abb. 53: Nützlinge wie diese Marienkäferlarve sind effektive Gegenspieler von Läusen und sollten unbedingt geschont werden.**

Sehr einfach umsetzbare Pflegemassnahmen sind beispielsweise folgende:

- Aufhängen von Holzwolle mit oder ohne Tontopf zur Ansiedlung von Ohrwürmern
- Aufhängen von Filzbändern zur Förderung von Raubmilben
- Umsiedelung von Raubmilben mit abgeschnittenen Langtrieben oder Filzbändern
- Alternierendes Mulchen von Fahrgassen
- Mulchen der Fahrgassen ausserhalb der Flugzeit von bestäubenden Insekten
- Wenig gefährliche Lausarten, die kaum Schäden anrichten, nicht bekämpfen, um Nützlingen eine Nahrungsquelle zu lassen

### Anlegen und Pflege von Strukturen

Mit dem gezielten Schaffen von Strukturen ist es möglich, wichtigen Gegenspielern von Mäusen einen Unterschlupf zu bieten. Blütenreiche Flächen sind ohne Zweifel wertvoll. Das Anlegen von Blühstreifen in den Fahrgassen von Obstanlagen ist zwar möglich, aber in der Praxis sehr herausfordernd und darum nur für die wenigsten Betriebe praktikabel. Gut umsetzbar sind aber andere Massnahmen wie:

- Biodiversitätsflächen um Obstanlagen pflegen und anlegen, diese können als Lebensraum und Rückzugsort für Vögel und Nützlinge dienen
- Wildbienenhotels und/oder Sandlinsen für Wildbienen für die Verbesserung der Bestäubung anlegen
- Strukturelemente wie Asthaufen und Steinhaufen gezielt für Hermelin und Mauswiesel anlegen
- An hohen Gebäuden Kästen für Raubvögel wie Turmfalken installieren




**Abb. 54: Das Hermelin ist ein willkommener Gast in der Obstproduktion, wird aber weniger gern von Mäusen gesehen!**




**Abb. 55: Die Familie Bütler bewirtschaftet in Wädenswil einen vielfältigen Direktvermarktungsbetrieb.**

## Fallbeispiel Obstbau

### Betrieb Bütler - buetlerobst.ch

Seit 2005 bewirtschafte ich mit meiner Familie, einem Lernenden und 5 Saison-Mitarbeitenden bereits in der 4. Generation unseren Betrieb mit rund 21 ha Land, davon 11 ha Spezialkulturen. Unsere Obst- und Beerenproduktion ist heute geprägt von einer grossen Vielfalt. Neben rund 20 Apfelsorten und 5 Birnensorten haben wir auch viele verschiedene Sorten unterschiedlicher Steinobstarten wie Zwetschgen, Pflaumen, Mirabellen, Aprikosen und Kirschen im Angebot.

Im Frühling beginnen wir mit 50 a Grünspargel und 50 a Erdbeeren. Danach folgen 50 a Strauchbeeren (Himbeeren, Brombeeren, Johannisbeeren, Stachelbeeren, Cassis, Heidelbeeren), 1 ha Kirschen, 1 ha Zwetschgen (sowie Pflaumen, Mirabellen, Aprikosen), 1 ha Birnen, 6 ha Äpfel und 50 a Kürbis. Dank eigenen CA-Lagern können wir unsere Kundschaft fast ganzjährig mit Äpfeln und Birnen bedienen. Auf dem übrigen Land bauen wir Mais, Weizen und Gerste an. Somit erhalten wir eine gute Fruchtfolge für unsere Kulturen. Wir verfügen über etwas Kunst- und Naturwiese sowie über Ökoflächen. Betreffend Ackerbau und Wiese arbeite ich mit meinem Bruder zusammen, der in der Nähe einen Milchwirtschaftsbetrieb führt.

Die Vermarktung unserer Produkte läuft direkt über den eigenen Hofladen. Zudem dürfen wir regionale Volg- und Landi-Filialen, Marktfahrende, Schulhäuser, Grossküchen und viele weitere Kunden und Kundinnen beliefern.

#### Pflanzenschutz beginnt mit den Kulturmassnahmen in den Obstanlagen

Ich lege grossen Wert darauf, meinen Obstbäumen die bestmöglichen Wachstumsbedingungen zu schaffen. Seit vielen Jahren setzen wir auf dem Betrieb Kompost ein, um den Humusaufbau zu fördern, was für das Bodenleben und auch die Wasserspeicherung in Trockenphasen ein Vorteil ist. Zur Verbesserung der Bodenstruktur nutze ich Kalk und pelletierter Hühnermist dient uns als Stickstoffdünger. Mineralische Stickstoffgaben geben wir, wenn nötig, nur nach der Blüte.

Wir schneiden unsere Bäume so, dass diese locker und gut durchlüftet werden und schnell abtrocknen können. Damit wir die PSM gut applizieren können, begrenzen wir unsere Baumhöhe auf etwa 3 m.

#### Resistente Sorten und Falllaub zerkleinern

Im Moment bauen wir 4 Apfelsorten an, die gegen den Schorf resistent sind. Wir haben diese Sorten extra in einem Block gepflanzt, damit wir in weniger gefährlichen Situationen auf eine Behandlung dieser Bäume verzichten können. Trotzdem müssen wir auch die schorfresistenten Sorten behandeln, da diese Bäume wie die anfälligen Sorten von vielen anderen Krankheiten befallen werden können.

Um den Infektionsdruck durch Pilzkrankheiten zu reduzieren, haben wir auf dem Mulchgerät einen drehbaren Besen, mit dem wir das Falllaub in die Fahrgasse wischen und gleich vermulchen, damit es schneller abgebaut wird.

### Überwachung von Schädlingen und Förderung von Nützlingen

Bei uns auf dem Betrieb überwachen wir mit Fallen die Pflaumen- und Apfelsägewespe sowie den Pflaumenwickler, Apfelwickler, Kleinen Fruchtwickler und Schalenwickler. Dank den eigenen Fallen können wir den Flug dieser Schädlinge besser überwachen und den bestmöglichen Zeitpunkt von notwendigen Insektizidbehandlungen bestimmen. Gerade gegen den Pflaumenwickler haben wir 2023 den Behandlungszeitpunkt früher gewählt als andere und damit im Gegensatz zu anderen Betrieben, die gemäss den Prognosemodellen behandelt haben, deutlich geringere Schäden gehabt. Neben den Fallen machen wir mit den Lernenden auch Vorblüten- und Nachblütenkontrollen, die visuellen Kontrollen im Sommer und zusätzlich die Erntekontrolle. Wir haben gemeinsam mit den Pflanzenschutzberatenden auch schon Klopfproben durchgeführt, um Nymphen der Rotbeinigen Baumwanze zu überwachen. Wanzen haben wir dabei nicht gefunden, aber eine grosse Vielfalt an anderen Insekten.

Mir ist die Förderung von Nützlingen ein wichtiges Anliegen. Damit schädigende Milben unter Kontrolle gehalten werden, setzen wir bei jedem dritten Baum Filzstreifen in unseren Apfelanlagen ein. Wir haben durch Auswaschen der Filzstreifen auch schon kontrolliert, wie viele Raubmilben wir darin finden. Das Resultat hat gezeigt, dass diese Methode gut funktioniert. Die Förderung von Ohrwürmern in Birnen- und Apfelanlagen durch das Aufhängen von Holzwolle mit und ohne Tontopf ist ein anderes gutes Beispiel. Seit wir dies tun, sind die Probleme mit Birnblattsaugern und Blutläusen deutlich kleiner geworden.

Bei der Wahl von Insektiziden verzichten wir, wenn immer möglich, auf Produkte, die für Nützlinge toxisch sind. Es macht ja keinen Sinn, Nützlinge zuerst zu fördern und dann mit Insektiziden wieder zu töten.




**Abb. 56: Die Förderung von Raubmilben mit Filzbändern ist eine einfach durchzuführende und effektive Massnahme.**

### Seitennetze und Verwirrungstechnik

Seit Anfang der 2010er-Jahre die Kirschessigfliege aufgetaucht ist, haben wir unsere Kirschen- und Strauchbeerenanlagen mit feinmaschigen Seitennetzen ausgerüstet. Diese verhindern, dass Kirschessigfliegen von aussen in die Anlagen kommen. Sind einmal Schädlinge in der Anlage, kann die Anlage meist mit einer Insektizidbehandlung und unterstützenden Hygienemassnahmen wieder saniert werden.

Eine Apfelanlage haben wir mit seitlichen Hagelnetzen nachgerüstet. Grund für diese Massnahme waren regelmässige Feuerbrandbefälle in der Anlage. Das Netz hat verhindert, dass Bienen von aussen mit Feuerbrandbakterien in die Apfelanlage fliegen und so die Blüten infizieren. Um die Bestäubung sicherzustellen, wurde dann mit Honigbienen, Hummeln und Wildbienen gearbeitet. Ein Vorteil dieser seitlichen Einnetzung ist, dass auch der Apfelwicklerdruck deutlich reduziert wird.

Gegen den Apfelwickler setzen wir seit vielen Jahren erfolgreich die Verwirrungstechnik mit traditionellen kleinen Dispensern und neu auch mit Grossdispensern ein. Wir müssen dann nur noch eine Behandlung mit einem chemisch-synthetischen PSM gegen den Kleinen Fruchtwickler durchführen und können die restlichen Behandlungen mit dem Apfelwicklergranulosevirus durchführen.




**Abb. 57: Seitliche Insektennetze sind in Kirschenanlagen mittlerweile Standard.**

# 4.4

# Pflanzenschutzstrategie planen und präventive Massnahmen umsetzen im Weinbau

# 4.4 Pflanzenschutzstrategie planen und präventive Massnahmen umsetzen

## Pflanzenschutzstrategie planen

Verschiedene Schadorganismen können an Kulturen grosse Schäden in Form von Ertragsverlusten oder qualitativen Beeinträchtigungen verursachen. Bei einigen Kulturen können die Verluste geringer sein, während sie bei anderen, je nach Schaderreger bis zu 100 % betragen können. Heutzutage legt der Markt grossen Wert auf die Qualität von unverarbeiteten Produkten wie Früchten und Gemüse. Auch im Weinbau ist die Qualität der Trauben für marktfähige Produkte entscheidend und der Flächenertrag ein wesentlicher wirtschaftlicher Faktor. Um die Kulturpflanzen zu schützen, stehen verschiedene Mittel resp. Methoden zur Verfügung. Neben vorbeugenden Massnahmen, physikalischen, biotechnischen und biologischen Methoden leisten auch chemische Methoden, namentlich PSM, einen wichtigen Beitrag zur Sicherung der Ernte und ihrer Qualität.

Deshalb ist es wichtig, eine Pflanzenschutzstrategie für den Betrieb zu planen. Die Ausrichtung der Pflanzenschutzstrategie ist von verschiedenen Punkten abhängig:

- Produktionssystembeiträge Bund: Im Weinbau stehen verschiedene Unterstützungsmassnahmen zur Verfügung, die direkte Auswirkungen auf den Pflanzenschutzmitteleinsatz haben. Neben Beiträgen für eine angemessene Bodenbedeckung, Nützlingsstreifen und die Bewirtschaftung mit biologischen Hilfsmitteln, können Weinbauerinnen und Weinbauer am Programm «Verzicht auf synthetische Pestizide» und «Verzicht auf Herbizide» teilnehmen.
- Labelproduktion/Vertragsproduktion: Wird nach einem bestimmen Label (z. B. Bio-Knospe) oder Vertrag produziert, sind die entsprechenden Vorschriften und Einschränkungen einzuhalten, was ebenfalls Auswirkungen auf den Pflanzenschutzmitteleinsatz hat.
- Persönliche Neigungen des Betriebsleiters bzw. der Betriebsleiterin haben einen Einfluss auf die Ausrichtung der Produktion und auch auf den Einsatz von PSM.

Ziel der Landwirtschaft muss sein, qualitativ hochwertige Nahrungsmittel zu produzieren und gleichzeitig die Risiken und Auswirkungen für die menschliche Gesundheit und die Umwelt, die mit dem Gebrauch von PSM verbunden sein können, zu verringern.

## Prinzipien des integrierten Pflanzenschutzes

↗ Mehr Informationen zu den Prinzipien des integrierten Pflanzenschutzes finden Sie im Kapitel «4.1 Pflanzenschutzstrategie planen und präventive Massnahmen umsetzen» unter dem Titel «Prinzipien des integrierten Pflanzenschutzes» auf der Seite 53.

## Präventive Massnahmen

### Standort und Wahl der Kulturen

Auf einem Landwirtschaftsbetrieb sind gewisse Rahmenbedingungen gegeben. Dazu gehören die Meereshöhe, Exposition, Neigung der Parzellen, das Mikroklima und vor allem der Boden. Für eine rasche Entwicklung gesunder Pflanzen sind die oben erwähnten Faktoren entscheidend. Im nachhaltigen Anbau ist es wichtig, dass nur Kulturen angebaut werden, die sich für die gegebenen betrieblichen Rahmenbedingungen eignen. Als Rebparzellen sind optimal exponierte Hanglagen mit gut drainierten Böden zu wählen. Potenzielle Kälteseen und Umgebungselemente, die Kaltluft am Abfliessen hindern, oder zu Staunässe neigende Böden sind zu vermeiden. Bei der Wahl der Rebsorte und der Unterlagssorte muss auf die spezifischen mikroklimatischen Bedingungen und Bodeneigenschaften eingegangen werden. Aber auch der Markt spielt eine wesentliche Rolle, denn die geernteten Produkte sollen auch erfolgreich vermarktet werden.

## Sorten-, Klon und Unterlagenwahl

Gesunde und widerstandsfähige Reben sind für den integrierten Pflanzenschutz von grosser Bedeutung und optimal reife und gesunde Trauben bilden die Grundlage für marktfähige Weine. Bei der Auswahl der Rebsorten muss neben den Kriterien für Anbau, Ertrag und Qualität auch die Krankheitsanfälligkeit berücksichtigt werden. Pilzwiderstandsfähige Rebsorten reduzieren die Anzahl der Pflanzenschutzbehandlungen deutlich und sind deshalb nicht nur ökologisch, sondern auch wirtschaftlich von grosser Bedeutung. Keine Sorte vereint alle gewünschten Eigenschaften, weshalb es wichtig ist, diese entsprechend den Standortbedingungen und der Marktfähigkeit zu gewichten. Bei einigen Rebsorten sind zudem verschiedene Klone verfügbar, mit denen die Standortbedingungen zusätzlich berücksichtigt werden können. So gibt es zum Beispiel locker- oder gemischtbeerige Klone, die weniger anfällig auf Fäulnis sind oder aufrechtwachsende Klone, die in Steillagen nicht umkippen. Die Wahl der passenden Unterlagssorte ermöglicht eine Adaption an die Bodeneigenschaften und wirkt ihrerseits auf die Sorteneigenschaften ein. Unterschiede gibt es zum Beispiel hinsichtlich der Wuchskraft, Kalkverträglichkeit oder Trockentoleranz.

## Gesundes und veredeltes Pflanzmaterial

Um zu verhindern, dass Krankheiten und Schädlinge schon mit dem Pflanzmaterial verbreitet werden, muss dieses unter kontrollierten Bedingungen hergestellt werden. Die Vermehrung ist in der Rebenpflanzgutverordnung geregelt und wird durch Vitiplant überwacht, eine Organisation, die sich im Auftrag der Weinbranche für die Qualitätsverbesserung einsetzt. Zertifizierte Rebschulen stellen sicher, dass die Reben viren- und schaderregerfrei sind und kennzeichnen diese mittels Pflanzenpass. So kann zum Beispiel die Ausbreitung der Goldgelben Vergilbung (Flavescence dorée) bzw. der dafür verantwortlichen Phytoplasmen, einem Quarantäne-Organismus, mit Warmwasserbehandlungen verlangsamt werden. Die Vermehrung der Reben beinhaltet die Pfropfung von Edelreisern auf reblausresistente Unterlagen (Veredelung), wodurch der Zyklus dieses Schädlings unterbrochen und seine Schädlichkeit minimiert werden kann.

## Anbautechnik

### Standraum und Erziehungssystem

Eine lockere, gut durchlüftete Laubwand trocknet schneller ab und hilft, Infektionen zu reduzieren. Deshalb ist bereits die Planung einer Anlage ein zukunftsweisender Schritt, wenn der Standraum und das Erziehungssystem unter Einbeziehung der Wüchsigkeit des Standorts und der Wuchskraft der Rebe festgelegt werden.

### Arbeiten am Rebstock

Mit dem Rebschnitt erfolgt im Jahresverlauf eine erste Massnahme, um die Laubwand zu gestalten und den Ertrag zu regulieren. Mittels Ausbrechen (Erlesen) wird dann im Frühjahr die Anzahl der Jahrestriebe reduziert, um genügend Abstand und Raum für die späteren Trauben zu schaffen. Das Heften (Einschlaufen) sorgt dafür, dass die Triebe gerade nach oben wachsen und durch das Gipfeln (Kappen) wird verhindert, dass die Triebe zu lang werden, umkippen und dadurch die Laubwand beschatten. Das Entblättern (Auslauben) der Traubenzone lässt diese schneller abtrocknen und besonnt die reifenden Trauben. Mit der Ertragsregulierung folgt ein letzter Schritt, um die Stockbelastung zu steuern und ein optimales Blatt-Frucht-Verhältnis und damit die gewünschte Traubenreife zu erreichen.

### Boden- und Unterstockpflege

Fruchtbare Böden sind gut durchlüftet, speichern pflanzenverfügbares Wasser und sind biologisch aktiv. Sie stellen die benötigten Nährstoffe zur Verfügung und können gut durchwurzelt werden. Die Wahl des Begrünungssystems hängt von den standortbedingten Niederschlagsmengen ab. Offene oder teilweise begrünte Böden reduzieren die Wasser- und Nährstoffkonkurrenz, erhöhen aber die Gefahr von Erosion, Bodenverdichtung und Nährstoffauswaschung. Dauerbegrünte Böden sind tragfähig, bieten Lebensraum und Nahrung für Nützlinge, erhöhen aber die Wasser- und Nährstoffkonkurrenz sowie die mikroklimatische Luftfeuchtigkeit und damit die Anfälligkeit für Pilzkrankheiten. Die Pflege zielt daher darauf ab, die Begrünung alternierend durch Mulchen oder Walzen zu kontrollieren. Sind Eingriffe nötig, zum Beispiel um Verdichtungen aufzubrechen oder Einsaaten auszubringen, ist eine schonende Bodenbearbeitung in genügend abgetrocknetem Zustand, mit gezogenen oder grobschollig arbeitenden Geräten anzustreben.

Im Unterstockbereich muss die Begrünung im Sinne einer guten Durchlüftung stets tief gehalten werden. Chemische Methoden sind schnell, wirksam und günstig, können aber negative Auswirkungen auf Mensch und Umwelt haben. Wo eine Mechanisierung möglich ist, sind mechanische Massnahmen eine gute Alternative zum Herbizideinsatz. Diese sind bezüglich Kosten und Arbeitsorganisation aufwendiger. Immer wichtiger werden deshalb kombinierbare Geräte, so dass die mechanische Unterstockpflege gleichzeitig mit anderen Maschinenarbeiten durchgeführt werden kann.

### Pflanzenernährung

Eine ausgewogene Pflanzenernährung ist die Voraussetzung für ein gesundes Wachstum der Reben. Sowohl eine Unter- wie auch eine Überversorgung wirken sich negativ aus. So ist zum Beispiel Kalium für die Widerstandskraft der Pflanzen gegen Frost und Trockenheit wichtig. Ein Kaliumüberschuss führt aber zu einer Blockade bei der Aufnahme von Magnesium. Stickstoffüberschuss führt zu übermässigem Wuchs, schwammigen, dünnwandigen Zellen und macht die Pflanzen damit anfällig für Pilz- und Bakterienkrankheiten sowie Frost. Des Weiteren kann ein zu starkes Pflanzenwachstum eine sortenbedingte Verrieselungsanfälligkeit verstärken. Ein Stickstoffmangel führt zu einem schwachen Wachstum und fehlender Blattmasse sowie einer Unterversorgung der Trauben, was sich negativ auf den Ertrag und den späteren Gärverlauf auswirkt. Es gilt zu berücksichtigen, dass mit jeder Stickstoffdüngung auch die Begrünung gedüngt wird. Dabei gibt es Beikrautarten, wie Brennnesseln, die Stickstoff besonders gut aneignen können und dadurch übermässig gefördert werden. Als Grundlage für die Bestimmung des Nährstoffbedarfs dient die Bodenanalyse mit der korrigierten Düngungsnorm. Die Bodeneigenschaften, die sich aus der Bodenart und dem Humusgehalt ergeben, sind bei Entscheidungen für Düngungs- oder Bodenpflegemassnahmen ebenfalls zu berücksichtigen.

### Wassermanagement und Bewässerung

Durch den Klimawandel werden die Sommer immer heisser und trockener, was die Nahrungsmittelproduktion massiv beeinflusst. Bleiben Niederschläge in der Wachstumsperiode aus, sinken die Erträge. Das Thema Wassermanagement und Bewässerung wird für die Landwirte und Landwirtinnen in Zukunft immer wichtiger. Auch im Rebbau wird sich die Situation verschärfen. Reben können zwar tief wurzeln, doch treten in trockenen Jahren bereits heute, insbesondere bei Jungreben oder auf flachgründigen und leichten Böden, Probleme auf. Im Vordergrund des Wassermanagements und der Bewässerung stehen Massnahmen, die Wasser sparen, zurückhalten oder Wasser besser zur Verfügung stellen:

- ***Humus*** kann bis zum Fünffachen seines Gewichtes an Wasser speichern, er wirkt wie ein Schwamm. Daher ist es wichtig, auf einen guten Humusgehalt im Boden zu achten und diesen zu erhalten bzw. zu erhöhen. Dies kann mit der Zufuhr von Mist und Kompost oder dem Anbau von Gründüngungen geschehen. Tief wurzelnde Pflanzen wie Winterwicken, Wintererbsen, Esparsetten oder Luzerne können den Humusgehalt vor allem im Unterboden steigern.
- ***Bodenstruktur:*** Eine zurückhaltende und schonende Bodenbearbeitung sowie die Wahl eines passenden Begrünungssystems mit dem Ziel einer Erhöhung der Grobporen (Aufnahme von Niederschlagswasser) und der Mittelporen (Wasserspeicherung), schonen und fördern die Bodenstruktur.
- ***Walzen statt Mulchen:*** Mit der Mulchwalze wird die Begrünung nicht geschnitten oder zerkleinert, vielmehr werden die Halme nur geknickt und umgelegt. Die lebende Mulchschicht bedeckt dadurch den Boden, schützt vor Austrocknung und reduziert den Wasserverbrauch. Die Pflanzen blühen weiter, so dass das Nahrungsangebot für Insekten bestehen bleibt. Zudem reduziert die Mulchschicht die Erosions- und Verdichtungsgefahr.

Werden Pflanzen bewässert, sollten die Grundregeln wie richtiger Zeitpunkt, ausgebrachte Wassermenge und Aufnahmefähigkeit des Bodens sowie Bewässerung nachts oder frühmorgens eingehalten werden. Im Weinbau ist eine Tröpfchenbewässerung im Unterstockbereich vorzuziehen, denn sie ermöglicht die Einsparung von Wasser, die exakte Ausbringung und die Vermeidung von Verdunstungsverlusten. Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass die Blätter nicht benetzt werden und Pilzkrankheiten somit nicht weiter gefördert werden. Zwar sind die Fixkosten deutlich höher als bei Beregnungssystemen, doch werden sie durch die genannten Vorteile wettgemacht, denn in Zukunft sollte möglichst gezielt und sparsam bewässert werden.

## Massnahmen zur Förderung der Biodiversität

In einem nachhaltigen Anbausystem steht die Ausnützung der natürlichen Begrenzungsfaktoren im Vordergrund. Die Biodiversität sorgt u. a. für eine natürliche Schädlingsregulierung, die Bestäubung der Kulturpflanzen und die Bodenfruchtbarkeit. Aus diesem Grund spielen die Ausgestaltung und Pflege des ganzen Agrarökosystems eine zentrale Rolle.

### Massnahmen in der Kulturfläche

Auf der Kulturfläche steht die Produktion von qualitativ hochwertigen Trauben im Vordergrund. Trotzdem dürfen biodiversitätsfördernde Massnahmen in ihrer Wirkung nicht unterschätzt werden. Zu den Massnahmen in der Kultur gehören:

- Vielfältige Begrünungssysteme: Eine standortangepasste Spontanbegrünung, artenreiche Einsaaten oder ein phasenweise offener Boden bieten unterschiedlichen Tierarten Lebensgrundlagen und fördern vor allem in der Kombination die Biodiversität.
- Alternierendes Mulchen oder Walzen der Fahrgassen: Eine alternierende Pflege der Begrünung bedeutet, dass zwischen April und Ende August, im Abstand von 3 bis 5 Wochen, bei jedem Durchgang nur jede zweite Fahrgasse gemulcht oder gewalzt wird. Damit hat die Vegetation die Möglichkeit, zur Blüte und Samenreife zu gelangen und es steht ein kontinuierliches Nahrungs- und Lebensraumangebot für Kleintiere zur Verfügung.

- Reduzierte Bodenbearbeitung: Eine reduzierte Bodenbearbeitung fördert den Erhalt resp. die Erhöhung des Humusgehaltes und bremst die Bodenerosion. Entwickelt sich dadurch eine vielfältige Begrünung, wird damit auch die Vielfalt im Boden, insbesondere der Mykorrhiza-Pilze, gefördert.

**Reduktion von PSM und Dünger erhalten und fördern die Biodiversität.**

- Biodiversitätsfördernde Strukturen: Ökologische Elemente und Kleinstrukturen sind vor allem in einem vernetzten und kleinräumigen Nebeneinander wertvoll. Trockenmauern, Ast- und Steinhaufen, Altgrasstreifen, offene Bodenstellen und unbefestigte Wege bieten Lebensraum, Schutz, Nahrungsquellen, sowie Möglichkeiten zur Fortpflanzung. Je vielfältiger dieses Mosaik, desto mehr verschiedene Arten können davon profitieren und desto stärker werden auch allfällige Schädlinge kontrolliert.

**Massnahmen ausserhalb der Kulturfläche**

Bei Massnahmen ausserhalb der Kultur werden auf eigens dafür ausgeschiedenen Flächen biodiversitätsfördernde Lebensräume geschaffen. Wenn diese arten- und strukturreich gestaltet sind, können sie zur Erhaltung und Förderung der Biodiversität besonders viel beitragen. Massnahmen ausserhalb der Kultur sind:

- Hecken: Eine Hecke besteht aus einer Strauchschicht und einer angrenzenden extensiven Krautschicht. Insbesondere dornenreiche Büsche und ein vielseitiger Krautsaum sind für gewisse Vogelarten wertvoll und fördern Nützlinge. Werden Hecken als Biodiversitätsförderflächen (BFF) angemeldet, müssen Pufferstreifen eingehalten werden.
- Säume und Brachen (Bunt- und Rotationsbrachen) sind angesäte bzw. bewachsene Flächen mit einheimischen Wildkräutern (beim Saum auch von Gräsern). Es wird kein Dünger ausgebracht und Herbizide sind nur als Einzelstockbehandlung gegen Problemunkräuter erlaubt. Die Flächen bleiben lange Zeit ungestört, bieten durch blühende Pflanzen während des ganzen Jahres Pollen und Nektar und dienen einer Vielzahl von Tieren, darunter Nützlingen wie Schwebfliegen, Marienkäfern, Laufkäfern und Spinnen, als Nahrungs- und Rückzugsort. Durch hochwachsende Stängel, abgestorbenes Pflanzenmaterial und Lücken entstehen ausserdem Überwinterungsorte. Zudem profitieren auch Kleinsäuger und Vögel von solchen Flächen.
- Nützlingsblühstreifen: Ihre Zusammensetzung fördert insbesondere landwirtschaftlich wichtige Nützlinge und Bestäuber. Es gibt ein- und mehrjährige Mischungen für den Acker-, Gemüse-, Obst- und Weinbau.
- Extensivwiesen und Extensivweiden: Bei extensiven Wiesen und Weiden sollte die Qualitätsstufe II angestrebt werden, damit sie für die Biodiversität den erhofften Mehrwert bringen. Extensivwiesen und -weiden mit Qualitätsstufe II weisen eine grössere Artenvielfalt auf als solche 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 von innen nach aussen gemäht werden und es sollte kein Mähaufbereiter eingesetzt werden (in QII verboten). Zudem ist ein Altgrasstreifen von ca. 10 % der Fläche als Rückzugsort für Insekten sehr wichtig.


© Katja Jacot, Agroscope

**Abb. 58: Nützlingsblühstreifen im Rebbau**


© Hans Ramseier, HAFL

**Abb. 59: Artenreiche Extensivwiesen sind besonders wertvoll für den Erhalt und die Förderung der Biodiversität.**

**Biodiversitätsförderflächen (BFF) auf der Landwirtschaftlichen Nutzfläche (LN)**

Über alle Zonen hinweg betrug der durchschnittliche Anteil der BFF 2022 an der LN 17,6 %. Werden die Hochstamm-Feldobstbäume sowie die Einzelbäume und Alleen mit einer Are pro Baum mitgerechnet, beträgt der BFF-Anteil an der LN 19,3 %. Das mit Abstand wichtigste Element der BFF ist die Extensivwiese mit insgesamt 86 249 ha. Davon erreichen 47 % die Qualitätsstufe II (floristische höhere Qualitätsstufe).

# Fallbeispiel Weinbau

## Betrieb Streit - es-bons.ch

### Betriebsspiegel

Der Betrieb liegt auf 450 m ü. M. in der Gemeinde Aubonne am Genfersee. Auf 60 ha wird Ackerbau betrieben (Weizen und Gerste in Mischung mit Ackerbohnen oder Erbsen, Raps, Zuckerrüben, Mais, Soja) und zusätzlich etwas Luzerne angebaut.

Rebbau wird auf ca. 6 ha betrieben, wobei die Bepflanzung zu 50 % aus weissen Rebsorten (hauptsächlich Chasselas und etwas Floreal) und zu 50 % aus roten Rebsorten (Pinot Noir, Gamaret, Garanoir, Merlot, Cabernet Franc und Divico) besteht. Der Betrieb wurde 2017 auf Bio Suisse umgestellt.

Arbeitskräfte: Betriebsleiter, zwei Festangestellte, Arbeitskräfte im Stundenlohn aus dem Dorf bei Bedarf.

### Standort

Der Weinberg befindet sich nördlich des Schlosses Es-bons in Südlage auf einer Moräne mit einem durchschnittlichen Gefälle von 12 %. Die gesamte Fläche ist maschinell bearbeitbar, der Boden ist mittelschwer und relativ kalkhaltig, die Rebstöcke sind in Richtung des Hangs gepflanzt. Unsere Weinberge sind von anderen Weinbergen in Aubonne isoliert, wodurch die Weine einen anderen, geschätzten Geschmack des Terroirs erhalten.

### Sortenwahl

Die Sortenwahl ist im Weinbau immer eine langfristige Angelegenheit. Sie wird massgeblich durch den Markt und die Vorgaben resp. Möglichkeiten der Keltergenossenschaft bestimmt. Neupflanzungen werden mit pilzwiderstandsfähigen Sorten (Piwi) vorgenommen.

### Wassermanagement/Bewässerung

Bei Bedarf kann bewässert werden, dies ist aber erst in den letzten Jahren aktuell geworden.

### Regulierung Unterbewuchs

- Fahrgassen: In den Fahrgassen wird der Bewuchs mehrmals mit einer Messerwalze geknickt und umgelegt. Es wird abwechslungsweise jede zweite Fahrgasse gewalzt. Diese Art von Mulchschicht unterdrückt das schnelle Aufwachsen besser als das klassische Mulchen und reduziert den Wasserverbrauch. Zudem werden blühende Pflanzen für Nützlinge weniger geschädigt als beim Mulchen. Gemulcht wird nur bei Frostgefahr im Frühling. So kann die Luftfeuchtigkeit in Bodennähe heruntergesetzt werden.
- Unterstock: Im Unterstockbereich wird der Boden mit einer Rollhacke bearbeitet, welche die Erde in die Rebstockreihe arbeitet. Um die Rebstöcke herum wird eine robuste Fingerhacke eingesetzt, die auch den Damm der Rollhacke wieder etwas einebnet.

### Krankheitsbekämpfung

Die wichtigste Krankheit ist der Falsche Mehltau, der Echte Mehltau hingegen spielt nur eine untergeordnete Rolle. Der Betrieb besitzt eine eigene Wetterstation, die Niederschlag, Lufttemperatur, relative Luftfeuchte, Bodentemperatur in ca. 15 cm Tiefe und die Blattnässedauer misst. Direkt neben der Wetterstation befindet sich eine Nullparzelle, die nie gegen Krankheiten behandelt wird. Auf dieser Fläche wachsen die anfälligste Sorte Chasselas und die Piwi-Sorte Divico. Mit Hilfe dieser betriebsspezifischen Daten, der Plattform Agrometeo und Internetwarndiensten werden die Spritztermine festgelegt.

Falscher Mehltau

Vorbeugend: Als erste vorbeugende Massnahme werden im Frühling alle untersten Blätter an den Rebstöcken maschinell entfernt. Da sich der Falsche Mehltau vom Boden her aufsteigend entwickelt, kann der Befallsbeginn auf diese Weise verzögert werden. Eine ebenfalls äusserst wichtige vorbeugende Massnahme ist die Entlaubungsarbeit. Nach der Blüte der Trauben werden sämtliche Blätter bis zur untersten Traubenreihe mit einem Luftstrom entfernt. Die unterste Traubenreihe wird auf 80 bis 90 cm geführt, deutlich höher als normalerweise. Auch dies ist eine wichtige vorbeugende Massnahme.

Direkte Bekämpfung: Die direkte Bekämpfung erfolgt mit Kupfer. Dazu wird ein Vertikalspritzgerät benutzt, das drei Reihen behandelt. Die Aufwandmenge pro Spritzdurchgang beträgt 50 bis 150 g Reinkupfer/ha, wobei die Kupfer- und Wassermenge an die Blattmasse angepasst wird. Piwi-Sorten werden 2 bis 3 Mal, die anfällige Sorte Chasselas 12 bis 14 Mal behandelt. Die Gesamtmenge an ausgebrachtem Kupfer/ha übersteigt aber auch bei der sehr anfälligen Sorte Chasselas 2 kg Reinkupfer/ha nicht.

Echter Mehltau

Der echte Mehltau kommt später bei warmem Wetter. Die vorbeugenden Massnahmen gegen den Falschen Mehltau (Luft und Licht) helfen auch gegen den Echten Mehltau, der bei Bedarf mit Schwefel behandelt wird. Im Gegensatz zum Falschem Mehltau kann der Echte Mehltau auch noch erfolgreich behandelt werden, wenn er schon sichtbar ist.

Entscheidend für eine erfolgreiche Krankheitsbekämpfung ist ein gezieltes Eingreifen zum richtigen Zeitpunkt und eine präzise, einwandfreie Applikationstechnik.

### Schädlingsbekämpfung

Der allgemeinen Biodiversitätsförderung wird im Rebberg grosse Beachtung geschenkt. Die gesamte Fläche erfüllt die Bedingungen für die Qualitätsstufe II (Rebflächen mit natürlicher Artenvielfalt). Blühpflanzen zur Nützlingsförderung werden gezielt gefördert und es werden Versuche mit verschiedenen Blühmischungen durchgeführt.

Traubenwickler

Die Traubenwickler werden mit Pheromonen (Verwirrungstechnik) unter Kontrolle gehalten, was gut funktioniert.

Kirschessigfliege (KEF)

Wenn die Kirschen geerntet sind, wechselt die KEF auf die frühreifen Trauben. Die frühreifste Sorte auf dem Betrieb ist Garanoir. Die Trauben dieser Sorte werden mit Kaolin weiss eingefärbt, was sie für die KEF weniger attraktiv macht. Die Fläche mit Garanoir wird dann weiter sehr genau beobachtet und wenn der Befall zu stark wird, werden die Trauben früh geerntet und zur Herstellung eines Rosé-Weins genutzt.

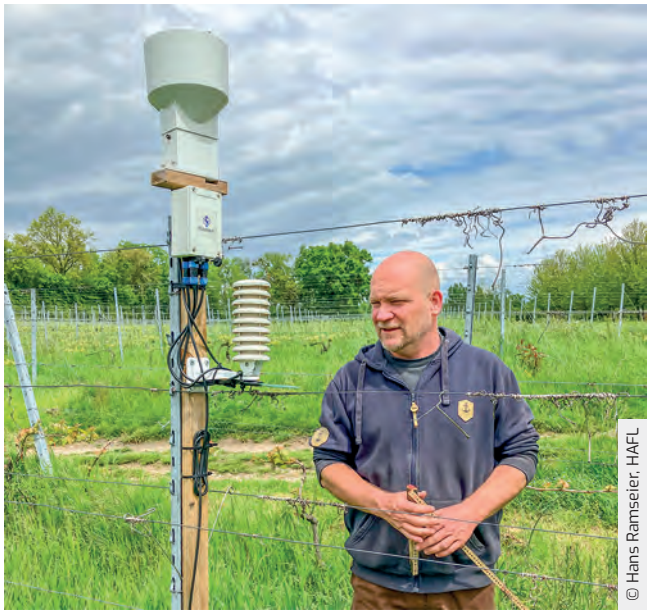



**Abb. 60: Um die Krankheiten erfolgreich bekämpfen zu können, ist die Wetterstation ein sehr wichtiges Instrument.**




**Abb. 61: Als wichtige vorbeugende Massnahme gegen den Falschen Mehltau wird die unterste Traubenreihe auf 80–90 cm geführt.**




**Abb. 62: Biodiversitätsförderung mit Blühpflanzen ist ein wichtiges Thema.**




**Abb. 63: Nützlinge helfen mit, Schädlinge in Schach zu halten.**

# 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.




**Abb. 64: Beispiele von Chlorosen: Viröse Vergilbung bei Zuckerrübe**




**Abb. 65: Beispiele von Chlorosen: Eisenmangel an Rebe**




**Abb. 66: Beispiele von Chlorosen: Phosphormangel an Kohlrabi**

Von einer Nekrose wird gesprochen, wenn Pflanzengewebe abstirbt und sich braun oder schwarz verfärbt (siehe Abb. 67). Auslöser können Krankheiten, Schädlinge, Nährstoffmangel (bei starkem Nährstoffmangel kann sich eine Chlorose zu einer Nekrose entwickeln), Nährstoffüberschuss (Nährstoffe werden abgelagert) oder Stress sein.




**Abb. 67: Nekrosen durch Krautfäule an Kartoffelblättern**




**Abb. 68: 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,...
  - Mechanisch: Schlag, Verletzung, ...

## 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.

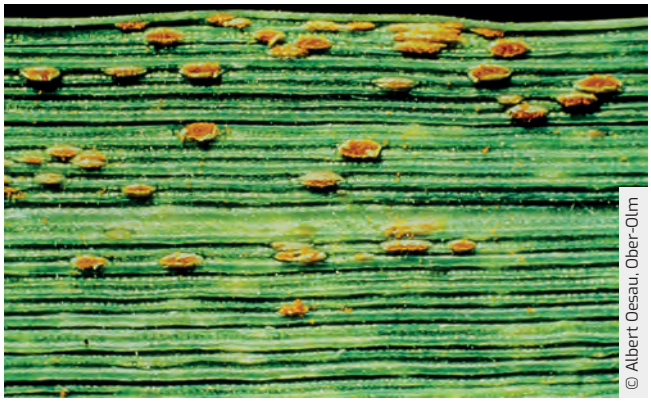



**Abb. 69: Typische Bilder von Pilzkrankheiten: Braunrost auf Weizenblatt**

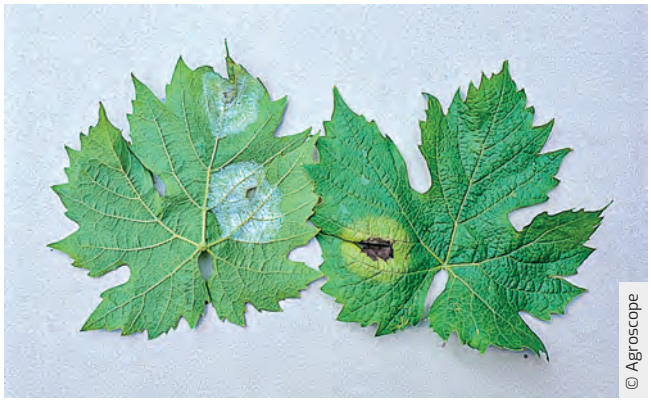



**Abb. 70: Typische Bilder von Pilzkrankheiten: Falscher Mehltau an Rebe**




**Abb. 71: Typische Bilder von Pilzkrankheiten: Falscher Mehltau an Zwiebeln**

## Durch Viren verursachte Symptome

Typisch sind mosaikartige Muster auf den Blättern, gelbgrüne 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.




**Abb. 72: Typische Bilder einer Viruskrankheit: Kartoffelblattrollvirus Staude rechts und gesunde Pflanze links**




**Abb. 73: Typische Bilder einer Viruskrankheit: Salatmosaikvirus an rechter Pflanze**

## Durch Bakterien verursachte Symptome

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




**Abb. 74: Bakterienkrankheiten: Erwinia Schwarzbeinigkeit an Kartoffeln**




**Abb. 75: 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. Anhand des Schadortes an der Pflanze und des Schadbildes können die in Frage kommenden Schädlinge eingegrenzt werden. Typische Beispiele für Schädlinge, die Blattfrass verursachen, sind der Kartoffelkäfer oder das Getreidehähnchen. Wespen fressen an reifenden Trauben. Schäden an Wurzeln und Knollen verursacht z. B. der Drahtwurm. Daneben gibt es Schädlinge, die 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.

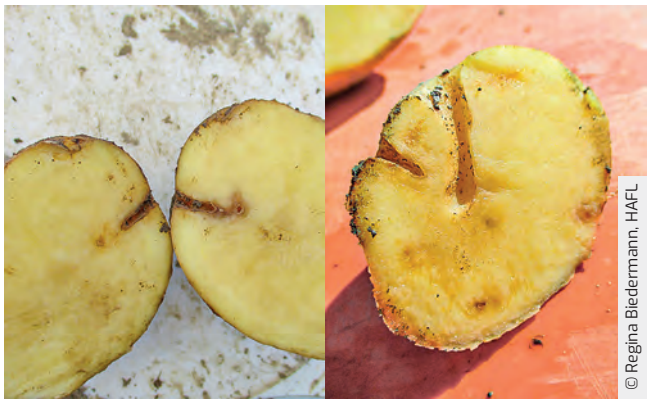



**Abb. 76: Um sicher zu gehen, um welchen Schädling es sich handelt, kann es hilfreich sein, die Kartoffelknolle aufzuschneiden. Links: Drahtwurmschaden, rechts Schneckenschaden**

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

## Nichtparasitäre Schadursachen

Wenn an Pflanzen Schäden entstehen, die weder durch eine Krankheit noch durch einen Schädling verursacht werden, handelt es sich um nichtparasitäre oder abiotische Schadursachen. Das können Herbizidschäden, Nährstoffmangel oder Nährstoffüberschuss, 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 Schädlinge möglichst sicher zu erkennen.




**Abb. 77: Typische nichtparasitäre Schadursachen: Raps mit Nährstoffmangelsymptomen**




**Abb. 78: Typische nichtparasitäre Schadursachen: Herbizidschaden an Wintergerste**




**Abb. 79: Typische nichtparasitäre Schadursachen: Magnesiummangel an Weinrebe**

# Monitoring-Werkzeuge

Die Überwachung der Kulturen und die allfällige Diagnose von Schadenssituationen ist zentraler Bestandteil des integrierten Pflanzenschutzes. In diesem Kapitel werden mögliche Vorgehensweisen, Informationsquellen und Werkzeuge aufgezeigt. Dieses Kapitel fokussiert auf den Feldbau. Im Obst- und Weinbau sind die allgemeinen Prinzipien aber dieselben.

## Feldbeobachtungen und Feldkontrollen

Das wichtigste Grundprinzip bei Feldbeobachtungen und Feldkontrollen lautet

**Beobachten – Überlegen – Handeln**

### Warum sind Feldbeobachtungen und Feldkontrollen wichtig?

- Sie liefern die Entscheidungsgrundlagen für die Anwendung der Bekämpfungsschwelle und damit, ob ein direkter Eingriff stattfindet oder nicht.
- Das Ausmass eines Schaderregers soll überprüft werden, damit keine unnötigen Behandlungen vorgenommen werden, die umwelttechnisch und wirtschaftlich nicht sinnvoll sind. Die Wirksamkeit einer Behandlung soll überprüft werden (Nachkontrolle). Aus diesem Grund soll, wenn immer möglich, ein Spritzfenster angelegt werden. Achtung: kein Spritzfenster anlegen bei aggressiven Schaderregern, die epidemisch auftreten und schwer zu stoppen sind, wie zum Beispiel die Kraut- und Knollenfäule der Kartoffeln, Mehltau-Krankheiten im Weinbau oder bei Problemunkräutern wie Ackerkratzdisteln.




**Abb. 80: Kontrollfenster sind wichtig, um die Wirksamkeit und Notwendigkeit einer Behandlung zu beurteilen. Im Bild Kontrollfenster Herbizid- und Wachstumsreglereinsatz. Gut sichtbar ist Windhalm und die Wirkung des Wachstumsreglers.**

### Was soll kontrolliert werden?

- allgemeiner Zustand resp. Entwicklungsstadien der Kultur
- Gesundheitszustand der Kultur und Zustand des Bodens
- Auftreten von Schaderregern und Nützlingen
- Wirkungskontrolle (Kontrollfenster)
- Nährstoffversorgung
- Vorerntekontrolle




**Abb. 81: Vorerntekontrollen sind wichtig, um zum Beispiel Problemunkräuter wie Quecke gezielt zu bekämpfen (links) oder einen Maiszünslerschaden festzustellen, um im Folgejahr Schlupfwespen einzusetzen (rechts).**

### Ablauf einer Feldbeobachtung

1. Zuerst wird sich vom Parzellenrand aus ein Überblick und ein Eindruck über den allgemeinen Zustand verschafft. Ist die Kultur gleichmässig, entsprechend ihrem normalen Entwicklungsstadium entwickelt oder sind Auffälligkeiten wie helle Stellen vorhanden? Falls Auffälligkeiten vorhanden sind, muss diesen nachgegangen und wenn möglich deren Ursache ermittelt werden.
2. Orientierungsgang: Das Feld wird diagonal von einer Feldecke zur anderen durchlaufen und vorhandene Unkräuter, Krankheiten, Schädlinge, Nützlinge, Phytotox (Pflanzenschädigungen durch PSM), Mangelsymptome etc. werden dabei beobachtet. Flächen mit schlechteren Produktionsfaktoren, zum Beispiel feuchte Senken, sind gezielt einzubeziehen. Zudem wird an mehreren Stellen das Entwicklungsstadium der Kulturpflanze bestimmt. Das Kontrollieren von aufgestellten Fallen (Gelbfallen, Schneckenfallen, Pheromonfallen etc.) gehört ebenfalls dazu.
3. Kontrollgang: Beim Gang zurück von der anderen Parzellenecke werden Schädlinge und Krankheiten ausgezählt oder Pflanzenproben mitgenommen, um dies ausserhalb der Parzelle zu tun. Dies ist von der Kultur, dem Stadium und Schaderreger abhängig.

**Zeitpunkt der Feldbeobachtung**

- in den «Schlüsselstadien», die je nach Kultur unterschiedlich sind, zum Beispiel die Unkrautkontrolle im Winterweizen zu Vegetationsbeginn
- regelmässig nach einem Wetterumschlag
- nach 2 Wochen stabilem Wetter
- nach einer Intervention (Wirkungskontrolle), auch das ist je nach Intervention zeitlich unterschiedlich

## Bekämpfungsschwellen

Die Bekämpfungsschwelle (BKS) ist zu dem Zeitpunkt relevant, an dem noch etwas gegen den Schaderreger unternommen werden kann. Es ist also eine Prognose, ob die wirtschaftliche Schadschwelle überschritten werden dürfte und bezeichnet somit die Schaderregerdichte, ab der Bekämpfungsmassnahmen sinnvoll sind. BKS werden teilweise in Bandbreiten angegeben. Wie diese Bandbreite zu interpretieren ist, soll folgendes Beispiel aufzeigen.

Bekämpfungsschwelle für Netz- und Blattflecken bei Gerste: 15–25 % der drei obersten Blätter mit Befall im Stadium BBCH 30–51.

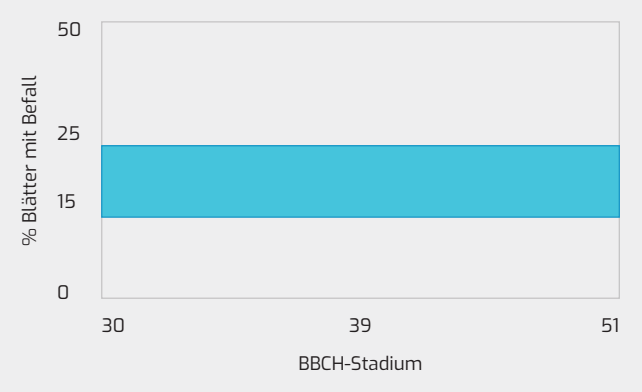



**Abb. 82: Bekämpfungsschwellenbereich Netz- und Blattflecken bei Gerste**

Wenn sich die Kultur noch früh in der Entwicklung befindet (z. B. erst Stadium BBCH 32), ist der untere Schwellenbereich anzuwenden.

Bei schwach entwickelten Beständen ist ebenfalls der untere Bereich der BKS zu nehmen, bei gleichmässig und gut entwickelten Beständen der obere Bereich.

Bei einer Sorte mit guten Resistenzen gegen Netz- und Blattflecken geht die Schwelle nach oben.

Witterung: Herrscht günstige Witterung oder ist die Wetterprognose günstig für die Entwicklung der Krankheiten, geht die Schwelle nach unten.

Die Bekämpfungsschwellen im Feldbau werden jährlich überprüft und bei Bedarf angepasst.

↗ www.agridea.ch > Themen > Pflanzenbau > Pflanzenschutz > Bekämpfungsschwellen

Bekämpfungsschwellen bei den Unkräutern sind sehr alt und kaum mehr in der Praxis anwendbar. In diesem Bereich laufen Forschungsarbeiten, die Entscheidungshilfen für eine angepasste Unkrautregulierung liefern. Dabei wird Folgendes geschätzt:

- Prozentanteil der Bodenbedeckung durch trockene Pflanzenrückstände
- Anteil Unkraut/Kultur
- Vegetation über der Kulturhöhe

Für den Gemüsebau gibt es nur wenige Bekämpfungsschwellen, da häufig eine Null-Toleranz bei Insekten- und Krankheitsbefall gilt. Die Bekämpfungsschwellen im Gemüsebau sind in zwei Merkblättern von Agroscope zusammengestellt.

↗ www.agroscope.admin.ch > Publikationen > Publikationssuche «Schadschwelle Gemüsebau» > Schadschwellen im Deutschschweizer Gemüsebau: Teil 1 & 2

# 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 während der Pflanzenschutzsaison in der Fachpresse, per Internet und auch per Textnachrichten regelmässig Informationen zur aktuellen Situation in den Kulturen an. Eine breit angelegte Umfrage hat gezeigt, dass eine hohe Anzahl der Befragten diese Warndienste nutzt. 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. Einige Landwirte und Landwirtinnen erwähnten auch, dass die Warndienste die Durchführung einer Feldkontrolle veranlassen, welche dann über eine Behandlung entscheidet.

## Agrometeo

Agrometeo ist eine Plattform mit Informationen und Entscheidungshilfen für eine optimierte Anwendung von Pflanzenschutzmassnahmen in der Landwirtschaft. Sie basiert auf einem Netz von über 180 Wetterstationen, die mikroklimatische Wetterdaten über verschiedene Modelle zur Vorhersage von Krankheits- und Schädlingsrisiken liefern. Die Plattform ist ein Projekt von Agroscope in Zusammenarbeit 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 Meteodaten (Temperatur, Niederschläge, relative Luftfeuchte 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

### Gemüsebau-Info

Gemüsebau-Info von Agroscope (GBI) ist eine wichtige Quelle für die Praxis. Sie liefert wöchentlich eine Zusammenstellung von Schadorganismen in den unterschiedlichen Gemüsekulturen, deren Entwicklung mit Symbolen dargestellt wird. Zusätzlich bietet das GBI kurze Informationen zu ausgewählten Schadursachen, Hinweise zur Bekämpfungsstrategie und Verweise auf weiterführende Merkblätter. Der Newsletter kann unter der Agroscope-Webseite abonniert werden.

↗ www.agroscope.admin.ch > Themen > Pflanzenbau > Gemüsebau > Gemüsebau-Info

### PhyotPRE

PhytoPRE ist ein Informations- und Prognosesystem zur gezielten Bekämpfung der Kraut- und Knollenfäule der Kartoffel im ÖLN- und Bio-Kartoffelbau. Das System liefert aktuelle Informationen über die Befallslage in der Schweiz, stellt die aktuellen Infektions- und Sporulationsperioden graphisch dar und gibt situationsgerechte Empfehlungen für Bekämpfungsmassnahmen ab.

Das Programm steht jährlich ab Mitte April zur Verfügung. Es kann für allgemeine und regionale Krautfäule-Informationen (gratis) oder zur parzellenspezifischen Beratung (kostenpflichtig) genutzt werden. Fungizid-Behandlungen werden erst empfohlen, nachdem ein erster Krautfäule-Befall in der Schweiz gemeldet wurde. Es ist deshalb wichtig, die Kartoffelfelder gut zu beobachten und Befälle unverzüglich dem zuständigen kantonalen Pflanzenschutzdienst oder Agroscope zu melden. Es stehen ein SMS-Service und eine Web-App zur Verfügung.

Bei der parzellenspezifischen Beratung müssen neben den allgemeinen Angaben wie Name, Adresse und Meteo-Wetterstation auch parzellenspezifische Anbaudaten und die Kartoffelsorte angegeben werden. Das Programm berechnet dann eine entsprechende Empfehlung. Bei einer Behandlung gibt das Programm zudem die Wirkungsdauer des eingesetzten Fungizides an. Bei Bio-PhytoPRE wird zur Berechnung der Fungizid-Schutzdauer die Reinkupfermenge der letzten Behandlung berücksichtigt.

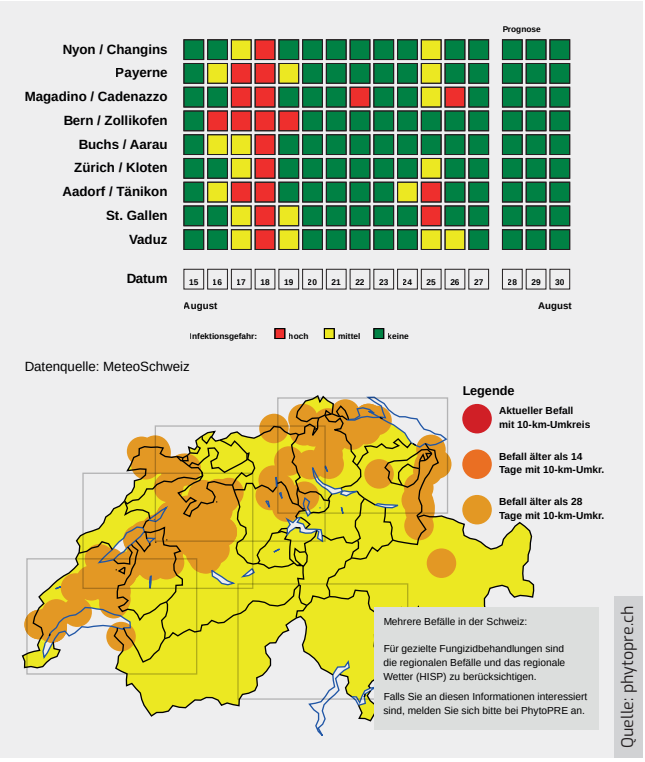



**Abb. 83: Beispiel PhytoPRE: oben Infektionsgefahr August 2024, unten Krautfäulemeldungen am 28.8.2024**

↗ www.phytopre.ch

### FusaProg

FusaProg ist ein Informationssystem zur Risikobeurteilung von Fusarienbefall und DON-Belastung im Getreide (DON ist ein wichtiges Pilzgift der Pilzgruppe der Fusarien). Das Programm kann über Internet und Web-App für Smartphones genutzt werden. Es gibt zwei Versionen:

- FusaProg beinhaltet eine umfassende Abfrage der Risikobeurteilung einer spezifischen Parzelle und eine Einschätzung und Beurteilung der regionalen Situation. Die Version FusaProg kostet CHF 20 pro Jahr.
- FusaProg-Light ist eine schnelle Abfrage zur Risikobeurteilung für den aktuellen Tag.

Im FusaProg findet sich ausserdem eine Liste mit der Anfälligkeit der Weizensorten.

↗ www.fusaprog.ch

### Gute landwirtschaftliche Praxis

Die Agridea-Webseite vereint Informationen zur guten landwirtschaftlichen Praxis im Pflanzenschutz. Es sind umfangreiche Informationen vorhanden, um den Schutz der Kulturpflanzen zu verbessern und dabei gleichzeitig den Gesundheits- und Umweltschutz zu gewährleisten. Die «gute landwirtschaftliche Praxis» ist eine Grundvoraussetzung für sachgerechtes Handeln im Pflanzenschutz. Auf der Webseite ist ein Selbstchecktool vorhanden, mit dem die eigenen Kenntnisse zur guten fachlichen Praxis betreffend Gewässerschutz getestet werden können. Nach dem Selbstcheck erweitern Videos, Merkblätter, technische Datenblätter, Checklisten, Broschüren usw. den eigenen Wissensstand.

↗ Gute landwirtschaftliche Praxis: gutelandwirtschaftlichepraxis.ch

### Internetplattform «Pflanzenkrankheiten und Schädlinge»

Auf der Internetplattform «Pflanzenkrankheiten und Schädlinge – erkennen-verstehen-vermeiden» können mit einer Suchhilfe aus einer grossen Auswahl von Schaderregern detaillierte Informationen abgerufen werden. Der Inhalt zu den Schaderregern 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

### Agripedia

Agripedia ist ein Produkt von Agridea. Neben einer breiten Palette von verschiedenen Themen behandelt die Internetseite auch wichtige Themen im Bereich des Pflanzenschutzes wie etwa digitale Technologien beim Pflanzenschutz, teilflächenspezifische Bewirtschaftung oder sensorbasierte Hacksysteme.

↗ Agripedia: themes.agripedia.ch > Thema > Pflanzenschutz

### Pflanzenschutzmittelbroschüre/Datenblätter

Im Folgenden sind hilfreiche Broschüren und Datenblätter aufgeführt:

- ***Betriebsmittelliste FiBL:*** Die Liste beinhaltet alle für den biologischen Landbau in der Schweiz zugelassenen Dünger, Substrate, Mulchmaterialien, Pflanzenschutzmittel, Reinigungs-, Desinfektions- und Hygienemittel, Mittel gegen Parasiten sowie Futter- und Siliermittel. Die Ausgabe für die Schweiz ist für die Produzentinnen und Produzenten von Bio Suisse und Demeter verbindlich.

↗ www.fibl.org > Infothek > Praxisinformationen > Betriebsmittel

- ***Broschüre Pflanzenschutzmittel im Feldbau:*** In der Broschüre «Pflanzenschutzmittel im Feldbau» wird aufgezeigt, wann eine Sonderbewilligung erforderlich ist und welche Auflagen an die Feldbauprodukte geknüpft sind. Zudem sind sämtliche Preise der in der Schweiz bewilligten Mittel sowie die Nachbaueinschränkungen der Herbizide aufgeführt. Tabellen der Ackerbaukulturen geben Auskunft über das Wirkungsspektrum, die Auflagen des Mittels sowie den Anwenderschutz. Zusätzlich werden aktuelle Themen wie etwa die Befüll- und Waschplätze, das Ansäuern der Brühe und Drift und Abschwemmung thematisiert.

↗ Broschüre bestellbar unter: www.strickhof.ch > Fachwissen > Pflanzenschutz > Wissen > Bestellung der Broschüre «Pflanzenschutzmittel im Feldbau»

- ***Datenblätter Ackerbau:*** Der Ordner beschreibt die Produktionstechnik der wichtigsten Ackerkulturen, die in der Schweiz angebaut werden, und orientiert sich dabei an den Anforderungen für den Ökologischen Leistungsnachweis (ÖLN). Zudem umfasst er die Anbautechnik des Bio-Landbaus. Dieser Ordner eignet sich für den Einsatz in der Praxis, Ausbildung und Beratung sowie in Fachstellen.

↗ Ordner in Papierform (Standard) oder online mit Abo bestellbar unter: agridea.abacuscity.ch > Produktetyp > Publikationen > Pflanzenbau, Umwelt, Natur, Landschaft > Ackerbau > Datenblätter Ackerbau

- ***Agroline Zielsortiment:*** Das AGROLINE Zielsortiment ist ein umfangreiches Nachschlagewerk. Es wird jedes Jahr überarbeitet und den aktuellen Vorgaben des Bundes angepasst. In den verschiedenen Broschüren sind alle Herbizide, Fungizide und Insektizide aufgeführt und jeder einzelnen Pflanze zugeordnet. Zudem enthält es Informationen zu Vorschriften und Auflagen vonseiten des Bundes (inkl. aktuelle Bekämpfungsschwellen). Das Zielsortiment gibt es für folgende Bereiche: Acker- und Futterbau, Obstbau, Weinbau, Gemüsebau und Beerenbau.
- ↗ Es kann unter folgender Webseite abgerufen werden: www.agroline.ch > Service > Zielsortiment

## Entscheidungshilfen im Obstbau und im Weinbau

Im Obst- und Weinbau existieren für die Überwachung von Schädlingen und Nützlingen verschiedene Methoden und es stehen seit Jahrzehnten ausgereifte Krankheitsprognosemodelle zur Verfügung.

Für die Überwachung von Schädlingen sind im Obstbau Klebe-, Pheromon- oder Lockstofffallen weit verbreitet. Zusätzlich zum Fallenmonitoring ist es möglich, mit Hilfe von Klopfproben oder systematisch durchgeführten visuellen Kontrollen das Schädlingsaufkommen in Parzellen abzuschätzen. Die so gewonnenen Informationen werden sowohl dafür genützt, zu beurteilen, ob ein Eingreifen notwendig ist, als auch dafür, den optimalen Behandlungszeitpunkt der immer selektiver wirkenden PSM einzuschätzen. Eine weitere Hilfestellung zur korrekten Terminierung von Insektizideinsätzen bietet die durch Agroscope betreute Prognoseplattform SOPRA für den Obstbau.

Für die Beurteilung des Infektionsrisikos durch Krankheiten gibt es verschiedene bewährte Prognosemodelle (z. B. RIMpro, VMVenturia, Maryblyt). Krankheitsprognosemodelle sind über Agrometeo oder auf der Website des FiBL einsehbar. Die Pflanzenschutzempfehlungen der Kantone stützen sich massgeblich auf Prognosemodelle und Feldbeobachtungen.

# 6

# Schaderreger und Nützlinge

# 6. Schaderreger und Nützlinge

In den folgenden Kapiteln werden die drei Gruppen von Schaderregern (Schädlinge, Krankheiten, Unkräuter) genauer erklärt. Im Anhang «Schaderreger und Nützlinge» sind zudem pro Beruf weitere wichtige Schaderreger und Nützlinge aufgelistet. Diese müssen im Feld ohne Hilfsmittel erkannt werden. Der Anhang «Schaderreger und Nützlinge» ist prüfungsrelevant. In der Prüfung darf das Lehrmittel ausschliesslich ohne den Anhang «Schaderreger und Nützlinge» verwendet werden.

↗ Mehr Informationen zu Bekämpfungsmöglichkeiten der Schaderreger (vorbeugend, biologisch, biotechnisch und chemisch) finden Sie im Kapitel «3. Pflanzenschutzmittel, Öko- und Humantoxikologie» auf der Seite 34.

## Einteilung der Schaderreger

Schaderreger beeinflussen Kulturpflanzen negativ, was zu geringerem Ertrag und/oder schlechterer Qualität führt. Die Schaderreger lassen sich in drei Gruppen einteilen: tierische Schädlinge, Krankheiten und Unkräuter. Manchmal sind Schädlinge einer Gruppe auch «Türöffner» für Schädlinge einer anderen Gruppe. Diese nennt man Vektoren (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, Phytoplasmen und Viren verursachen ebenfalls Verfärbungen (Chlorosen), Nekrosen, Wachstumsstörungen oder Fäulnis an Pflanzenteilen.
- Unkräuter beeinträchtigen das Pflanzenwachstum, indem sie mit der Kulturpflanze um Licht, Wasser und Nährstoffe konkurrieren.

↗ Mehr Informationen dazu finden Sie im Kapitel «5. Monitoring» auf der Seite 94.

Das Auftreten von Schaderregern wird durch Standortfaktoren, Sorte, Kulturführung und Wetter beeinflusst. Eine sorgfältige, regelmässige Beobachtung der Kulturpflanzen 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 Ernteausfällen oder Qualitätseinbussen führen. Zum Beispiel kann der Maiszünsler in Maisfeldern bis zu 40 % Ertragsverlust verursachen.

Die Wahl der Bekämpfungsmassnahmen hängt von der Art des Schaderregers ab. Indirekte Massnahmen wie die richtige Fruchtfolge, geeignete Sortenwahl und Förderung von Nützlingen sollen immer zum Einsatz kommen und können bereits ausreichen. Andernfalls 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 Schadpotential für die Kulturpflanze 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
- ↗ Buch «Pflanzenschutz im nachhaltigen Ackerbau» der Edition-lmz AG: www.edition-lmz.ch > Landwirtschaft > Haus und Garten > Pflanzenschutz im nachhaltigen Ackerbau
- Datenblätter (Agridea)
- Buch «Pflanzenschutz im Integrierten Gemüsebau» (ab 2025 erhältlich)
- ↗ Pflanzenschutzempfehlungen für den Erwerbsobstbau: www.agroscope.admin.ch > Themen > Pflanzenbau > Obstbau > Pflanzenschutz Obstbau > Pflanzenschutzempfehlungen und Merkblätter
- ↗ SOPRA Schädlingsprognose für den Obstbau: sopra.agroscope.ch > Empfehlungen
- ↗ Pflanzenschutzempfehlungen für den Rebbau: www.agroscope.admin.ch > Themen > Pflanzenbau > Weinbau > Pflanzenschutz im Rebbau

# 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 gut 100 Arten gelten als landwirtschaftlich bedeutende Schädlinge.

Insekten können sich schnell vermehren und plötzlich in grossen Massen auftreten. Dies hängt vom Wetter, der Nahrungsverfügbarkeit und den 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, benötigen sie 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 hat 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. Es werden drei Hauptgruppen von Mundwerkzeugen unterschieden. Larven und erwachsene Insekten (Adulte) derselben Art haben häufig verschiedene Mundwerkzeuge (z. B. Raupen beissende, Schmetterlinge leckend-saugende).

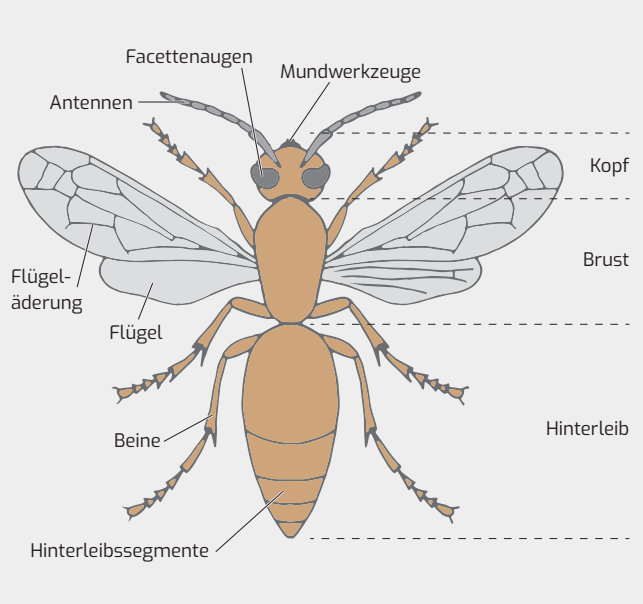
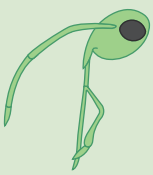



**Abb. 84: Typischer Bauplan eines Insekts**

**Tab. 13: 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 Saugschäden (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 er ein Weibchen über einen Kilometer Entfernung riechen. Bei Schmetterlingen, dessen Raupen Pflanzen schädigen, setzen Pheromon-Dispenser genau dort, beim Geruchssinn an. Durch die hohe Konzentration von artspezifischen Pheromonen in der Luft (weibliche Sexuallockstoffe, um die Männchen anzulocken) 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, daher verstecken sich viele Arten bis zu ihrer Erhärtung. 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 der 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 und 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 Insekt kann das Puppenstadium nur wenige Tage bis mehrere Monate dauern. Aus der Puppe schlüpft schliesslich ein erwachsenes Insekt (Imago, Adult). 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, Maiszünsler), im Puppenstadium (z. B. Traubenwickler) oder als erwachsenes Tier (z. B. Marienkäfer, Florfliegen, Kartoffelkäfer, Getreidehähnchen). Manche Insektenarten entwickeln in der warmen Jahreszeit oder im gedeckten Anbau unter guten Bedingungen sogar mehrere Generationen – dabei spielen Witterungsverhältnisse und Nahrungsangebot eine wichtige Rolle.

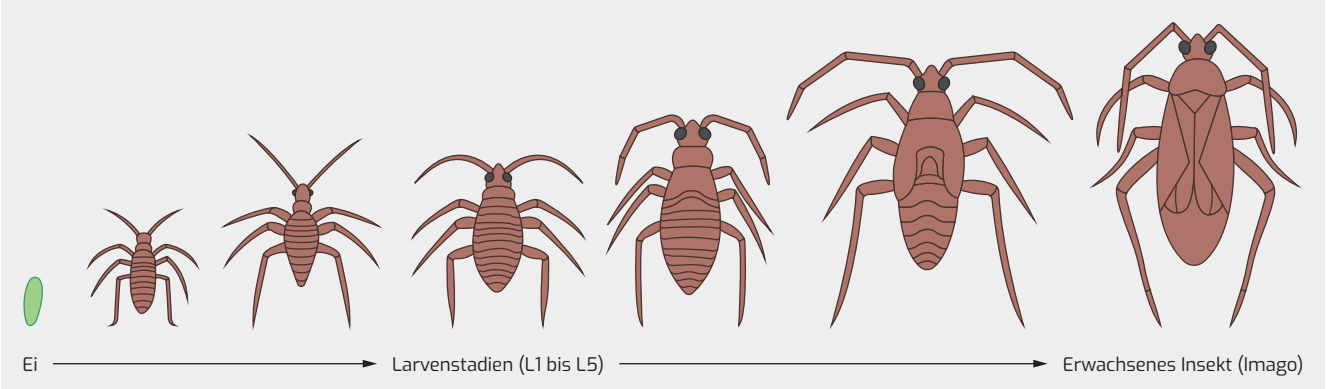



**Abb. 85: Unvollständige Verwandlung einer Wanze**

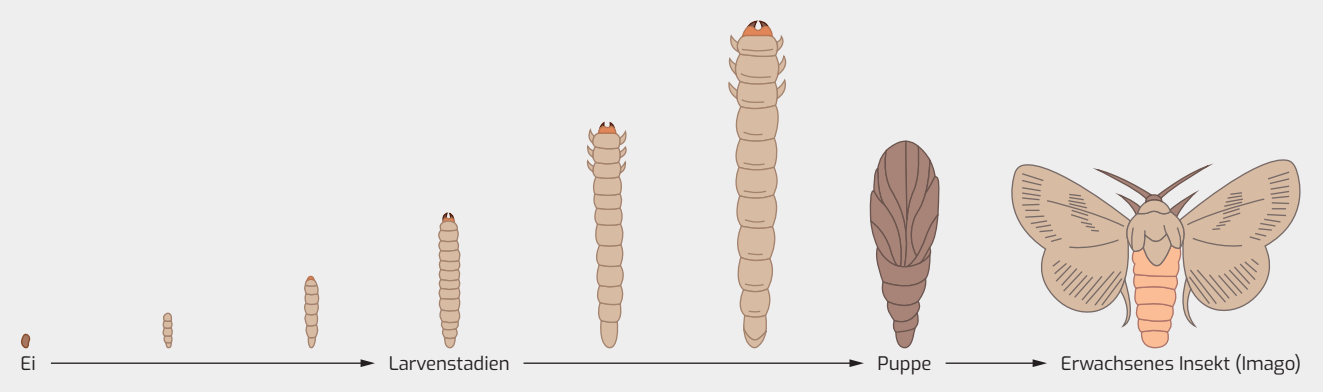
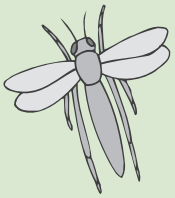
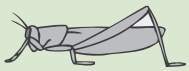



**Abb. 86: Vollständige Verwandlung eines Schmetterlings**

## Einteilung ausgewählter Insekten

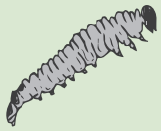
Schadsymptome und Schadinsekten sollten korrekt bestimmt werden, um geeignete Massnahmen zu deren Regulierung abzuleiten und Nützlinge nicht zu beeinträchtigen. Die nachfolgende Tabelle gibt einen Überblick, um Insekten der richtigen Ordnung zuzuordnen. Als Bestimmungskriterien dienen ihre Flügelanzahl und Flügelausprägung sowie ihre Ernährungsweise. Ausgewählte Insekten werden im Anschluss im Detail behandelt.

**Tab. 14: Einteilung der wichtigsten Insekten (unvollständige Metamorphose)**

| Ordnung<br>▶ Familie* (Beispiel) | Erwachsene | Merkmale | Nymphen | Merkmale | Bemerkungen |
|---|---|---|---|---|---|
| **Geradflügler**<br>▶ Heuschrecken<br>▶ Maulwurfsgrillen (Werren) |  | ▶ Grösse: 10–70 mm<br>▶ oft kräftige Sprungbeine<br>▶ beissende Mundwerkzeuge |  | ähnlich wie Erwachsene, Flügel nicht sichtbar oder nicht ganz ausgebildet | Frassschäden durch Erwachsene und Nymphen |
| **Halbflügler**<br>▶ Blattläuse<br>▶ Mottenschildläuse (Weisse Fliege)<br>▶ Wanzen<br>▶ Zikaden |  | ▶ Grösse: 1–30 mm<br>▶ 4 Flügel oder ungeflügelt<br>▶ stechend-saugende Mundwerkzeuge |  | oft ähnlich wie Erwachsene, Flügel nicht sichtbar oder nicht ganz ausgebildet | Saugschäden durch Erwachsene und Nymphen |
| **Thripse**<br>▶ (Erbsenthrips)<br>▶ (Zwiebelthrips)<br>▶ (Getreidethrips)<br>▶ (Raubthrips) |  | ▶ Grösse: 1–2 mm<br>▶ 4 Flügel mit Fransen<br>▶ 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. 15: Einteilung der wichtigsten Insekten (vollständige Metamorphose)**

| **Ordnung**<br>▶ Familie*(Bps.) | **Erwachsene Bsp.** | **Merkmale** | **Larven Bsp.** | **Merkmale** | **Bemerkungen zu Schädlingen** |
|---|---|---|---|---|---|
| **Hautflügler**<br>▶ Pflanzenwespen<br>▶ Gallwespen<br>▶ Schlupfwespen<br>▶ Bienen<br>▶ Ameisen |  <br>Blattwespe | ▶ - Grösse: 1-40 mm<br>▶ 4 durchsichtige Flügel<br>▶ beissende Mundwerkzeuge |  <br>Blattwespe | Pflanzenwespe: ähnlich wie Raupe, min. 5 Paar Bauchbeine | Frassschäden durch Larven der Pflanzen- und Gallwespen |
| **Käfer**<br>▶ Blattkäfer (Kartoffelkäfer)<br>▶ Rüsselkäfer (Apfelblütenstecher)<br>▶ Laufkäfer<br>▶ Marienkäfer<br>▶ Kurzflügler |  <br>Laufkäfer | ▶ Grösse: 4–80 mm<br>▶ 4 Flügel (harte Deckflügel)<br>▶ beissende Mundwerkzeuge |  <br>Engerling<br>  <br>Rüsselkäfer | 3 Paar Brustbeine (Engerlinge, Drahtwürmer)<br>keine Beine (Rüsselkäfer, Borkenkäfer) | Frassschäden durch Erwachsene und Larven |
| **Fliegen**<br>▶ Bohrfliegen (Kirschenfliegen)<br>▶ Blumenfliegen (Kohlfliegen, Rübenfliegen)<br>▶ Schnaken (Wiesenschnaken)<br>▶ Trauermücken<br>▶ Schwebfliegen |  <br>Halmfliege | ▶ Grösse: 3–40 mm<br>▶ 2 Flügel, 2 Schwingkölbchen<br>▶ stechend-saugende oder leckend-saugende Mundwerkzeuge |  <br>Halmfliege | Ohne deutlichen Kopf und ohne Beine (Maden) | Saugschäden und Frassschäden nur durch Maden |
| **Schmetterlinge**<br>▶ Eulenfalter (Eulenraupen)<br>▶ Spanner (Frostspanner)<br>▶ Wickler (Apfelwickler)<br>▶ Zünsler (Maiszünsler)<br>▶ Miniermotten |  | ▶ Grösse: 4–80 mm<br>▶ 4 Flügel mit Schuppen bedeckt,<br>▶ leckend-saugende Mundwerkzeuge (Rüssel) |  <br>Weissling<br>  <br>Spanner | 3 Paar Brustbeine, 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, Schwarze Bohnenblattlaus) können nur bei starkem Befall Schaden verursachen. Bei einigen ist die Bekämpfungsschwelle hingegen sehr niedrig (z. B. Mehlige Apfelblattlaus, Grüne Pfirsichblattlaus). Bereits wenige 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, trocknes 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, zum Beispiel überträgt die Grüne Pfirsichblattlaus den Milden Vergilbungsvirus (BMYV) im Zuckerrübenanbau oder die Getreideblattlaus das Gelbverzwergungsvirus (BYDV) in Wintergerste.

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




**Abb. 87: 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.

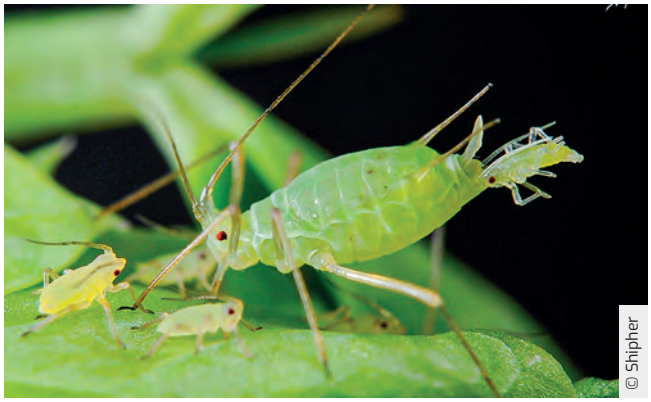



**Abb. 88: Lebendgeburt der Grünen Pfirsichblattlaus**

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. 89: Schadbild der Blattlaus**

Bekämpfung

- Vorbeugend:
  - frühe, schnelle Entwicklung der Pflanzen fördern
  - Nützlinge schonen und fördern
  - Biodiversitätsförderflächen anlegen und pflegen
  - ausgeglichene Stickstoffdüngung
  - gegenüber Viruserkrankungen resistente Sorten
- Biologisch:
  - Gewächshaus-Gemüsebau:
    - Nützlinge wie Pilzsporenpräparat Verticilium lecanii, Adalia-Marienkäferlarven, Schlupfwespen, Raubwanzen, Raubmilben, insektenparasitierende Pilze
    - teils in Kombination mit nützlingsschonenden Insektiziden
    - offene Zucht/Anzucht von Nützlingen
- Biotechnisch:
  - Gemüsebau: Deckung der Frühkulturen mit Vliesen
- Chemisch:
  - Es stehen chemisch-biologische und chemisch-synthetische PSM zur Verfügung.
  - Ackerbau: meist nur bei starkem Befall notwendig, Bekämpfungsschwelle beachten
  - Gemüsebau: sobald Befall mit ungeflügelten Blattläusen auftritt
  - Obst- und Beerenbau: Winter- und Austriebsspritzmittel 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

Die Weisse Fliege (Mottenschildlaus) gehört in Gewächshäusern (Gurken, Tomaten, Auberginen) zu den häufigsten Schädlingen. Im Freiland kann sie an Kohlarten und Karotten erhebliche Schäden verursachen, zudem zählt sie 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. 90: Weisse Fliegen bei der Eiablage auf der Unterseite eines Rosenkohl-Blattes**




**Abb. 91: Kreisförmig abgelegte Eier**

Schadsymptome

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




**Abb. 92: Verschiedene Larvenstadien der Weissen Fliege**

Bekämpfung

- Vorbeugend:
  - Gewächshaus-Gemüsebau:
  - Optimierung des Gewächshausklimas
  - Vermeidung der Verschleppung von befallenem Gewächshaus in nicht befallenes Gewächshaus
  - Freiland-Gemüsebau:
  - Einarbeitung der Rüstabfälle in Boden
  - Keine Neupflanzung von Wirtspflanzen neben bereits befallenen Flächen!
- Biologisch (Gewächshaus-Gemüsebau):
  - Freilassung von Nützlingen: Encarsia-Schlupfwespen, Eretmocerus-Schlupfwespen, Macrolophus-Raubwanzen, krankheitserregendes Pilzmycel
- Biotechnisch (Freiland-Gemüsebau):
  - Kleinere Flächen vor einem Befall mit Schutznetz decken. Nur wirksam, wenn keine anderen Kohlkulturen in unmittelbarer Nähe stehen (sonst Neuzuflug bei offenem Netz).
- Chemisch:
  - Es stehen chemisch-biologische und chemisch-synthetische PSM zur Verfügung.
  - Insektizide gegen Weisse Fliege auf Blattunterseiten in kurzen Intervallen von 8 bis 10 Tagen spritzen.

**Encarsia formosa gegen die Weisse Fliege**

Die Schlupfwespe Encarsia formosa (0,5 mm gross) wird seit Jahren erfolgreich zur Bekämpfung der Weissen Fliege im Gewächshaus-Gemüsebau 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.

↗ www.agroscope.admin.ch > Themen > Pflanzenbau > Gemüsebau > Gemüsebau-Info > Gemüsebau-Info 2019 > Gemüsebau Info 23/2019

## Thripse

Thripse (Fransenflügler, Blasenfüsse) gehören mit 1 bis 2 mm Körperlänge 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 Pflanzensäften ernähren. Thripse treten insbesondere im Gemüsebau als Schädlinge auf. Im Acker-, Obst und Weinbau 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 (z. B. Tomatenbronzefleckenvirus).

Beschreibung

- 1–2 mm Körperlänge
- stechend-saugende Mundwerkzeuge
- Adulte sind bräunlich bis schwarz, Nymphen weisslich bis gelblich.
- Alle Stadien halten sich vorwiegend auf der Blattunterseite oder in Spalträumen auf (Blüten, Blattachseln, im Getreide in der Halmscheide, Zwiebelthrips in den Blattscheiden der Zwiebelblätter), teils auch im oder auf dem Boden.


© Ulrich Remund, Agroscope

**Abb. 93: Thrips: Adulttier**


© Erich Städler, Agroscope

**Abb. 94: Thrips: Larve**

Lebenszyklus

- Frühling: Sobald trockenes, warmes Wetter herrscht, erscheinen erwachsene Thripse und verursachen erste Saugschäden an Triebspitzen von Jungpflanzen sowie überwinterndem Lauch.
- Juni: Je nach Art werden Eier auf oder in das Pflanzengewebe abgelegt. Nach 8 Tagen schlüpfen die Larven. Pro Saison sind im Freiland 1–4 Generationen, im Gewächshaus bis zu 12 Generationen möglich.
- August: Aufsuchen vom Überwinterungsquartier, je nach Art der Überwinterung im Boden oder auf Wirtspflanze

Ökologie

- Entwicklungsdauer wird von Temperatur und Luftfeuchtigkeit beeinflusst.
- Hitze und Trockenheit fördern den Schaddruck und führen zu Massenbefall.
- Im Sommer kritisch, wenn grosse Mengen an Thripsen aus Nachbarkulturen (Getreide, Mais) zufliegen.

Schadsymptome

- Auf den Blättern finden sich kleine silbrigweisse Punkte, Flecken und Striche.
- Saugschäden auf Blattunter- und Blattoberseite sowie auf Blüten
- Wachstumsstockungen, Wuchsdeformation und Gallen möglich


© Hanspeter Buser, Agroscope

**Abb. 95: Thripsschaden an Lauch**

Bekämpfung

- Vorbeugend:
  - IR-Sorten (robuste Sorten)
  - genügend Feldabstand zu den Feldern des vorjährigen Anbaus mit Zwiebeln, Lauch und Fenchel (mindestens 500 m)
- Biologisch:
  - Gewächshaus-Gemüsebau: Freilassung von Nützlingen: Encarsia-Schlupfwespen, Eretmocerus-Schlupfwespen, Macrolophus-Raubwanzen, krankheitserregendes Pilzmycel
  - Gewächshaus-Gemüsebau 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 Erdklee oder Raygras), Thripse mögen keine Feuchtigkeit.
  - Einsatz von Schutznetzen mit glänzender Oberfläche verhindert Eiablage.
- Chemisch:
  - Bester Behandlungszeitpunkt ist bei warmen und hellen Bedingungen, weil dann die Thripse am aktivsten sind.
  - Einsatz von bewilligten PSM möglich, auf nützlingsschonende Eigenschaften achten

**Käfer**

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.

***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 sind vor allem Mais, Getreide, Raps und Kartoffeln. Im Ackerbau ist der wirtschaftliche Schaden bei Kartoffeln am grössten, im Gemüsebau betrifft es vor allem Gänsefussgewächse und Korbblütler.




**Abb. 96: Saatschnellkäfer (Drahtwurm): Adulttier**




**Abb. 97: 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 ausschlüpfenden, 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.

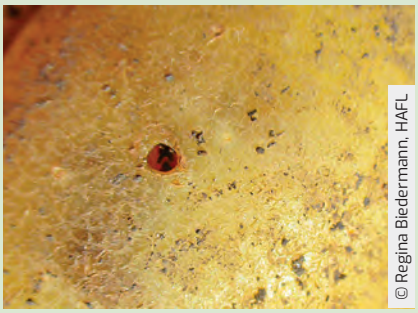
Ökologie

- bevorzugt feuchte, humose (über 5 %) und tendenziell saure Böden mit hohem Pflanzenbestand (Wiesen und Wintergetreide)
- 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. 16)
- Siehe auch «Abb. 151: Drahtwurmschaden in Wintergerste» auf der Seite 149.

**Tab. 16: Verwechslungsgefahr der Schadsymptome des Saatschnellkäfers in Kartoffeln**

| Drahtwurm | Drycore | Schnecken |
|---|---|---|
|  © Regina Biedermann, HAFL |  © pflanzenkrankheiten.ch |  © Regina Biedermann, HAFL |
| Runde, meist scharfe abgegrenzte Löcher mit einem Durchmesser von 2 bis 3 mm, die tief in die Knolle hineinragen können. | 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. | Löcher von 2 bis 8 mm Durchmesser, im Knolleninneren oft deutlich breiter. Die Schäden können bereits im Juni auftreten. |

Bekämpfung

- Vorbeugend:
  - Fruchtfolgeplanung:
    - auf gefährdeten Parzellen 1 bis 3 Jahre nach Wiesenumbruch oder Wintergetreide empfindliche Kulturen (z. B. Kartoffeln) meiden
    - Gänsefussgewächse und Korbblütler frühestens im 3. Jahr nach Frischumbruch
  - 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
  - Biolandbau: Risiko mit Köderfallen im Herbst abklären
- Biologisch:
  - Metarhizium brunneum (Pathogener Bodenpilz)
- Biotechnisch:
  - Bodenbearbeitung, wenn Drahtwürmer an Oberfläche sind (März/April und Juli/August)
  - Flache Stoppelbearbeitung (5–10 cm) bei heisser Witterung im Juli/ August tötet frische Eigelege und junge Larven.
- Chemisch: keine

**Fliegen, Mücken (Zweiflügler)**

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. Wie bei Schmetterlingen suchen die ausgewachsenen Zweiflügler Blüten als Nahrungsquelle auf.

***Kirschessigfliege (KEF)***

Die Drosophila suzukii stammt ursprünglich aus Südostasien und erreichte im Jahr 2011 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 bis 4 mm gross, hellbraun mit roten Augen, ähnlich einheimischer Essigfliege (unterscheidbar sind die Männchen mit dunklen Flügelspitzen)
- Larve: weiss (oft mehrere pro Frucht)
- pro Weibchen 300 bis 400 Eier

Lebenszyklus

- Eiablage geschieht nach Farbumschlag der Früchte, kurz bevor diese reif sind (Pflanzenschutzapplikation problematisch).
- 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 vom Ei bis zur adulten Fliege 8–14 Tage.
- pro Jahr mehrere Generationen
- Befruchtete Weibchen überwintern in Hecken und Waldrändern.
- erste Massenvermehrung zur Zeit der Kirschenernte im Juni




**Abb. 98: Kirschessigfliege (KEF): Adulttier (Männchen)**




**Abb. 99: Kirschessigfliege (KEF): Larven (ca. 5 mm lang) in der Kirsche**

Ökologie

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

Schadsymptome

- Schaden nur durch Maden, die Fruchtfleisch fressen
- Früchte werden weich und die Haut fällt ein (Delle), aufgrund des Essiggeschmacks ungeniessbar und verfaulen.
- KEF kann bis zu 99 % der Kirschenernte zerstören.




**Abb. 100: Kirschessigfliege (KEF): Schadsymptom an Kirsche**

Bekämpfung

- Vorbeugend:
  - Pflege: Unterwuchs tief halten, Fahrgassen mulchen, Feuchtigkeitsquellen (Pfützen) minimieren, um der KEF an heissen Tagen keine Rückzugsmöglichkeiten zu bieten
  - überreife oder defekte Früchte entfernen
  - mehrere Erntedurchgänge (alle 1–2 Tage im Zeitraum August-September)
  - befallene Früchte entsorgen
- Biologisch:
  - Kaolin (z. B. Brennobst)
- Biotechnisch:
  - Einnetzung der Kulturen (max. 1,4 x 1,4 mm)
- Chemisch:
  - Es stehen chemisch-synthetische und chemisch-biologische PSM 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

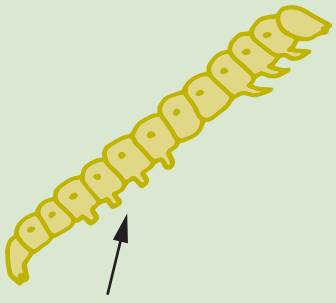
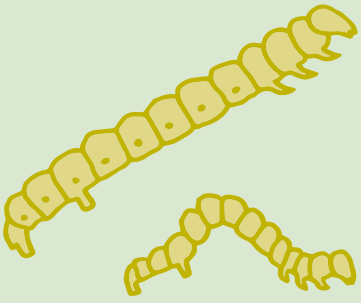
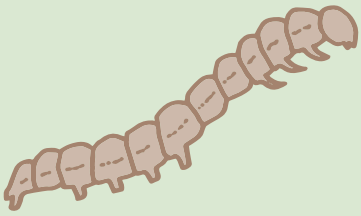
Schätzungsweise gibt es 180 000 Schmetterlingsarten weltweit. 3700 Arten leben in der Schweiz, wovon nur ein Bruchteil als landwirtschaftlich bedeutende Schädlinge gelten. Schädlich sind Schmetterlinge nur als Larve (Raupe), denn nur dann ernähren sie sich von Kulturpflanzen. Im erwachsenen Stadium leben 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.

Die bedeutendsten Schmetterlingsfamilien in der Landwirtschaft sind Wickler, Spanner, Eulenfalter, Zünsler und Weisslinge. Je nach Familie und Art unterscheiden sich die Schmetterlinge in Aussehen und Lebenszyklus. Sie unterscheiden zu können, ist Voraussetzung für eine erfolgreiche Bekämpfung. So gelten im Obstbau Wickler teils als problematische Schädlinge, wohingegen Spanner und Eulenfalter meist ungefährlich sind.

**Tab. 17: Beispiele wichtiger Schädlinge in der Landwirtschaft**

| Beruf | Kulturen | Bsp. Schadinsekt |
|---|---|---|
| Ackerbau | Mais | ▶ Maiszünsler |
| Gemüsebau | Allgemein<br>Kreuzblütler | ▶ Eulenfalter (Erdraupen)<br>▶ Kohlweisslinge |
| Obstbau | Kernobst<br>Pflaumen | ▶ Apfelwickler<br>▶ Pflaumenwickler |
| Weinbau | Reben | ▶ Einbindiger Traubenwickler<br>▶ Bekreuzter Traubenwickler |

**Tab. 18: 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 im Obstanbau. 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 Flügelenden, 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. 101: Apfelwickler: Adulttier**




**Abb. 102: 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.

Schadsymptome

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

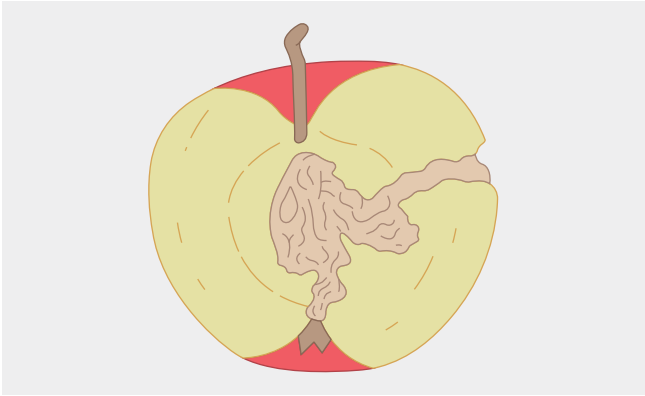
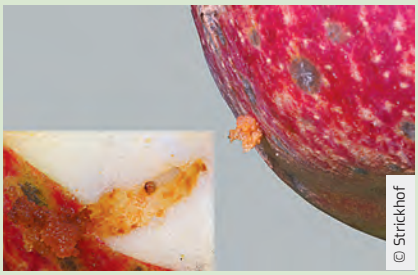


**Abb. 103: Apfelwickler: Frassgänge in Apfel**

**Tab. 19: Schadsymptome des Apfelwicklers**

| Frischer Befall | Älterer Befall | Apfelwickler gestoppt |
|---|---|---|
|   |   |   |
| ▶ Frassspuren um Einbohrloch<br>▶ roter Hof um Schadstelle<br>▶ Spiralgang unter Fruchthaut | ▶ Einbohrloch mit vertrockneten Rändern<br>▶ Gänge mit Kot gefüllt<br>▶ Frassschäden an Fruchtfleisch und Kerngehäuse<br>▶ vorzeitiges Abfallen unreifer Früchte | ▶ kein Kot sichtbar<br>▶ verkorkte Schicht unter der Einbohrstelle<br>▶ kein Bohrgang ins Innere |

Bekämpfung

- Vorbeugend:
  - Überwinterungsplätze für Raupen minimieren
    - rissige Weichholzpfähle austauschen
    - in der Krone verbliebene Fruchtmumien entfernen
    - gerodetes Altholz nicht in der Nähe der Anlagen lagern
  - überwinternde Larven mit Bambusstäben oder Klebefallen abfangen befallene Äpfel abpflücken, 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
- Biotechnisch:
  - Verwirrungstechnik: Ausgebrachte weibliche Lockstoffe (Pheromone) verhindern bei den Männchen ein Auffinden der weiblichen Artgenossen und somit die Paarung.
- Chemisch:
  - Zugelassene chemisch-biologische PSM

## Andere Schädlinge

### Spinnmilben

Mit 8 Beinen zählen 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.

***Obstbaumspinnmilbe (Rote Spinne)***

Beschreibung

- Spinnmilben sind 0,5 mm gross, Weibchen sind rot, Männchen und Larven gelblich bis rötlich gefärbt.
- Larven haben 3 Beinpaare und erwachsene Tiere 4 Beinpaare.


© Agroscope

**Abb. 104: Obstbaumspinnmilbe (Rote Spinne): Adulttier**

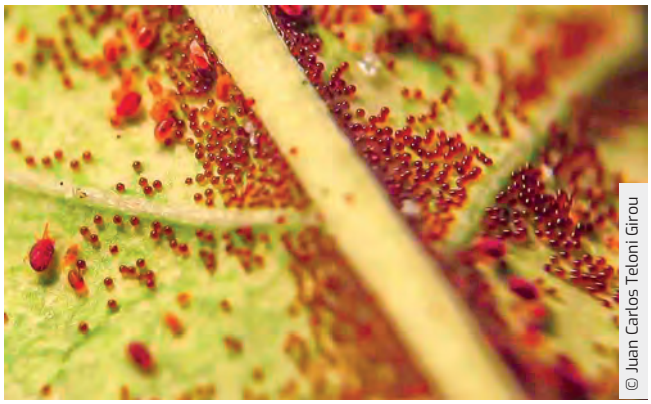

© Juan Carlos Teloni Girou

**Abb. 105: Obstbaumspinnmilbe (Rote Spinne): starker Befall durch Adulte**

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

Ökologie

- Entwicklung des Schädlings wird durch warmes Wetter, anfällige Sorten, übermässige Stickstoffversorgung der Blätter und schlechte Belüftung der Bestände (z. B. Hagelschutznetze) gefördert.

Schadsymptome:

- Bei starkem Befall erscheinen ganze Zweige rot.

Obstbau:

- weisslich gesprenkelte Blätter (zu Beginn des Befalls), später gelblich-bronze-farbene Blätter (Saugschäden)
- Blätter werden vorzeitig abgeworfen.
- Fruchtansatz und -wachstum werden gehemmt.
- wird erst bei massenhaftem Auftreten gefährlich

Weinbau:

- Während des Austriebs bleiben die ersten Blätter klein, zeigen dunkle Blattrandzipfel und sehen filzig behaart aus.
- Im Gegenlicht sind kleine, silbrige Flecken auf Blättern zu erkennen (Saugstellen).
- Reduzierte Fotosyntheseleistung und vorzeitiger Blattfall führen zu geringerer Holz- und Traubenreife.


© Herbert Neukomm, Schaffhausen

**Abb. 106: 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 (mittels Filzbändern, Langtrieben oder Rebschösslingen))
- Biologisch:
  - Aussetzen von Raubmilben
- Biotechnisch: keine

- Chemisch:
  - Pflanzenschutzmitteleinsatz möglich
  - raubmilbenschonende Mittel einsetzen
  - Gegen Eigelege: Austriebsspritzungen (von Knospenaufbruch bis sich das erste Blatt entfaltet und vom Trieb abgespreizt hat) auf Basis der Wirkstoffe Paraffinöl oder Rapsöl.
  - 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!
  - Weinbau: ab dem Dreiblattstadium chemische Behandlung möglich, insofern Bekämpfungsschwelle überschritten ist

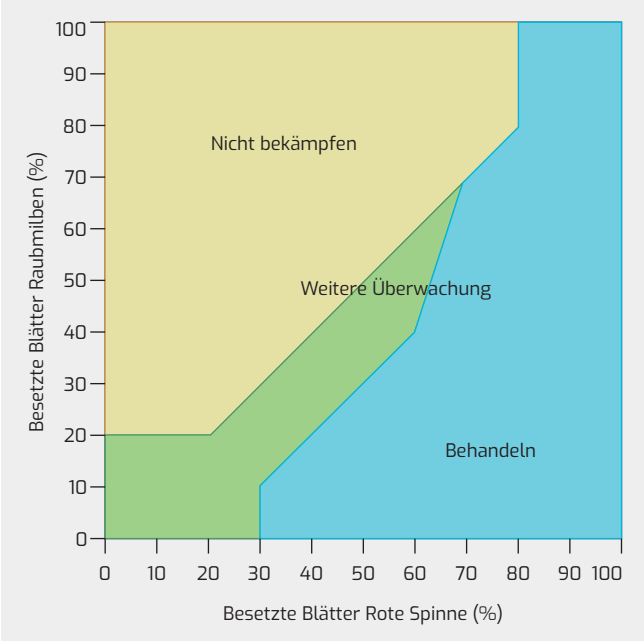



**Abb. 107: Graphische Hilfestellung beim Entscheid über einen allfälligen Akarizideinsatz aufgrund des Spinn- und Raubmilbenbesatzes**

### Schnecken

Schnecken sind Allesfresser und damit bedeutende Schädlinge im Ackerbau und Gemüsebau. Zu den wichtigsten Arten gehören die Genetzte Ackerschnecke, die Einfarbige Ackerschnecke, die Gartenwegschnecke und die Spanische Wegschnecke. Im Gewächshaus-Gemüsebau können wegen des feuchtwarmen und frostfreien Klimas weitere Arten auftreten, hier ist das Problem jedoch wesentlich geringer als im Freiland. Gurken, Auberginen und Peperoni sind sehr anfällig, während Tomaten unempfindlich sind. Im Ackerbau sind die Kulturen in erster Linie im Jugendstadium gefährdet (z. B. Raps, Zuckerrüben). Im Kartoffelbau können Schnecken auch an den Knollen grössere Schäden anrichten.




**Abb. 108: Genetzte Ackerschnecke**




**Abb. 109: Grosse Wegschnecke**

Schadsymptome

- Jungpflanzen werden oft vollständig aufgefressen.
- unregelmässiger Loch- oder Blattrandfrass an Blättern (z. B. Kopfsalat)
- Lochfrass an Wurzelfrüchten (z. B. Kartoffeln, Karotten) und Früchten (z. B. Erdbeeren)
- Schleimspuren und Kotausscheidungen verringern die Qualität des Ernteproduktes.



© Josef Schlaghecken, Pfalz

**Abb. 110: Frassschaden durch Schnecken an Basilikum**

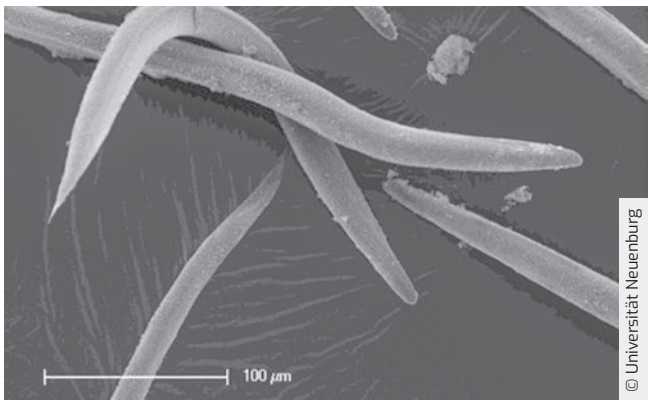
Bekämpfung

- 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 an Feldrändern regelmässig mulchen, um feuchte Schlupfwinkel zu minimieren.
  - Empfindliche Kulturen nicht am Feldrand platzieren.
- Biologisch:
  - Gemüsebau: Nematoden gegen Schnecken
- Biotechnisch: keine
- Chemisch:
  - Schneckenköder (oft nur Rand- oder Reihenbehandlung notwendig)

↗ www.agroscope.admin.ch > Publikationen > Publikationssuche «Schneckenbefall im Gemüsebau erkennen und bekämpfen»

**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 auch als Schädlinge oder Vektoren von Krankheiten in der Landwirtschaft. Sie saugen an den Wurzeln von Kulturpflanzen oder leben innerhalb der Pflanzen als Parasiten. Bedeutende Schäden verursachen sie vor allem im Acker- und Gemüsebau. Im Ackerbau sind hauptsächlich Zuckerrüben (Rübenkopfälchen, Rübenzystenälchen), Getreide (Stängelälchen, Wurzelläsionsnematoden) und Kartoffeln (Zystenälchen) betroffen. Im Gemüsebau sind die wichtigsten Nematodenarten die Wurzelgallenälchen, die Zystenälchen, die Wandernden Wurzelnematoden und Stängel- oder Stockälchen.




© Universität Neuenburg

**Abb. 111: Rübenkopfälchen**

Schadsymptome

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



© Hans Ramseier, HAFL

**Abb. 112: Rübenkopfälchen Schadbild**

Bekämpfung

- Vorbeugend:
  - Ackerbau:
    - optimale Fruchtfolge einhalten
    - resistente/tolerante Sorten wählen
    - befallene Pflanzen vernichten
  - Gewächshaus-Gemüsebau:
    - nicht nematodenanfällige Unterlagen verwenden
  - Freiland-Gemüsebau:
    - Verzicht auf Anbau von gefährdeten Kulturen
    - IR- oder HR-Sorten (robuste Sorten) verwenden
- Biologisch:
  - Fangpflanzen wie Sandhafer, Ölrettich, Senf säen
  - Biofumigation: Senf als Gründüngung wird gemulcht und in den Boden eingearbeitet. Die im Boden gebildeten Senfölgase (Glukosinolate) töten die Nematoden zum Teil ab.
  - Achtung: Gewisse Gründüngungen mit Leguminosen können einige Arten von Nematoden auch fördern. Auf diese in den Mischungen allenfalls verzichten.
- Biotechnisch:
  - Gewächshaus-Gemüsebau: Substrate und Böden können mittels Dampf sterilisiert werden. Dadurch wird die gesamte Bodenflora und -fauna abgetötet.
  - Freiland-Gemüsebau: Dampfsterilisation (sehr energieaufwendig und teuer)
- Chemisch: keine

↗ www.lfl.bayern.de > Suche «Nematoden im Feldgemüsebau»

↗ www.agroscope.admin.ch > Publikationen > Publikationssuche «Einfluss verschiedener Wirtspflanzen auf das Schad- und Vermehrungspotential des nördlichen Wurzelgallennematoden»

**Mäuse**

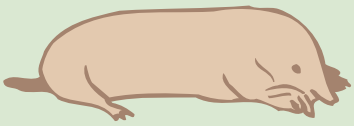
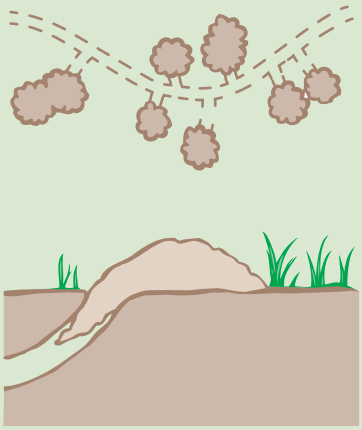
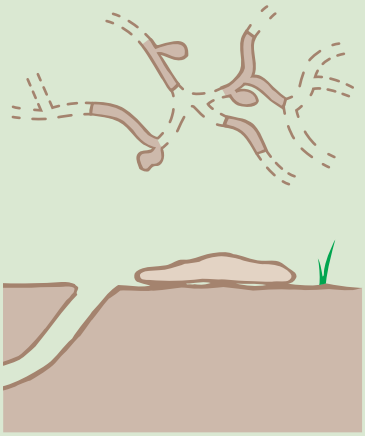
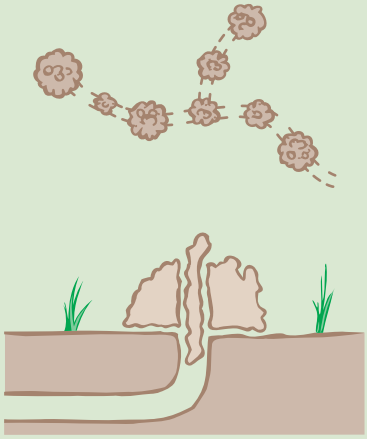
Wühlmäuse (Schermäuse) und Feldmäuse (siehe Tab. 20) treten im Abstand von einigen Jahren vermehrt auf, wobei vor allem Wühlmäuse lokal immer wieder zu grossen Schäden in Naturwiesen sowie Obst- und Gemüsekulturen führen. Die Mäusebekämpfung in der Landwirtschaft ist aufwendig und mausfreie Flächen werden vom Rand her neu besiedelt. Eine überbetriebliche Zusammenarbeit bei der Bekämpfung lohnt sich also. Im Gegensatz zu den Mäusen (Nagetieren) gehören der Maulwurf und die Feldspitzmaus zur Familie der Insektenfresser, folglich fressen sie keine Pflanzenteile. Sie ernähren sich von allerlei Insekten und Larven und gelten somit auch als Nützling. Der Maulwurf schadet nur indirekt durch die unansehnlichen Hügel und sein Gangsystem, das gern von Wühlmäusen übernommen wird.

Bekämpfung

- Vorbeugend:
  - regelmässig mähen (10 cm), kein altes Gras einwintern lassen
  - anfällige Kulturen nicht in der Nähe von Ökoelementen anbauen, so dass keine Rückzugsmöglichkeiten vorhanden sind
  - Leerbauten zerstören
  - Strukturen für natürliche Feinde z. B. Eulen, Greifvögel, Graureiher, Wiesel und Hermeline schaffen (Hecken, Sitzstangen, Steinhaufen)
  - Obstbau:
    - Drahtkorb um Wurzeln bei Pflanzung von Jungbäumen
- Biologisch: keine
- Biotechnisch:
  - Mäusefallen (bei hohem Befall 50 Stk./ha)
- Chemisch: keine

↗ www.bioaktuell.ch > Pflanzenbau > Obstbau > Pflanzenschutz > Krankheiten und Schädlinge > Krankheiten und Schädlinge Kernobst > Mäusebekämpfung

**Tab. 20: Unterschiede zwischen Mäusen und Maulwürfen**

| | Wühlmaus (Schermaus) | Feldmaus | Maulwurf |
|---|---|---|---|
| **Aussehen** |  |  |  |
| |   |   |   |
| | 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 mitten unter dem Haufen |
| **Schadsymptome** | An Grasnarben, in Obstkulturen und Gemüsegärten<br>▶ Grosse Ertragsausfälle | Grasnarbenschäden, «Fällen» von Getreidehalmen, Schäden in Obstkulturen und Gemüsegärten<br>▶ Mittlere Schäden | Verschmutztes Futter, Maschinenverschleiss, Wegbereiter (Gänge) für Wühlmäuse<br>▶ Lokale Schäden |

## Vögel

Einige Vogelarten können in der Landwirtschaft grosse Schäden verursachen. Im Feldbau sind es vor allem Raben-, Nebel- und Saatkrähen (Rabenvögel), aber auch Tauben, die Schäden an frisch ausgesäten Maiskörnern oder Sommergetreiden, auflaufenden Keimlingen sowie reifenden Maiskolben und Gemüsesetzlingen verursachen. In Sonnenblumen verursachen vor allem Singvögel (Sperlinge, Finken), aber auch Krähen und Tauben, Frassschäden beim Auflaufen. Der grösste Schaden entsteht aber häufig erst nach der Blüte durch das Herauspicken der Samen. Im Obst- und Weinbau können ebenfalls Rabenvögel, Amseln und andere schwarmbildende Singvögel wie Stare und Wacholderdrosseln für Ertragseinbussen vor der Ernte sorgen.




**Abb. 113: Rabenkrähe**

Schadsymptome

- ausgepickte Saatkörner (z. B. Mais, Getreide, Sonnenblumen)
- abgehackte oder ausgerissene Keimlinge
- angepickte Maiskolben und ausgepickte Sonnenblumenkörbe, Obst und Beeren (Eintrittspforten für Krankheiten)
- Schäden an gelagertem Futter (z. B. Siloballen)




**Abb. 114: Krähenschaden im Maisfeld**

**Rabenvögel sind auch nützlich**

Sie übernehmen ökologische Funktionen als Aasfresser, fressen Schnecken und Mäuse und ermöglichen Mäusejägern wie der Waldohreule und dem Turmfalken das Brüten im Kulturland, indem diese ihre Nester nutzen. Diese Beutegreifer bauen keine eigenen Horste und sind deshalb auf die alten Nester der Rabenvögel angewiesen.

Bekämpfung

- Vorbeugend:
  - schnelles Auflaufen fördern (optimaler Saatzeitpunkt, Staunässe meiden, Saat anwalzen)
  - späte und tiefe Saat, keine Körner an Oberfläche
  - Saatreihen mit Nachläufer oder Striegel verwischen
  - Pause zwischen letzter Bodenbearbeitung und Ansaat (min. 2 Tage)
  - hohe Strukturvielfalt (Hecken, Bäume etc.)
  - brütende Pärchen von Rabenvögeln nicht vertreiben, diese vertreiben Jungvögel von Feldern in näherer Umgebung
- Biologisch:
  - falls Raben- und Nebelkrähen in Gruppen vorkommen, Wildhüter benachrichtigen (bejagen erlaubt, gem. kantonaler Jagdverordnung)
  - Während der Fruchtreife ist das Bejagen von Staren und Drosseln erlaubt.
- Biotechnisch:
  - Gegen Rabenvögel zeigen folgende Vertreibungsmassnahmen nur im Wechsel eine Wirkung, denn Rabenvögel sind schlau und durchschauen sonst den Bluff: grosse Gasballone, farbige Plastikbänder, aufgehängte CDs (reflektieren Sonnenstrahlen), Windräder, parkierte Autos, Aufstellen von landw. Geräten, Knallapparate und Apparate mit kombinierten optischen und akustischen Schreckeffekten
  - Feldbau: Vergrämung (Verärgern/Fortscheuchen) der Rabenvögel durch Stecken eines Federkreises (Achtung: Das Aufhängen von toten Krähen ist verboten (Seuchengesetz))
  - Ablenkungsfütterung (z. B. Erbsenkörner an der Oberfläche)
  - Freilandgemüse: junge Kulturen mit Vlies abdecken
  - Obst- und Weinbau: div. Netzsysteme. Achtung: nur weiche oder gewobene Netze in hellen und auffälligen Farben verwenden und fachgerecht montieren, sonst Gefahr für Igel und Vögel, die sich verfangen und sterben
- Chemisch:
  - Saatgutbeizung bei Mais mit Repellent (Vergrämungsmittel)


© Olivier Zumstein, Liebegg

**Abb. 115: Simulation eines Habichtangriffs**

# 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 pilzähnliche 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.

Pilze können in folgende vier Gruppen eingeteilt werden:
- Schadpilze an Kulturpflanzen
- nützliche Bodenpilze (z. B. Mykorrhiza)
- Pilze, die Insekten, Nematoden oder andere 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 wird als Myzel oder Pilzgeflecht bezeichnet.

Die Hyphen durchwachsen das Nährsubstrat oder das Gewebe 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 entsprechenden benötigten Nährstoffe kommen. Als Folge stirbt das befallene Pflanzengewebe ab, wobei die toten Gewebeteile als Schadbild mit blossem Auge erkennbar sind.

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 übertragen und verbreitet. Je nach Entstehung, Aufgabe und Pilzart werden die Sporen unterschiedlich bezeichnet: Konidien (Sommersporen) beispielsweise bilden sich durch Abschnüren von Hyphen oder Sporenträgern und dienen der ungeschlechtlichen Fortpflanzung. Manche Pilzarten können Dauersporen bilden, die ihnen das Überdauern ungünstiger Umgebungsbedingungen wie Trockenheit oder Kälte ermöglichen.

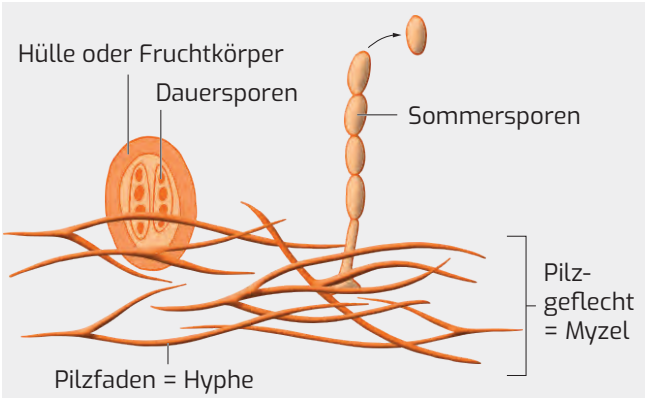



**Abb. 116: Aufbau und Vermehrung von Pilzen**

### Von Pilzen verursachte Krankheitserscheinungen

- Chlorosen: hellgrüne-gelbliche Stellen am befallenen Pflanzengewebe; Blattgewebe nicht abgestorben
- Nekrosen: abgestorbenes Pflanzengewebe, unterschiedlich grosse braune, schwarze Flecken
- Pusteln: entstehen durch aufgerissene Oberhaut, warzenähnliche Gebilde, aus denen Sporenpulver austritt
- Sporenrasen

**Überdauern ungünstiger Bedingungen**

Neben der Bildung von Dauersporen können Pilze ungünstige Bedingungen wie beispielsweise nach der Getreideernte auch durch andere Möglichkeiten überdauern:
- auf grünen Pflanzenteilen, wie beispielsweise auf Ausfallgetreide oder Ungräsern oder einem Zwischenwirt
- im Boden
- auf oder in befallenen Samen und Körnern

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 PSM von aussen direkt erreicht und beeinflusst werden.

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

***Gefässparasiten*** dringen in die Pflanze ein. Die Pilzhyphen 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 PSM von aussen nicht oder nur sehr schlecht bekämpft werden, daher sind vorbeugende Massnahmen sehr wichtig.

Beispiele: Kohlhernie, Fuss- und Welkekrankheit, Fusarien, Rapskrebs

### Entwicklung einer Pilzkrankheit

1. Ansteckung oder Kontamination

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

2. Sporenkeimung

Ist Wasser in Tropfenform vorhanden und gleichzeitig die Temperatur hoch genug 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. Der Keimschlauch durchbricht dann die Epidermis des Pflanzengewebes oder dringt über 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 wird als Inkubationszeit bezeichnet. Sie kann je nach Pilz- und Pflanzenart sowie äusseren Bedingungen einige Tage, Wochen oder Monate betragen. Die Zeitspanne von der Infektion bis zur erneuten Bildung von Sporen wird Latenzzeit genannt. Oft ist diese praktisch gleich lang wie die Inkubationszeit.

7./8. Sporenbildung (Fruktifikation)

Ausserhalb des Pflanzengewebes bilden sich Sporenträger. Es werden ungeschlechtliche Sommersporen (Konidien) abgeschnürt, die der Weiterverbreitung dienen.

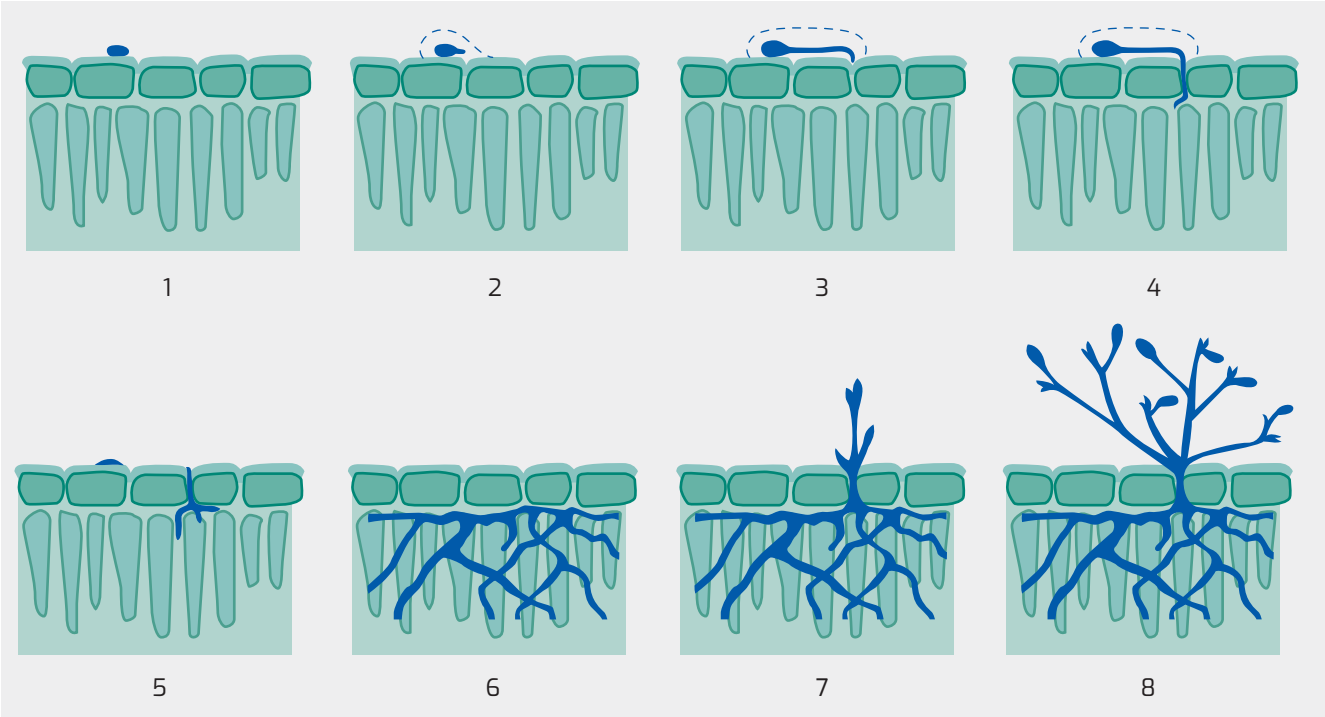



**Abb. 117: Befall einer Wirtspflanze durch eine Pilzkrankheit**

## Bodenpilze (Fruchtfolgekrankheiten)

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. Fruchtfolgekrankheiten werden durch Bodenpilze verursacht (siehe Tab. 21). Bei häufigem Anbau der Wirtspflanzen werden sie im Boden angereichert. Bodenpilze (Fruchtfolgekrankheiten) bilden keine weit fliegenden Verbreitungssporen aus, können jedoch im Boden, auf Stoppeln 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 Fruchtfolgekrankheit der Pilz im Boden oder auf den Pflanzenresten oder dem Stroh abgebaut wird, desto schneller können anfällige Kulturen wieder angebaut werden.

**Tab. 21: Beispiele wichtiger Bodenpilze**

| Berufsfeld | Kulturen | Bsp. Krankheit | Wichtigkeit |
|---|---|---|---|
| Ackerbau | Raps | Kohlhernie | sehr wichtig |
| | Erbse | Fuss- und Welkekrankheiten | sehr wichtig |
| | Getreide | Fusarien<br>Schwarzbeinigkeit<br>Halmbruch | wichtig |
| Gemüsebau | Kohlarten | Kohlhernie | wichtig |
| | Salat | Wurzelfäule, wie Sklerotinia, Botrytis und Rhizoctonia | wichtig |
| Obstbau | | Keine | |
| Weinbau | | Keine | |

### Beispiel Kohlhernie im Raps und in Kohlarten

Schadbild

- An Haupt- und Seitenwurzeln der Rapspflanze oder Kohlart entstehen unregelmässige, geschwulstartige Verdickungen.
- Jungpflanzen kümmern und bleiben klein.
- Pflanzen welken trotz ausreichender Wasserversorgung.
- Blätter älterer Pflanzen verfärben sich gelb bis rötlich.
- Oft treten Symptome nesterweise auf, häufig an feuchten Stellen des Ackers.




**Abb. 118: Kohlhernie an Chinakohl**

Lebenszyklus

- Der bodenbürtige Pilz überlebt mit Dauersporen im Boden bis zu zehn Jahre lang.
- Wirtspflanzen sind sämtliche Vertreter der Familie der Kreuzblütler, wie die Ackerkultur Raps, verschiedene Vertreter des Kohls im Gemüsebau, bei den Unkräutern Hirtentäschel, Hederich und bei Gründüngungen Ackersenf, Markstammkohl etc.

Ökologie

- Der Befall mit den begeisselten Sporen kann nur bei feuchtem Boden stattfinden und ist in sauren Böden und bei 20 bis 25 °C stark begünstigt.

Bekämpfung

- Indirekt:
  - Fruchtfolge: im Normalfall 3–4 Jahre Unterbruch, auf gefährdeten Böden 6–7 Jahre zwischen Kreuzblütlern (Haupt- und Zwischenfrüchten)
  - pH-Wert des Bodens durch Kalkung auf 6–7 anheben
  - In den Zwischenjahren kann die Keimung der Dauersporen durch den Einsatz von Hofdünger angeregt und dadurch die Bodenbelastung durch Sporen reduziert werden.
  - Die Bekämpfung der Unkräuter aus der Familie der Kreuzblütler beschleunigt die Bodenentseuchung.
  - Wahl von Sorten mit hoher Resistenz
- Direkt:
  - Kalkstickstoff hat eine Teilwirkung.
  - Sterilisation der Setzlingserde für Kohlgemüse

### Beispiel Fuss- und Welkekrankheiten in Erbsen

Schadbild

- nesterweises graugrünes Verfärben der Kulturpflanzen
- Die Blätter rollen sich ein, welken, vergilben und sterben ab.
- Die unteren Teile der Gefässe verfärben sich rötlichgelb.




**Abb. 119: Fuss- und Welkekrankheiten in Erbsen**

Lebenszyklus

- Pilze überleben lange Jahre im Boden.
- Pflanzen werden über die Wurzeln und Keimblätter befallen.
- Sporenlager werden auf der absterbenden Stängelbasis gebildet.
- Beim Dreschen gelangen die Sporen auf die gesunden Erbsen und werden so wieder auf das Saatgut übertragen.

Ökologie

- Sporen werden bei mässig feuchtwarmen Bedingungen und häufigem Erbsenanbau im Boden angereichert.

Bekämpfung

- Indirekt:
  - Anbaupause von 6 bis 8 Jahren einhalten
  - zertifiziertes Saatgut verwenden
- Direkt:
  - Saatgutbeizung gegen samenbürtigen Befall

## Rostkrankheiten

Es sind mehrere Tausend Rostpilzarten bekannt, wobei zwischen nicht wirtswechselnden und wirtswechselnden Arten unterschieden wird. Die wirtswechselnden Rostpilze benötigen für ihren Entwicklungszyklus zwei verschiedene Pflanzenindividuen: einen Sommerwirt und einen Winterwirt. Die nicht wirtswechselnden Arten durchlaufen ihren 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 und andererseits die Atmung und Verdunstung verstärkt, was bei einem hohen Befallsgrad zu starken Ertragseinbussen führen kann.

**Tab. 22: Beispiele wichtiger Rostkrankheiten**

| Berufsfeld | Kulturen | Bsp. Krankheit | Wichtigkeit |
|---|---|---|---|
| Ackerbau | Weizen | Braunrost/ Gelbrost | wichtig |
| | Dinkel | Gelbrost | wichtig |
| | Gerste | Zwergrost | wichtig |
| Gemüsebau | Spargel | Spargelrost | wichtig |
| | Bohnen | Bohnenrost | wichtig |
| Obstbau | Birnen | Birnengitterrost | wichtig |
| Weinbau | | Keine | |

### Beispiel Braunrost im Getreide

Schadbild

- rostrote, ovalförmige, ca. 1mm grosse Pusteln, die gleichmässig über die Blattoberseite verteilt sind (im Gegensatz zum Gelbrost, wo sich Pusteln den Blattnerven entlang in Linien angeordnet bilden), meist mit einem hellen Hof rundum, Auftreten ab Ende Mai/Anfang Juni
- Gegen Vegetationsende erscheinen schwarze, längliche Pusteln auf der Blattunterseite.

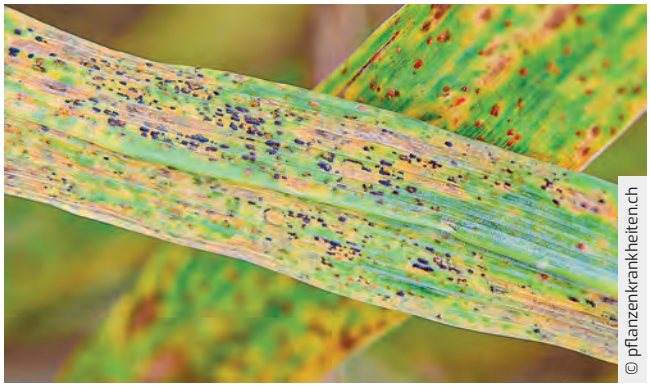



**Abb. 120: Braunrost auf Weizen, Blattoberseite mit rostroten Pusteln (hinten) und anschliessender Bildung von schwarzen Pusteln auf Blattunterseite, die den Winter überdauern (vorne)**

Lebenszyklus

- Der Weizen-Braunrost ist ein wirtswechselnder Pilz. Hauptwirt ist der Weizen, die Wiesenraute ist der Zwischenwirt. Im gemässigten Klima ist der Zwischenwirt für die Ausbreitung der Krankheit unwichtig.
- Braunrost überwintert mit Myzel oder Sporen auf Ausfallgetreide oder Herbstsaaten. 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. Braunrost kann sich bei diesen Bedingungen explosionsartig vermehren.

Bekämpfung

- Indirekt:
  - Vernichten von Ausfallgetreide
  - Sortenwahl
  - Saat: Winterweizen nicht zu früh, Sommerweizen nicht zu spät
  - keine zu hohen Stickstoffgaben (v. a. keine hohen Einzelgaben)
- Direkt:
  - Fungizid-Einsatz (Kontrolle ab BBCH 37)

### Beispiel Birnengitterrost

Schadbild

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

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 Sporenlager (Aecidien) wiederum mit dem Wind auf Wacholdersträucher.

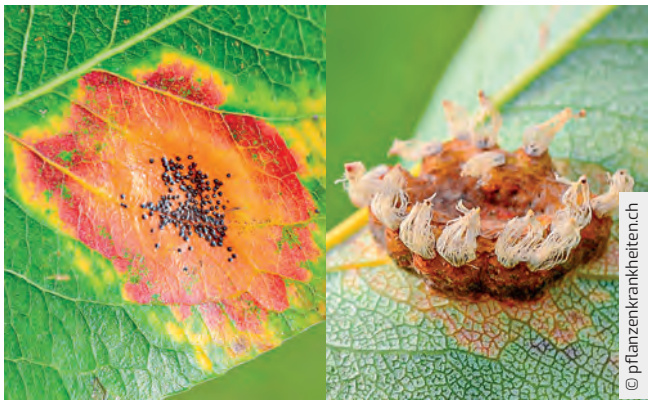



**Abb. 121: Rostpilz verursacht auf der Blattoberseite des Birnenbaums leuchtend rote Flecken (links) und auf der Blattunterseite braune Gewebewucherungen mit Aecidien (becherförmiges Sporenlager) (rechts).**

Ökologie

- Ein befallener Wacholderstrauch ist lebenslang Träger des Pilzes.
- Kühl-feuchte Witterung im April und Mai wirkt pilzfördernd. Für die Übertragung der Sporen vom Wacholderstrauch auf den Birnbaum sind die Distanz zwischen den Wirten, die Windstärke und die Windrichtung entscheidend.
- 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 Birnbaumanlagen.
- Direkt:
  - Fungizide
  - stark befallene Birnenblätter ablesen, im Herbst einsammeln und zerstören

## Brandkrankheiten

Brandkrankheiten bezeichnen verschiedene Pflanzenkrankheiten, bei denen die befallenen Pflanzenteile durch braunschwarze Flecken wie versengt aussehen oder schwarzes Sporenpulver anstelle von Körnern entsteht. Brandkrankheiten sind besonders bei Mais und Getreide bekannt, kommen aber auch bei Zwiebeln vor (siehe Tab. 23). Verbreitet werden sie über Pflanzenreste oder über das Saatgut. Nicht nur Pilze können die Ursache für Brandkrankheiten sein, sondern auch Bakterien, z. B. Feuerbrand.

**Tab. 23: Beispiele wichtiger Brandkrankheiten**

| Berufsfeld | Kulturen | Bsp. Krankheit | Wichtigkeit |
|---|---|---|---|
| Ackerbau | Weizen/ Gerste | Flugbrand | wichtig |
| | Mais | Beulenbrand | nicht wichtig |
| Gemüsebau | Kohlarten | Wurzelbrand | wichtig |
| | Zwiebeln | Zwiebelbrand | wichtig |
| Obstbau | Apfel | Rindenbrand | wichtig |
| Weinbau | | Keine | |

### Beispiel Flugbrand in Gerste

Schadbild

- Mit Flugbrand befallene Gerste bildet anstelle von Ährchen eine schwarze Masse aus Brandsporen.
- Bei der Gerste sind diese zuerst noch von einer silbrigen Haut überzogen, diese reisst bald auf und gibt so die Sporen zum Ausstäuben frei.
- Zur Reifezeit der Gerste ist nur noch die leere Spindel vorhanden.


© Fritz Häni, Spiez

**Abb. 122: Mit Gerstenflugbrand befallene Ähre**

Lebenszyklus

- Sporen werden mit dem Wind verbreitet und gelangen auf die Narben gesunder Gerstenblüten.
- Anschliessend keimen die Sporen und besiedeln den Samen.
- Nach der Keimung des Samens wird der Pilz erneut aktiv, wächst in die Ährenanlage und zerstört sie.

Ökologie

- hohe Luftfeuchtigkeit und warmes Wetter während der Blüte
- Offen blühende Typen werden stark befallen, geschlossen blühende meist nicht.

Bekämpfung

- Indirekt:
  - zertifiziertes Saatgut verwenden
  - besonders anfällige Sorten meiden
- Direkt:
  - Beizung des Saatgutes mit systemischen Fungiziden
  - Warmwasser- bzw. Heisswasserbeizung

### Beispiel Maisbeulenbrand

Schadbild

- beulenartige Anschwellungen (wenige Millimeter bis Faustgrösse), anfangs von einer weissgrauen Haut umgeben
- Alle oberirdischen Pflanzenteile werden befallen, am häufigsten treten die Brandbeulen an Kolben und Stängel auf.
- Weissgraue Haut reisst irgendwann auf und entlässt eine schwarze, zunächst schmierige, später pulvrige Sporenmasse.




**Abb. 123: Maisbeulenbrand**

Lebenszyklus

- Maisbeulenbrand überwintert als Brandspore (einzellige kugelige dickwandige Dauerspore) im Boden oder in den Brandbeulen an Pflanzenresten. Er überlebt im Boden gut ein Jahr, auf der Bodenoberfläche mehrere Jahre.
- Sporen gelangen mit Regenspritzern und durch Wind auf die jungen Maispflanzen. Der Kolben kann über Narbenfäden infiziert werden.
- Brandsporen werden entlassen, wenn die Beulen nach dem Aufreissen austrocknen.
- Einzelne Sporen können sofort neue Infektionen verursachen, der grösste Teil der Sporen fällt auf den Boden und überwintert dort.

Ökologie

- Starke Infektionen finden oft nach langer Trockenphase statt, wenn nach Regen schnelles Wachstum einsetzt.
- Nach Hagel tritt Beulenbrand verstärkt auf.
- Frühschäden an der Pflanzenbasis folgen gelegentlich auf einen Fritfliegen-Befall.

Bekämpfung

- Indirekt:
  - Maisstroh samt Beulenbrand sauber unterpflügen
  - Maisanteil in der Fruchtfolge reduzieren
  - Eine Untersaat erschwert die Ansteckung (Sporen gelangen weniger gut vom Boden in den Maisbestand).
- Direkt:
  - keine Bekämpfungsmöglichkeiten

In Mexiko werden die Brandbeulen des Maisbeulenbrands in jungem Zustand gesammelt und als Delikatesse gegessen.

## Mehltauarten

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

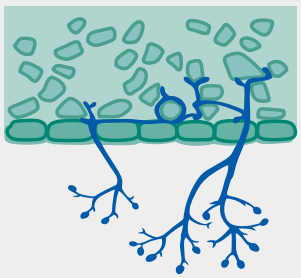
**Tab. 24: Unterscheidung Falscher und Echter Mehltau**

| | 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 Karotten z. B. auch Stängel |
| **Überwinterung** | auf Pflanzgut am Lager (z. B. Kartoffel) 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) oder als Sporen (Weinbau) |
| **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

Dringt in die Pflanze ein. Kann also nicht abgerieben werden.

Falscher Mehltau dringt in das Gewebeinnere ein.



Echter Mehltau

Dringt nicht in die Pflanze ein. Kann also abgerieben werden.

Echter Mehltau haftet nur an den obersten Zellen.

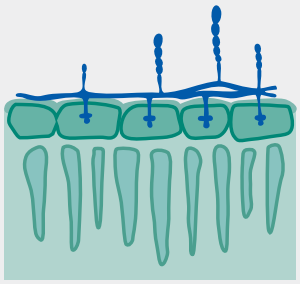


**Abb. 124: Unterscheidung Falscher und Echter Mehltau**

### Falscher Mehltau

Der Falsche Mehltau dringt in das Pflanzengewebe ein und bildet häufig auf der Blattunterseite einen weisslich grauen Sporenbelag. In der Kartoffelproduktion und im Weinbau ist er von grosser Bedeutung und kommt auch in der Gemüseproduktion in zahlreichen Kulturen vor. Bei günstigen Bedingungen kann sich der Pilz rasant verbreiten und zu grossen Ertragsausfällen führen.

**Tab. 25: Beispiele wichtiger Falscher-Mehltau-Krankheiten**

| Berufsfeld | Kulturen | Bsp. Krankheit | Wichtigkeit |
|---|---|---|---|
| Ackerbau | Kartoffeln | Kraut- und Knollenfäule | sehr wichtig |
| | Sonnenblumen | Falscher Mehltau | wichtig |
| Gemüsebau | Salat | Falscher Mehltau | sehr wichtig |
| | Kürbisgewächse | Falscher Mehltau | nicht wichtig |
| Obstbau | | keine | |
| Weinbau | Weinrebe | Falscher Mehltau | sehr wichtig |

#### *Beispiel Kraut- und Knollenfäule in Kartoffeln (Falscher Mehltau)*

Schadbild: Pilz kann alle Pflanzenteile befallen

- ölige hellgrüne Flecken auf der Blattoberseite, weisser Pilzteppich auf der Blattunterseite
- Kranke Stängel verfärben sich dunkelbraun und sind brüchig, teilweise mit Schimmel.
- infizierte Knollen bleigräulich, sinken bei Trockenheit leicht ein, Knolleninneres rostbraun verfärbt (= Braunfäule)




**Abb. 125: Befall im Bestand**




**Abb. 126: Flecken mit hellgrüner Übergangszone**

Lebenszyklus

- Überwinterung des Pilzes erfolgt auf infizierten Knollen am Lager, die im Folgejahr als Pflanzkartoffeln dienen.
- Aus befallenen Knollen entstehen kranke Triebe. An diesen werden Sporangien (Bildungsstätte von Sporen) gebildet, die sich bei nasser Witterung und Wind verbreiten und wo dann ein Primärherd entsteht. Von diesem Primärherd werden die Sporangien mit dem Wind über weite Distanzen transportiert und infizieren weitere Kartoffelpflanzen (Sekundärbefall).
- Inkubationszeit beträgt nur 3–8 Tage, d. h. sehr rasche Ausbreitung, zudem werden riesige Mengen an Sporen produziert.
- Sporen werden durch Regen in den Boden eingeschwemmt und infizieren Knollen im Boden.

Ökologie

- Erste Infektionen treten bei Folienkartoffeln bereits ab Mai, im Freiland ab Juni auf.
- epidemieartige Verbreitung bei feuchtwarmer Witterung (Tau oder Regen und Temperaturen von 10–25 °C)

Bekämpfung

- Indirekt:
  - gesundes Saatgut verwenden
  - Sortenwahl
  - infizierte Pflanzkartoffeln vernichten
  - Prognosesysteme konsultieren, Warndienste beachten
  - Kraut vor Ernte vernichten und beseitigen
  - Kartoffeln bei trockenen Bedingungen ernten
  - Ausfallkartoffeln in Folgekulturen bekämpfen
- Direkt:
  - Sobald ein Befall im Umkreis von 20 km bekannt wird, **muss** die erste Behandlung erfolgen!
  - Primärherde sofort entfernen (Pflanzen ausreissen, in den Kehricht)
  - teilsystemische Fungizide anwenden, nach 3-4 Tagen wiederholen, danach mit Kontakt- oder teilsystemischen Fungiziden fortfahren
  - bei Befall keine systemischen Fungizide anwenden, um Resistenzbildung zu vermeiden
  - Bioanbau: Anwendung von Kupferpräparaten

### *Beispiel Falscher Mehltau an Salaten*

Der Falsche Mehltau befällt alle Salatarten der Gattung Lactuca (Kopf-, Eisberg-, Pflück- oder Romanasalat).

Schadbild

- Es sind grössere gelblich bleiche Flecken auf der Oberseite älterer Blätter sichtbar.
- Auf der Blattunterseite bildet sich ein weisser Sporenrasen.
- Später verfärben sich die Befallsstellen braun und vertrocknen oder faulen bei hoher Luftfeuchtigkeit (Nekrosen).




**Abb. 127: Falscher Salatmehltau: Auf der Blattunterseite entsteht ein weisser Sporenrasen.**

Lebenszyklus

- Der Falsche Mehltau kann über bereits infiziertes Saatgut übertragen werden.
- Auch im Boden überlebende Sporen können frisch gepflanzten Salat infizieren.
- Der Pilz lebt im Pflanzengewebe, die Sporenträger ragen durch Atemöffnungen nach aussen. Dort bilden sich Konidien, die durch Wasserspritzer oder Wind verbreitet werden.
- Bei hoher Luftfeuchtigkeit und längeren Tagen (frische Temperaturen, bedeckter Himmel) entlassen die Konidien bewegliche Zoosporen, die über Verletzungs- und Atemöffnungen in die Pflanzen eindringen.
- Besonders betroffen sind späte Sätze im Spätsommer und Herbst, da für die Infektion eine hohe Luftfeuchtigkeit notwendig ist.
- Der Falsche Mehltau kann Salate während der gesamten Kulturzeit infizieren.

Ökologie

- Der Pilz ist auf lebendes Pflanzengewebe angewiesen.
- Eine Pilzinfektion ist bei Temperaturen zwischen 5-20 C° (10–15 °C optimal) möglich. Ab 25 °C nimmt die Aktivität des Pilzes ab. Bei tiefen Temperaturen müssen die Blätter länger nass sein.
- Von der Sporulation bis zum Sichtbarwerden der ersten Symptome dauert es 5 bis 8 Tage.
- Der Erreger besitzt eine sehr hohe Variabilität (es sind eine Vielzahl an Rassen vorhanden) und hat mehrfach Resistenz-Züchtungen durchbrochen.

Bekämpfung

- Indirekt:
  - Sortenwahl
  - zertifiziertes Saatgut/Jungpflanzen verwenden
  - rasches Abtrocknen fördern, z. B. durch grosse Pflanzabstände, Ausrichtung der Reihen in Hauptwindrichtung
  - Jungpflanzen bevorzugt hoch in den Boden setzen
  - in Gewächshäusern angemessen wässern, längere Blattfeuchteperioden vermeiden
  - Pflanzenreste nach der Ernte in den Boden arbeiten
  - Bei ununterbrochener Lichteinwirkung erfolgt keine Sporulation.
- Direkt:
  - Fungizide

***Beispiel Falscher Mehltau der Weinrebe***

Schadbild

- ölige hellgrüne Flecken auf der Blattoberseite, mit oder ohne weissem 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).
- Pilz nistet sich im Blattinnern ein, breitet sich aus und produziert grosse Mengen an Sporen, die sich mit dem Wasser und Wind weiterverbreiten.

Ökologie

- erste Infektionen über Dauersporen im Boden oder Laub vom Vorjahr ab frühem Wachstumsstadium der Reben
- feuchtwarme 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
  - grosses Unkraut 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 von seinem Schadbild abgeleitet: Eine befallene Pflanze sieht aus, als ob Mehl darüber gestreut 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.

**Tab. 26: Beispiele wichtiger Echter-Mehltau-Krankheiten in der Landwirtschaft**

| Berufsfeld | Kulturen | Bsp. Krankheit | Wichtigkeit |
|---|---|---|---|
| Ackerbau | Weizen/ Gerste | Echter Mehltau | wichtig |
| Gemüsebau | Kürbisgewächse | Echter Mehltau | wichtig |
| Obstbau | Apfel | Apfelmehltau | sehr wichtig |
| | Birne | Birnenmehltau | sehr wichtig |
| Weinbau | Weinrebe | Mehltau | wichtig |

***Beispiel Echter Mehltau im Obst (Apfel)***

Schadbild

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




**Abb. 128: Mehltau an Apfeltrieb, weiss bepuderte, fehltentwickelte Blätter**




**Abb. 129: Links mit Mehltau: Die Knospenschuppen sind nicht geschlossen, der Trieb weiss bepudert. Rechts: gesunder Trieb**




**Abb. 130: Weisses Pilzmyzel auf Zucchetti**

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 in Kürbisgewächsen (Gurke, Melone, Zucchetti)***

Schadbild

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

Lebenszyklus

- Sporen gelangen auf die Blätter, woraus ein weissliches Pilzgeflecht entsteht.
- 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 Erntearbeiten, können die Sporen auf neue Pflanzen getragen werden, wo sich die Infektion weiter ausdehnt.
- Wie der Pilz überwintert, ist nicht abschliessend geklärt. Eine Überwinterung als Fruchtkörper, auf Unkräutern oder als Sporen, die am Gewächshaus kleben bleiben, wird für möglich gehalten.

Ökologie

- Für die Pilzentwicklung ist trocken-warmes Klima ideal.

Bekämpfung

- Indirekt:
  - Sortenwahl
  - im Gewächshaus: Temperaturen über 21 °C und wegen Taubildung tiefe Temperaturen in der Nacht vermeiden
  - gestaffelter Anbau (vor allem bei Zucchetti), so dass sich in einem Feld der Echte sowie der Falsche Mehltau nicht zu stark entwickeln können
  - Gurken im Gewächshaus über Mittag kurz befeuchten, dies erhöht die Luftfeuchtigkeit; Vorsicht jedoch im Hinblick auf Blattverbrennungen oder Krankheiten, die feuchte, warme Verhältnisse bevorzugen
- Direkt:
  - Fungizid-Einsatz im Gewächshaus
  - Im Freiland lohnt sich eine Fungizid-Behandlung nur, wenn der Befall frühzeitig (noch vor dem letzten Kulturdrittel) auftritt

## Sklerotinia

Dieser Pilz kann ein breites Wirtsspektrum infizieren, darunter Raps, Kartoffeln, Sonnenblumen und Erbsen. Im Gemüseanbau sind vor allem Bohnen, Chicorée, Gurken, Salate, Nachtschattengewächse und Doldenblütler sowie verschiedene Unkrautarten stark betroffen. Sklerotinia wird als Weissstängeligkeit, Stängelfäule, Weissfäule oder Rapskrebs bezeichnet. Der Pilz kann über mehrere Jahre hinweg in der Erde in einer Dauerform der Sklerotien überleben, als kleiner schwarzer und sehr zäher Knäuel. Die Krankheit ist zudem ein Problem bei einigen Lagergemüsen, z. B. bei Karotten.

### Beispiel Rapskrebs

Schadbild

- In der Mitte des Stängels erscheinen Anfang Juni weisse Zonen.
- Der hohle Stängel enthält flockiges Myzel mit zahlreichen, unregelmässig grossen schwarzen Sklerotien.
- Oberhalb der Befallsstellen wird die Pflanze notreif.



© Fritz Häni, Spiez

**Abb. 131: Stängelbefall aus der Nähe**



© Fritz Häni, Spiez

**Abb. 132: Sklerotien im Stängelinnern**

Lebenszyklus

- Die Infektion erfolgt über die Blattachseln. Am Stängel haftende Blütenblätter regen die Keimung der Sporen an und der Pilz dringt in die Pflanze ein, erreicht das Stielgewebe und zerstört das Pflanzenmark.
- Anschliessend vertrocknet die Pflanze rasch, was einen Ernteverlust nach sich zieht.
- Sklerotien überleben im Boden mehr als 3 Jahre.

Ökologie

- Bei engen Fruchtfolgen oder in schlecht abtrocknenden Lagen ist die Infektionsgefahr erhöht.
- Warmes, wechselfeuchtes Wetter vor oder während der Blüte begünstigt einen starken Befall.

Bekämpfung

- Indirekt:
  - tolerante Sorten
  - mässige N-Düngung
  - Anbauunterbruch von 3–4 Jahren einhalten
- Direkt:
  - im Frühjahr 200–400 kg/ha Kalkstickstoff einstriegeln
  - Fungizid-Behandlung bei hohem Befallsrisiko möglich
  - Bioanbau: Bekämpfung mit Bodenpilz

## Schorfarten

Der Schorfpilz gehört zu den wichtigsten Krankheitserregern im Kernobstanbau. Ohne Bekämpfung des Pilzes in den Obstanlagen 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.

Im Ackerbau ist der Pulverschorf in der Kartoffelproduktion von Bedeutung. Der Pilzbefall führt zur Bildung von Pusteln auf der Knollenoberfläche und damit zu einem Qualitätsverlust.

Die übrigen Schorfarten, beispielsweise Schorf an Randen oder Futter- und Zuckerrüben, werden meist nicht durch einen Pilz, sondern durch ein weit verbreitetes Bakterium im Boden ausgelöst.

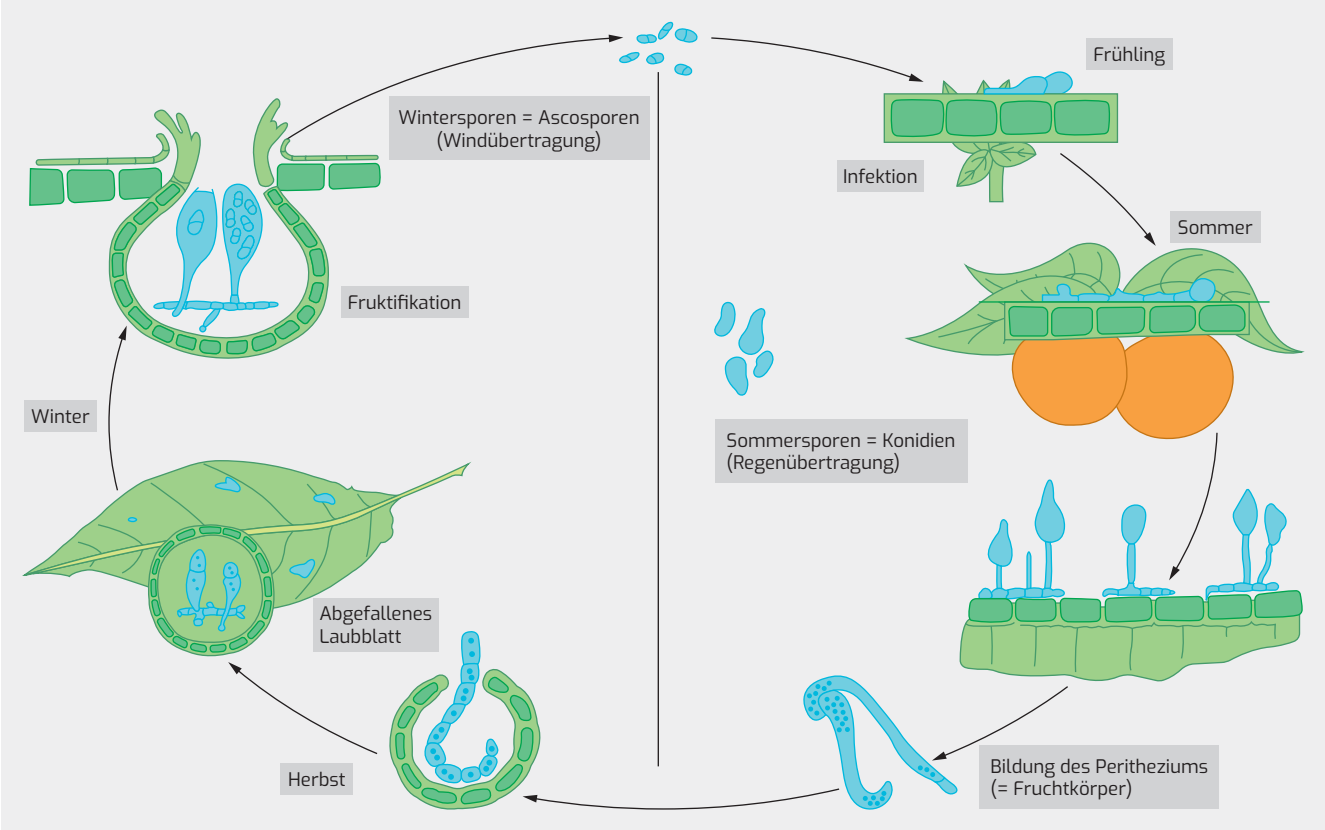



**Abb. 133: Lebenszyklus von Schorf**

### Beispiel Apfelschorf

Schadbild

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




**Abb. 134: Blatt mit Schorfflecken**




**Abb. 135: 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 Sporenkeimung 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, wo die Blätter möglichst schnell abtrocknen
  - Einsammeln des Falllaubes im Herbst und dafür Sorgen das dies schnell verrottet (Hächseln, Nitrat apllizieren)
  - Obstbäume regelmässig auf Schorfbefall kontrollieren
- Direkt:
  - Fungizid-Behandlung (für kurative Anwendungen auch Schorfmodelle beachten)
  - Bioanbau: Kupfereinsatz, saure Tonerde, Steinmehle

**Beispiel Pulverschorf bei Kartoffeln**

Schadbild

- violett-braune, in der Regel kreisförmige Pusteln an der Knollenoberfläche
- Pusteln sind klein, mit einem Durchmesser von 0,2 bis 5 mm, manchmal dehnen sie sich in die Tiefe und Breite aus.
- Schale ist sternförmig aufgerissen.
- Pusteln füllen sich mit einer trockenen, pulverförmigen Masse von Dauersporen.
- Später platzen die Pusteln auf und setzen die pulverförmigen Sporenbälle frei.




**Abb. 136: Kartoffelknollen mit Pulverschorfbefall**




**Abb. 137: Kartoffelknolle mit Pulverschorfbefall (Nahaufnahme)**

Lebenszyklus

- Der Pilz wird mit befallenem Saatgut verschleppt.
- Im Boden sind die Dauersporen mehrere Jahre lebensfähig.
- Dauersporen entlassen durch einen Reiz einer Wirtspflanze Zoosporen (im Wasser bewegliche Spore). Diese gelangen mit dem Bodenwasser zu Wurzeln, Stolonen, Stängel und Knollen.
- In den Gallen und Pusteln auf den Knollen werden neue Dauersporen gebildet.
- Am Lager entwickelt sich der Pilz weiter und kann gesunde Knollen infizieren.

Ökologie

- Nässe und Temperaturen unter 15 °C im Mai und Juni fördern den Befall der Knollen.

Bekämpfung

- Indirekt:
  - Sortenwahl
  - gesundes, zertifiziertes Saatgut verwenden
  - Fruchtfolge einhalten
  - kaltfeuchte Böden mit tiefem pH- Wert meiden
- Direkt:
  - In der Schweiz ist keine Saatgutbeizung gegen Pulverschorf zugelassen.

## Blattfleckenkrankheiten

Blattfleckenkrankheiten sind im Ackerbau und Gemüsebau weit verbreitet, so etwa beim Weizen, bei den Nachtschattengewächsen oder Erdbeeren. Die Pilze können mit Saatgut eingeschleppt werden, was zu verkümmertem Auflaufen führt. Eine hohe Luftfeuchtigkeit begünstigt den Pilz. Durch die Ausbreitung des Pilzes auf der Blattfläche wird die Fotosyntheseleistung vermindert.

### Beispiel Alternaria bei Nachtschattengewächsen

Die beiden Krankheitserreger Alternaria solani und Alternaria alternata sind die Verursacher der Dürrfleckenkrankheit an Kartoffeln, Tomaten 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, braune runde Flecken mit konzentrischen Kreisen an älteren Blättern (Alternaria solani)




**Abb. 138: Dürrfleckenkrankheit (Alternaria) an Kartoffeln**

Lebenszyklus

- Sporen überwintern auf Knollen, Pflanzenrückständen oder im Boden.
- Sporen werden durch Wind und Regenspritzer verbreitet und befallen zunächst ältere, geschwächte Blätter, an denen dann neue Sporen entstehen.
- Knollen werden hauptsächlich bei der Ernte durch den Kontakt mit kranken Pflanzen angesteckt.

Ökologie

- Die Sporenbildung erfordert eine hohe Temperatur und Luftfeuchtigkeit, deshalb tritt die Krankheit meist erst nach schwülen Perioden ab Juli auf.
- Alternaria scheint stärker aufzutreten, wenn die Bedingungen für die Krautfäule eher ungünstig sind (erhöhte Temperaturen).

Bekämpfung

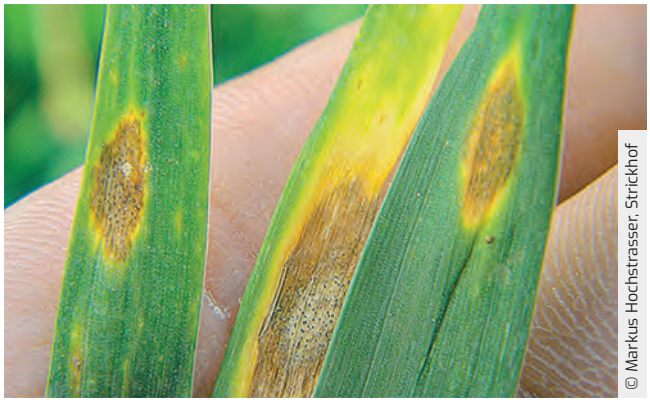
- Indirekt:
  - Sortenwahl
  - gesundes Saatgut wählen
  - gute Wachstumsbedingungen für die Pflanzen schaffen
  - optimale Klimaführung bei Nachtschattengewächsen im Gewächshaus
  - Abstand von nahegelegen Parzellen mit Nachtschattengewächsen, da Sporen auch über den Wind vertragen werden
- Direkt:
  - Einige Fungizide gegen die Kraut- und Knollenfäule oder gegen andere pilzliche Erreger wirken auch gegen Alternaria.
  - Kartoffeln: Kraut vor der Ernte beseitigen, damit die Knollen nicht angesteckt werden
  - Saatgutbehandlung (Tomaten) mit Heisswasser

**Beispiel Septoria an Weizen**

Im Weizen treten zwei Septoria-Pilzarten auf, die Blattdürre (Septoria tritici) und die Blatt- und Spelzenbräune (Septoria nodorum). Der Befall der Blattdürre hat in den letzten Jahrzehnten stark zugenommen, wohingegen die der Spelzenbräune stark abgenommen hat. Der Befall führt zu einer reduzierten Fotosyntheseleistung. Besonders bei vermehrtem Regen im Frühling ist Septoria eine bedeutende Krankheit, die das Tausendkorngewicht und somit den Ertrag stark reduzieren kann.

Schadbild

- Befallene Keimlinge laufen schlecht auf (verkümmerte, gebräunte Keimscheiden).
- Es treten kleine Flecken auf Blättern (auch Blattscheiden, Halmen und Knoten) auf, die dann zu braunen Flecken zusammenfliessen.
- Befall breitet sich aus, die Verbräunung nimmt zu und Pflanzengewebe stirbt ab.
- Im abgestorbenen Gewebe werden braunschwarze kleine Punkte (kugelförmige Behälter, die Sporen enthalten, auch Pyknidien genannt) sichtbar.



© Markus Hochstrasser, Strickhof

**Abb. 139: Septoria auf Weizen**

Lebenszyklus

- sowohl samen- als auch bodenbürtiger Pilz (samenbürtiger Pilz führt zu Auflaufschäden)
- überdauert im Boden in Form von Dauer- und Sommersporen, in Fruchtkörpern, auf Pflanzenmaterial
- Dauersporen werden bei Regen herausgeschleudert und durch Regenspritzer vom Boden auf untere Blätter übertragen oder mit dem Wind weit herum verteilt.
- Verbreitung im Bestand oder auf höhergelegene Blattetagen durch Regenspritzer



**Abb. 140: Lebenszyklus von Septoria-Pilzen**

Ökologie

- Nasse Witterung fördert den Krankheitsbefall (5–10 mm Regen und 1–2 Tage Blattnässe ab 4 °C).
- starkes Auftreten nach andauernden, wechselhaften Wetterperioden im BBCH 31–47 und bei optimalen Temperaturen zwischen 10 und 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 Standorten zu beobachten, entlang Gewässern, in Senken oder an Waldrändern.

Bekämpfung

- Indirekt:
  - Sortenwahl und zertifiziertes Saatgut
  - nicht zu dichte Saat, keine übermässige Anwendung von Halmverkürzern, keine zu hohen Stickstoffgaben
  - Ernterückstände sorgfältig einarbeiten
- Direkt:
  - Fungizideinsatz nach erreichen der Bekämpfungsschwelle

# Unkräuter, Beikräuter, Begleitflora

## Allgemeines, Begriffserklärung

Als Unkräuter werden Pflanzen bezeichnet, die spontan auf einer Kulturfläche oder im Grünland wachsen. Die Pflanzen sind grundsätzlich unerwünscht und können wirtschaftliche Einbussen verursachen, indem sie die Kulturpflanze um Platz, Licht, Nährstoffe und Wasser konkurrenzieren. Der Begriff Unkraut ist nicht auf Kräuter beschränkt, sondern umfasst auch weitere Pflanzen wie Gräser, Farne und Moose (Farne und Moose für die Landwirtschaft wenig relevant). Auch Kulturpflanzen können, wenn sie nicht am erwünschten Ort stehen, Unkräuter sein (z. B. Kartoffeln in Getreide, Ausfallgetreide in Raps oder Kartoffeln in Zuckerrüben). Früher wurde ausschliesslich der Begriff Unkraut gebraucht. Mit der Zeit wurde jedoch festgestellt, dass Unkräuter durchaus auch Nutzen bringen, deshalb werden sie heute auch als Beikräuter oder Begleitflora bezeichnet. Im folgenden Kapitel wird der Einfachheit halber vor allem von Unkräutern gesprochen. 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 (man spricht von Begleitflora insofern deren Nutzen grösser als deren Schaden ist). Es geht heute nicht mehr nur darum, möglichst alle Unkräuter zu vernichten, sondern eine Unkrautregulierung zur Vermeidung von Schäden mit Hilfe wirtschaftlich und ökologisch vertretbarer Methoden anzustreben. Regulieren (oder Lenken) erfordert aber mehr Kenntnisse als Vernichten.

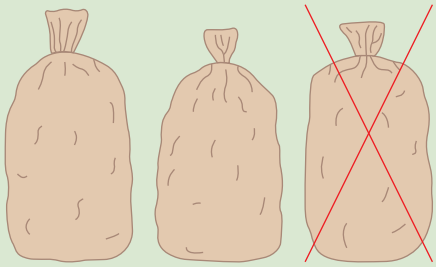
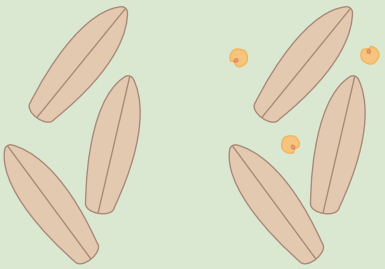
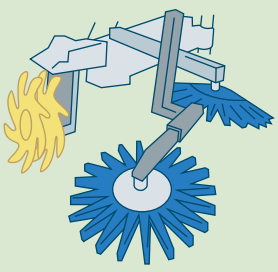
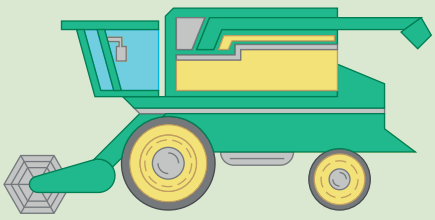
Daher muss Folgendes bekannt sein:

- 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 Unkräutern

Bei den Schäden wird unterschieden zwischen kurzfristig schädlichen Auswirkungen im Anbaujahr in der Kultur selber und langfristig schädlichen Auswirkungen in den Folgejahren in den Folgekulturen (siehe Tabellengrafik unten).

**Tab. 27: Kurzfristig schädliche Auswirkungen**

| **Ertrag** | **Erntegut** |
|---|---|
| Weniger Ertrag durch:<br>  <br>▶ Verdrängung (Platzkonkurrenz)<br>▶ Beschattung (Lichtkonkurrenz)<br>▶ Entzug von Nährstoffen (Nährstoffkonkurrenz)<br>▶ Entzug von Wasser (Wasserkonkurrenz) | Schlechtere Qualität durch:<br>  <br>▶ höhere Feuchte<br>▶ Fremdbesatz (Unkrautsamen, Pflanzenteile)<br>▶ Giftstoffe |
| **Pflege** | **Ernte** |
| Unkraut kann die mechanische Pflege stark erschweren oder verunmöglichen.<br>  | Unkraut kann die maschinelle Ernte (und die Handernte) stark erschweren.<br>  |

### Langfristig schädliche Auswirkungen

Versamen und vegetative Vermehrung

Versamen und vegetative Vermehrung wirken sich vor allem in den Folgekulturen aus und können je nach Unkrautart über eine lange Periode negative Auswirkungen haben. Wurzelstücke von Problemunkräutern können verschleppt werden und Unkrautpflanzen können versamen.




**Abb. 141: Das Versamenlassen von Problemunkräutern kann langjährige Probleme verursachen.**

Krankheitsübertragung

Unkräuter dienen als Wirte oder Zwischenwirte bestimmter Krankheiten und Schädlinge. Beispiele dafür sind:

- Quecke als Überträgerin der Halmbruchkrankheit beim Getreide
- Knötericharten als Überträger des Rübenkopfälchens
- Kreuzblütler (z. B. Hirtentäschel) als Überträger von Kohlhernie
- Flughafer als Überträger von Getreidenematoden
- Brennnessel und Ackerwinde sind Wirtspflanzen von Vektoren (Insekten die Krankheiten Übertragen z. B. (Schwarzholzkrankheit in Reben)




**Abb. 142: Halmbruch an Queckenausläufer**

## Nutzen von Unkräutern

Die positiven Auswirkungen der Unkräuter sind zwar schlecht zu beziffern, aber dennoch vorhanden:

- Bodenbedeckung und Durchwurzelung vermindern Bodenerosion und Verschlämmung.
- Bodenbedeckung hat positive Wirkung auf die Bodenfauna durch die Verminderung von negativen UV-Strahlen und der Austrocknung des Bodens.
- Auf verunkrauteter (oder bebauter) Brache werden Nährstoffe vorübergehend vor Auswaschung geschützt.
- Unkräuter schliessen schwer verfügbare Nährstoffe auf (z. B. Knötericharten > Phosphor).
- Unkräuter dienen den Mikroorganismen nach dem Absterben als Nahrung.
- Harmlose Unkräuter konkurrenzieren schwer bekämpfbare. Eine breite Unkrautpopulation ohne Problemunkräuter, mit vielen verschiedenen Arten ist immer unproblematischer als eine Unkrautpopulation mit wenigen, aber problematischen Arten.
- Unkräuter können bis zu einem gewissen Grad Verdichtungen auflockern.
- Schädlinge (z. B. Schnecken) lassen sich durch Unkräuter von jungen Saaten ablenken.
- Förderung von Nützlingen: Nützlinge finden an Unkräutern häufig lebenswichtige Nahrung
  - Beispiel 1: Gewisse Unkräuter, wie der Weisse Gänsefuss, tragen schon sehr früh Blattläuse, die spezialisierte Nützlinge wie Marienkäfer ins Feld locken.
  - Beispiel 2: Der Pollen von Ehrenpreisarten ist essenziell für gewisse adulte Schwebfliegen und Schlupfwespen.




**Abb. 143: 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).**

## Biologie der Unkräuter

Eine zweckmässige Einteilung der Unkräuter 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 Unkräuter 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.

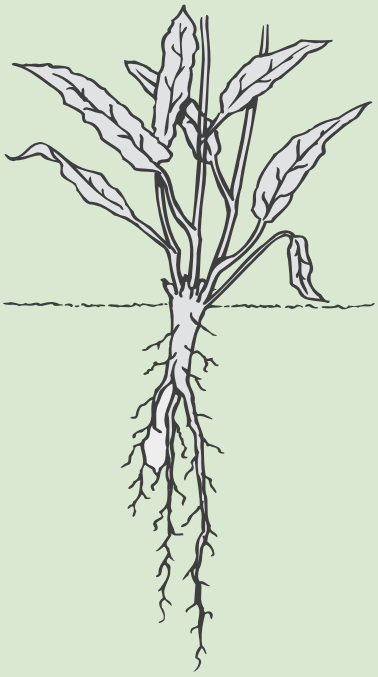
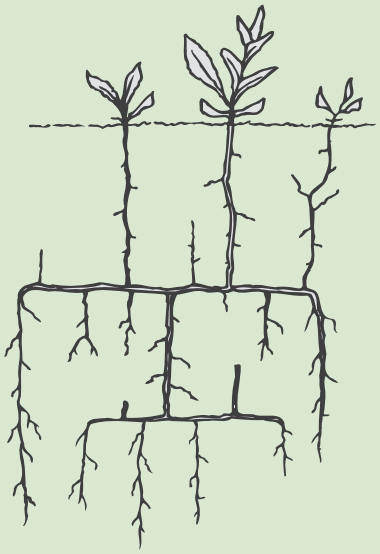
b) Zweijährige Pflanzen

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 Ackerbau 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 dieser 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 Blacke, Ackerkratzdistel, Amphibienknöterich und Quecke.

**Tab. 28: Wichtige mehrjährige Unkräuter und ihre Reserveorgane**

| Blacke | Ackerkratzdistel | Quecke |
|---|---|---|
|  |  |  |
| Pfahlwurzel | Wurzelausläufer | Stängelausläufer (Rhizome) |

### Unkrautgruppen

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

**Tab. 29: Einteilung der Unkräuter für die praktische Regulierung**

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

### Samenproduktion und Lebensdauer der Samen

Unkräuter müssen über besondere Eigenschaften verfügen, um sich auf dem Ackerland 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 auf dem Acker allgemein eine untergeordnete Rolle (Ausnahme Problemunkräuter wie Ackerkratzdistel, Quecken oder Erdmandelgras), ist dagegen auf dem Dauergrünland für die Arterhaltung ausschlaggebend. Die folgende Tabelle gibt eine Übersicht über die Samenproduktion und Lebensdauer der Samen einer Auswahl von Unkräutern.

**Tab. 30: Samenproduktion und Lebensdauer der Samen von ausgewählten Unkräutern**

| **Pflanzenart** | **Ungefähre 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 |
| Blacke (mehrjährig) | 3000–7000 | 50–60 |

Unter idealen Bedingungen (freistehende Einzelpflanze, genügend Wasser und Nährstoffe) können gewisse Unkräuter 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 Unkrautsamen über eine längere Zeitperiode keimfähig bleiben, sammeln sie sich im Boden an. Die Anzahl der Samen schwankt stark und ist abhängig von Bodenart, Bodenbearbeitung und Unkrautbekämpfung. Versuche haben gezeigt, dass die Samenvorräte in den obersten 25 cm zwischen 6000 und 22 000 keimfähigen Samen/m$^2$ schwanken. Der Samenvorrat im Boden bietet die Grundlage dafür, welche Unkrautpopulation 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 Unkrautart 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 Unkräuter stellen also nur die Spitze des Eisbergs dar.

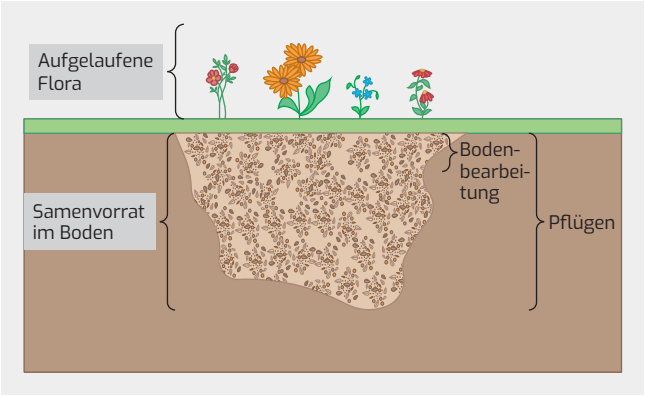



**Abb. 144: Die im Feld beobachteten aufgelaufenen Unkräuter sind nur die Spitze des Eisbergs. Der Samenvorrat im Boden ist viel höher.**

### Standortansprüche und Veränderungen der Unkrautflora

Die Pflanzenarten einer Gegend sind nicht zufällig zusammengemischt. Eine Pflanze kann sich nur an 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 vorhanden 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 Landwirtin bzw. der Landwirt hat auf Klima, Exposition und Höhenlage keinen Einfluss, die anderen Faktoren können hingegen bis zu einem gewissen Grad beeinflusst werden (z. B. Aufkalken von sauren Böden).

Biotische Faktoren

*a) Menschliche Einflüsse*

- Anbautechnik: Bodenbearbeitung: Pflug und intensive Folgebearbeitung fördert einjährige Samenunkräuter, pfluglose Bodenbearbeitung fördert mehrjährige Unkräuter und Ungräser.


© Hans Ramseier, HAFL

**Abb. 145: Durch den Pflug und einer intensiven Folgebearbeitung werden Einjährige Breitblättrige Unkräuter gefördert.**

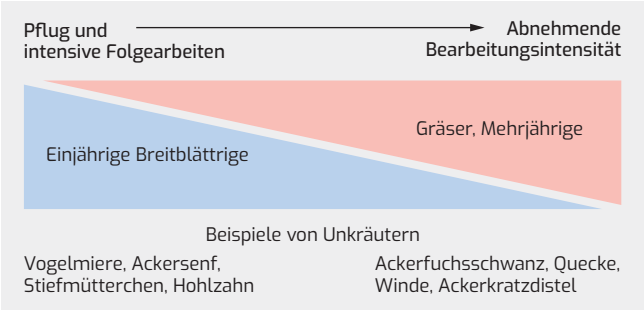



**Abb. 146: Pflug fördert einjährige Samenunkräuter, pfluglose Systeme mehrjährige Unkräuter und Gräser.**

- Saat- bzw. Pflanzzeitpunkt und Ernte: Es gibt Unkräuter wie die Vogelmiere, Rote Taubnessel, Echte Kamille, Hirtentäschel oder das einjährige Rispengras, die das ganze Jahr über keimen, sobald Keimbedingungen vorhanden sind. Eine Keimung dieser Pflanzen ist in allen Kulturen möglich. Daneben gibt es typische Herbstkeimer, wie den Windhalm oder den Efeublättrigen Ehrenpreis, die ausschliesslich im Herbst keimen und deshalb auch nur in Herbstkulturen wie Winterweizen vorkommen. Eine weitere Gruppe von Unkräutern hat ihre Hauptkeimzeit im frühen Frühling, so etwa der Flughafer, Hohlzahn oder Ackersenf. Diese Unkräuter keimen in frühen Frühjahrskulturen wie Sommerhafer, Ackerbohnen oder Erbsen. Die Gruppe der im späten Frühjahr keimenden «Wärmekeimer», wie Weisser Gänsefuss, Schwarzer Nachtschatten, Amarant, Franzosenkraut und Hirsearten, kommt dementsprechend in den Hackfrüchten (Kartoffeln, Zuckerrüben, Mais) vor. Mit einer Abwechslung von Herbst- und Frühjahrskulturen kann der einseitigen Vermehrung einer bestimmten Gruppe von Unkräutern vorgebeugt werden.

Mehr Informationen dazu finden Sie im Kapitel «4.1 Pflanzenschutzstrategie planen und präventive Massnahmen umsetzen» in der «Abb. 26: Hauptkeimzeiten wichtiger Unkräuter und Ungräser.» auf der Seite 57.

- Kulturpflanzensorten: Sorten mit einer raschen Jugend- und Blattentwicklung, die dementsprechend eine gute Beschattung haben, unterdrücken Unkraut deutlich besser. So haben langhalmige Getreidesorten mit einem breiten und flachen Fahnenblatt einen deutlich grösseren Vorteil gegenüber Unkraut als kurzhalmige Sorten mit einem steilen Fahnenblatt.
- Saatmenge, Saatdistanz: Eine höhere Saatmenge unterdrückt das Unkraut besser als eine niedrige. Bei einer hohen Saatmenge entwickeln sich die Einzelpflanzen jedoch weniger gut, weil sie sich gegenseitig konkurrenzieren. Es gibt also je nach Kulturart, Bodenart respektive Zustand des Bodens und Saattermin ein Optimum für jede Kultur. Wenn die Reihen bei gleicher Aussaatstärke enger gewählt werden, sind die Körner in der Reihe weiter auseinander. Damit stören sich die auflaufenden Kulturpflanzen gegenseitig weniger im Wachstum und desto besser ist die Unterdrückung des Unkrautes, weil weniger freie Bodenfläche (Licht) zum Keimen vorhanden ist. Zudem können sich die Unkrautpflanzen weniger gut entwickeln, sind also kleiner.

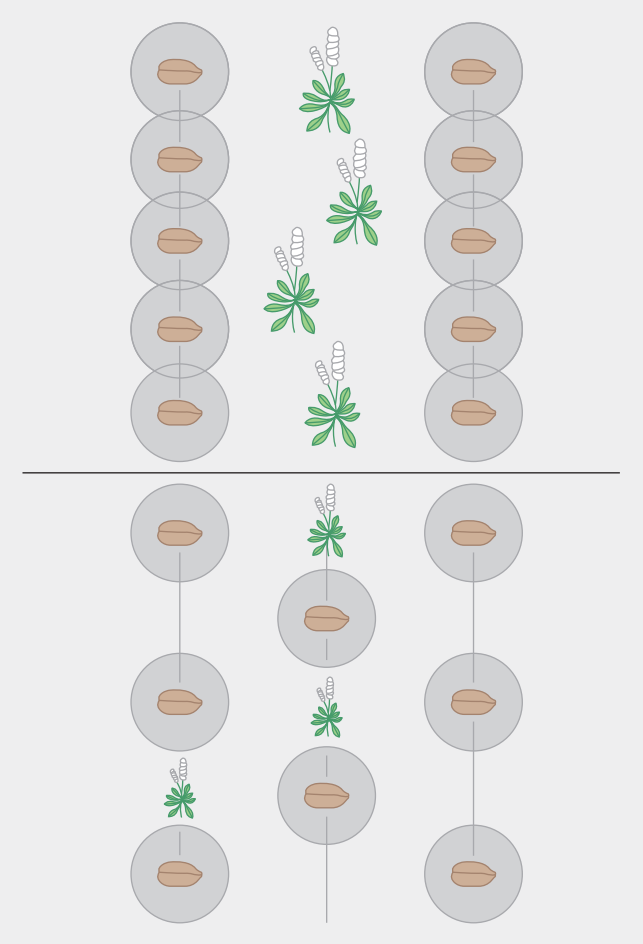


**Abb. 147: Standraum und Verunkrautung bei weiter Reihe (oben) und enger Reihe (unten)**

- Saattiefe: Wenn Kulturpflanzen zu tief gesät werden, ist die Wurzelentwicklung schwach, wodurch die Nährstoff- und Wasseraufnahme eingeschränkt wird. Die Pflanzen brauchen dann mehr Energie, um an die Bodenoberfläche zu gelangen. Dementsprechend ist auch die Entwicklung in der Jugendphase schwach, da der oberirdische Teil schwach ausgebildet ist. Damit ist die Kulturpflanze gegenüber Unkraut weniger konkurrenzfähig.
  Bei zu flacher Saat ist neben der Wurzelentwicklung auch die oberirdische Entwicklung der Pflanze und dementsprechend auch die Konkurrenzkraft eingeschränkt.




**Abb. 148: Eine angepasste Saattiefe ist wichtig für eine rasche Jugendentwicklung der Pflanzen und damit auch eine gute Konkurrenzkraft gegenüber Unkraut und der geringeren Anfälligkeit gegen Krankheiten und Schädlinge. Im Bild zu tief (links) und zu flach (rechts) gesäter Weizen. Die Pflanze in der Mitte wurde auf eine ideale Tiefe gesät und hat sich am besten entwickelt.**

- Pflanzenernährung: Eine ausgewogene Pflanzenernährung der Nutzpflanze fördert deren ungestörte Entwicklung, erhöht ihre Bodenbedeckung und damit ihre Konkurrenzkraft. Bei einer übermässigen Düngung (v. a. mit Stickstoff) profitieren gewisse Unkräuter besonders stark (z. B. Vogelmiere), weil sie Stickstoff besser und schneller aufnehmen als die Kulturpflanzen und sich so stärker ausbreiten können.
- Herbizideinsatz: Alle Herbizide ausser Glyphosat sind selektiv, das heisst ein Teil der Unkräuter wird erfolgreich und ein Teil nur ungenügend oder gar nicht erfasst. Deshalb ist es sehr wichtig, dass die Leit- und Problemunkräuter bei einem Herbizideinsatz sicher erfasst werden. Es ist wichtig die relevanten Unkräuter (Problemunkräuter und Unkräuter die problematisch werden können) von den Beikräutern / unproblematischen Unkräutern unterscheiden zu können. Weist das gewählte Herbizid Wirkungslücken auf und nur ein Teil der bedeutend vorkommenden Unkräuter wird erfasst, besteht die Gefahr, dass die übrig gebliebenen Unkräuter sich um so stärker ausbreiten (erhöhte Massen- und Samenbildung aufgrund fehlender Konkurrenz). Dadurch kann die erwartete Ertragssteigerung ausbleiben.




**Abb. 149: In diesem Weizenfeld wurde eine Herbizid-Behandlung durchgeführt. Weil Kamille in bedeutendem Masse vorhanden war, das Herbizid aber eine Wirkungslücke gegen Kamille aufwies, wurde diese gefördert.**

- Fruchtfolge: Die Möglichkeit zwischen Herbst- und Frühjahrssaaten zu wählen, ist speziell für Unkräuter einer bestimmten Keimperiode wichtig (z. B. Windhalm im Wintergetreide, Flughafer in frühen Frühjahrskulturen und Hirsen in Hackfrüchten). Die Fruchtfolge 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. Kulturen mit einer langsamen Jugendentwicklung wie Mais, Zuckerrüben, Kartoffeln und Zwiebeln sind im Konkurrenzkampf gegen Unkräuter von vornherein benachteiligt. Raps hingegen läuft bei guten Wetterbedingungen zügig auf und bedeckt den Boden rasch und hat somit gegenüber Unkraut eine gute Konkurrenzkraft.

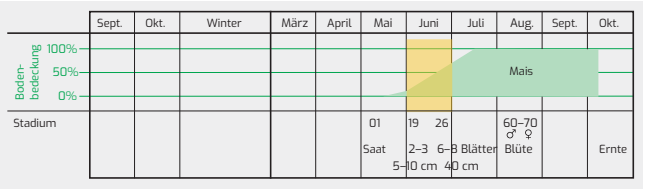



**Abb. 150: Bodenbedeckung der Kultur Mais (grün) im Laufe der Vegetation. Die kritische Periode gegenüber Unkraut ist gelb dargestellt. In dieser Zeit kann der Mais keine Konkurrenz aufbauen.**

Gepflanzte Kulturen bringen immer Vorteile gegenüber Unkrautkonkurrenz.

*c) Tierische Einflüsse*

Jede Schwächung der Kulturpflanze durch Tiere (Schnecken, Schadinsekten, Nematoden usw.) hat eine Schwächung der Konkurrenzkraft zur Folge.




**Abb. 151: Drahtwurmschaden in Wintergerste**

*d) Einfluss des Klimawandels auf die Unkräuter*

Vom Klimawandel profitieren wärmeliebende eingeschleppte 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.

## 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 in dem neuen Ökosystem nicht etablieren kann, können einige jedoch zu Problemen 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 Freisetzungsverordnung (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.).

↗ Freisetzungsverordnung, 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 (Freisetzungsverordnung, FrSV)

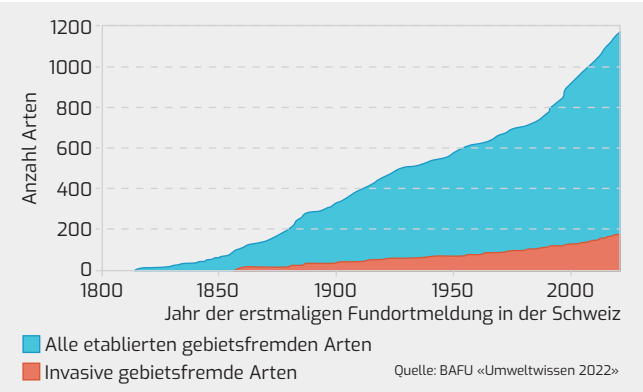



**Abb. 152: Zeitliche Entwicklung der etablierten und invasiven gebietsfremden Arten**

## Invasive Neophyten

Im Folgenden sind gebietsfremde invasive Pflanzen, sogenannte Neophyten, aufgeführt, die auf oder neben landwirtschaftlichen 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




**Abb. 153: Kanadische Goldrute an Strassenbord (links) und Japanischer Staudenknöterich in Extensivwiese (rechts) verdrängen radikal die einheimischen Arten.**

- Die Webseite von Infoflora gibt umfassend Auskunft über Invasive Neophyten: www.infoflora.ch > Neophyten
- Praxishilfe Invasive Neophyten im Kanton Zürich: www.zh.ch > News > Filter «Neuauflage Praxishilfe» > Praxishilfe Invasive Neophyten im Kanton Zürich.

## Invasive Neozoen

Folgende invasive Tiere, sogenannte Neozoen, sind für die Landwirtschaft potenziell wichtig (Liste nicht vollständig):

- Japankäfer
- Asiatischer Marienkäfer
- Kirschessigfliege
- Apfelfruchtfliege
- Paprikarüssler
- Tomatenblattsauger
- Orientalische Fruchtfliege
- Herbst-Heerwurm

**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 soweit verdrängt, dass dieser in bestimmten Regionen in der Schweiz kaum mehr zu finden ist. Er frisst aber auch an beschädigten Trauben oder verkriecht sich darin.

### 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 wirksame Massnahmen, die die Einführung und Verbreitung dieser Organismen 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):

- Ambrosia
- Japankäfer
- Asiatischer Laubholzbockkäfer
- 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) der Schädlinge. Sie helfen deren potenziellen Schaden in einem Bestand zu begrenzen oder gar zu stoppen. Es gibt bei den Insekten, Spinnen, Nematoden, Bakterien, Viren und Pilzen zahlreiche Arten von Nützlingen. Einige von ihnen können vermehrt und zur biologischen Bekämpfung freigesetzt werden. Die meisten anderen Nützlinge werden durch die Anlage natürlicher Strukturen im Bestand selbst oder in dessen Nähe gefördert.

- Kapitel 4: Ausnützung natürlicher Begrenzungsfaktoren – Pflege des ganzen Agrarökosystems

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 Parasitoide 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 Landschaft (Hecken, Saum, Buntbrachen etc.) gefördert, wo sie überwintern und Nahrung finden. Wenn eine direkte Behandlung durchgeführt werden muss, sollten wenn möglich nützlingsschonende Mittel eingesetzt werden.

Mehr Informationen zu Schaderregern finden sie in folgenden Quellen:

- www.pflanzenkrankheiten.ch
- Buch «Pflanzenschutz im nachhaltigen Ackerbau» der Edition-lmz AG: www.edition-lmz.ch > Landwirtschaft > Haus und Garten > Pflanzenschutz im nachhaltigen Ackerbau
- Pflanzenschutzempfehlungen für den Erwerbsobstbau: www.agroscope.admin.ch > Themen > Pflanzenbau > Obstbau > Pflanzenschutz Obstbau > Pflanzenschutzempfehlungen und Merkblätter
- SOPRA Schädlingsprognose für den Obstbau: sopra.agroscope.ch > Empfehlungen
- Pflanzenschutzempfehlungen für den Rebbau: www.agroscope.admin.ch > Themen > Pflanzenbau > Weinbau > Pflanzenschutz im Rebbau
- www.agrinatur.ch
- Videos auf agrinatur.ch: www.agrinatur.ch > Videos

## Tab. 31: Auswahl von Nützlingen

### Marienkäfer


© Diana Parkhouse, unsplash


© Fritz Häni, Spiez

**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 Mehltaupilze.
- 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 Schadschwelle dulden).

### Florfliegen


© S. Keller, Eschenz


© Fritz Häni, Spiez

**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







**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 Schadschwelle dulden).
- Verzicht auf Mähaufbereiter

## Laufkäfer







**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

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

## Raubmilben


© S. Keller, Eschenz


© flickr.com

### 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 Heckenkirsche
- Pollenangebot von Gräsern durch alternierendes Mulchen fördern
- Raubmilben via Pflanzmaterial oder Filzstreifen umsiedeln

## Vögel


© Strickhof


© Pixabay

### 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: www.vogelwarte.ch > Ratgeber > Nisthilfen

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).

# 7

# Direkte Bekämpfung

# 7. Direkte Bekämpfung

Erst wenn vorbeugende und nicht-chemische Massnahmen nicht zum Ziel geführt haben, gelangt die chemische Bekämpfung zur Anwendung. Diese soll aber nur erfolgen, wenn die Bekämpfungsschwelle erreicht oder überschritten ist. Zudem gilt es, auch beim Einsatz von chemischen Produkten bestimmte Regeln zu beachten.

## Physikalische Methoden

Bei den physikalischen Methoden ist die mechanische Unkrautbekämpfung die am weitesten verbreitete Massnahme. Weitere Möglichkeiten, die je nach Bereich eine gewisse Bedeutung erlangt haben, sind das Einnetzen, die Abdeckung mit Vlies sowie das Fangen und Absammeln von Schädlingen.

### Mechanisch

#### Pflügen

Mit dem Pflügen wird der oberste Bodenhorizont aufgelockert und Pflanzenrückstände und Hofdünger werden eingearbeitet (siehe Abb. 154). Der Pflug ist grundsätzlich für alle Kulturen geeignet und unterstützt die Durchlüftung des Bodens. Er stellt eine wirksame Bekämpfung von Unkraut, Krankheiten und Schädlingen dar. Diese Vorteile sind sicherlich ein Grund dafür, dass der Pflug vor allem im Biolandbau 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.




**Abb. 154: Mit dem Pflug ist eine wirksame Bekämpfung von Unkraut, Krankheiten und Schädlingen möglich. Um die Nachteile zu reduzieren, sollte bei guten Bodenbedingungen flach gepflügt werden. Im Bild Onland-Pflug.**

#### Nicht wendende Bodenbearbeitung

Unter nicht wendender Bodenbearbeitung wird eine eher flachere Bodenbearbeitung mit Geräten wie Grubber, Federzinken- oder Scheibenegge verstanden. Bei diesem Verfahren werden Ernterückstände oder Hofdünger in die obere Bodenschicht mehr oder weniger eingearbeitet und die sich darauf befindenden Krankheitserreger damit abgebaut. Die Wirkung ist etwas geringer als beim Pflug, zudem werden Unkrautsamen und Ausfallkörner der Kulturpflanzen zum Keimen gebracht. 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 Verschlämmung, stellen aber auch ein Problem bei der Übertragung von Pilzkrankheiten dar.

**Striegeln**

Für das erfolgreiche Striegeln sind einige Grundsätze zu berücksichtigen:

- richtige Einschätzung der Unkrautsituation und Unkrautentwicklung (Welches sind die Leitunkräuter, welches die Problemunkräuter? In welchen Situationen (Wetter, Bodenfeuchte, Stadien Unkraut und Kultur) erreiche ich mit Striegeln das angestrebte Ziel?)
- richtiger Einsatzzeitpunkt, Kenntnis der Kulturpflanzenentwicklung (Wann kann ich striegeln, welche Auswirkung hat der Striegel?)
- nur genügend abgetrocknete Felder befahren und unter der Voraussetzung trockener Wetterbedingungen in den folgenden Tagen
- richtige Handhabung und Einstellung der Geräte

Die Wirkung des Hackstriegels beruht auf Ausreissen und Zuschütten der Unkräuter. Zusätzlich werden verschlämmte Bodenoberflächen aufgebrochen, es kommt wieder vermehrt Luft in den Boden mit positivem Effekt auf die Mineralisierung. Ausserdem wird beim Getreide die Bestockung angeregt. Mit dem Striegel wird reihenunabhängig gearbeitet, das heisst auch in der Reihe wird das Unkraut bekämpft. Der Striegel hat keine oder nur eine ungenügende Wirkung auf mehrjährige Unkräuter und auf rasch und tiefwurzelnde einjährige Unkräuter wie Klebern, Hohlzahn oder Windenknöterich. Die Flächenleistung mit dem Striegel ist gross. Nach einem Striegeldurchgang sollte es mindestens zwei Tage nicht regnen, damit das Unkraut vertrocknet resp. vom Regen nicht wieder frei gespült wird und anwachsen kann.

Blindstriegeln

Wenn nach der Saat der Keimling der Kulturpflanze die Bodenoberfläche noch nicht durchbrochen hat, Unkräuter aber bereits Keimfäden haben, kann mit dem Striegel ein hoher Wirkungsgrad erreicht werden. Die Keimfäden werden an die Oberfläche befördert, wo sie vertrocknen. Besonders geeignet sind Kulturen wie Mais oder Ackerbohnen. Hier werden die Samen tief abgelegt und Unkräuter keimen nach der Saat bereits bei günstigen Bedingung, während die Kulturpflanzen aber noch unter der Bodenoberfläche geschützt sind.

Striegeln nach dem Auflaufen der Kultur

Jede Kultur reagiert mehr oder weniger empfindlich auf mechanische Einwirkung und das Verschütten durch Erde während dem Auflaufen. Deshalb sollte der Striegel in diesem Stadium nicht eingesetzt werden. Beim Getreide gilt dies zum Beispiel vom Auflaufen bis zum Zweiblattstadium, ab dem Dreiblattstadium kann gestriegelt werden. Grundsätzlich sollte früh gestriegelt werden, weil sonst die Unkräuter nicht mehr hinreichend ausgerissen oder mit Erde zugedeckt werden. Grundsätzlich hat der Striegel bis zum Keimblattstadium der Unkräuter eine gute Wirkung. Für gewisse Problemunkräuter wie Klebern und Wicke kann auch später noch mit dem Striegel durchgefahren und die Unkräuter können «ausgekämmt» werden. Allerdings nimmt auch die Gefahr der Kulturpflanzenschädigung zu.

***Präzisionshackstriegel***

2008 kam der erste Präzisionshackstriegel auf den Markt. Heute sind praktisch bei allen Hackstriegel-Anbietern auch Präzisionsstriegel erhältlich, teilweise sogar mit elektronischer Tiefenführung. Präzisionshackstriegel lassen sich präzise für ein sensibles und kulturschonendes Arbeiten einstellen. Der Striegel passt sich Bodenunebenheiten sehr gut an und der Zinkendruck bleibt auch auf Dammkulturen immer gleich. Die Vorteile von Präzisionsstriegeln können vor allem in Gemüse, Kräutern und in Dammkulturen genutzt werden. Präzisionsstriegel sind zwar in der Anschaffung deutlich teurer als klassische Hackstriegel, die Investition kann sich aber rasch lohnen, wenn damit besonders in Dammkulturen entsprechend gute Resultate erreicht werden.




**Abb. 155: Präzisionshackstriegel halten den voreingestellten Druck konstant, auch bei Dammkulturen.**

### *Rollstriegel*

Schräg gestellte Scheiben mit leicht abgewinkelten Zinken greifen in den Boden ein und reissen das Unkraut aus. Dies hat eine gute Wirkung auf Unkräuter vom Keimblattstadium bis zum Zweiblattstadium. Die Wirkung ist vergleichbar mit der des Hackstriegels. Die Rollhacke kann auch in Mulchsaaten mit höherem Mulchanteil eingesetzt werden. Die Fahrgeschwindigkeit beträgt ca. 10 bis 12 km/h und die Flächenleistung ist damit mit einem Hackstriegel vergleichbar.

## Hacken

Eine Übersicht über wichtige Hackgeräte ist in der folgenden Tabelle wiedergegeben.

**Tab. 32: Übersicht Hackgeräte im Vergleich**

| Gerät | Arbeitsweise | Wirkung in der Reihe | |
|---|---|---|---|
| Scharhacke | ▶ Gänsefussschare schneiden und verschütten die Unkräuter.<br>▶ Wirkt auch noch gegen grössere Unkräuter und Gräser bis zum 4-Blattstadium.<br>▶ Ist relativ tolerant gegenüber Steinen. | ▶ Wenig.<br>▶ Je nach Schar wird ein leichter bis guter Anhäufeleffekt in der Reihe erzielt. |  |
| Sternhacke | ▶ Die Sternräder reissen Unkräuter an und verschütten diese.<br>▶ Der Boden wird gelockert.<br>▶ Hat wenig Wirkung gegen grössere Gräser, Hirsen, sowie Wurzelunkräuter.<br>▶ Ein mässiger Steinanteil ist möglich. | ▶ Ja.<br>▶ Sind die Hacksterne nach innen gerichtet, wird die Kultur angehäufelt.<br>▶ Sind sie nach aussen gerichtet, wird die Kultur abgehäufelt. |  |
| Reihenhackbürste | ▶ Reisst Unkräuter aus und legt sie oberflächlich ab.<br>▶ Bei zu hoher Drehzahl besteht Verschlämmungsgefahr.<br>▶ Der Stein- und Schollenanteil sollte gering sein. | ▶ Nein.<br>▶ In grösseren Kulturen ist durch Angeben der Schutztunnel ein leichtes Anhäufeln in der Reihe möglich. |  |
| Striegel | ▶ Entwurzelt und verschüttet das Unkraut.<br>▶ Ist geeignet für Unkräuter bis zum 2-Blattstadium und gut verwurzelte robuste Kulturpflanzen. | ▶ Ja.<br>▶ Arbeitet unabhängig von den Reihen auf der ganzen Fläche. |  |

© alle Bilder: René Steiner, INFORAMA

**Tab. 32: Übersicht Hackgeräte im Vergleich (Fortsetzung)**

| Gerät | Arbeitsweise | Wirkung in der Reihe | |
|---|---|---|---|
| Fingerhacke | ▶ Reisst das Unkraut auch zwischen den Reihen aus und verschüttet es.<br>▶ Der Stein- und Schollenanteil sollte gering sein.<br>▶ In harten Böden und gegen gut verwurzelte Unkräuter ist die Wirkung ungenügend. | ▶ Ja.<br>▶ In leichten Böden wird die Reihe angehäufelt und das Unkraut zwischen den Kulturpflanzen verschüttet. |  |
| Torsionshackgerät | ▶ Zwei schräg gestellte Zinken entwurzeln und verschütten das Unkrut bis zum 2-Blattstadium auch zwischen den Reihen.<br>▶ Die Kulturpflanzen müssen gut verwurzelt sein.<br>▶ In harten und schweren Böden ist die Wirkung ungenügend. | ▶ Ja.<br>▶ Die Zinken wirken auch in der Reihe.<br>▶ Je näher die Enden der beiden Zinken bei den Kulturpflanzen sind, desto aggressiver wirkt das Gerät. |  |
| Reihenhackfräse | ▶ Kleine Fräsaggregate zwischen den Reihen schneiden das Unkraut ab und verschütten es.<br>▶ Das Fräsen kann die Bodenstruktur schädigen.<br>▶ Die Gefahr von Verschlämmung nimmt zu.<br>▶ Auch älteres Unkraut kann noch bekämpft werden. | ▶ Nein.<br>▶ Ein Einsatz ist höchstens als Notmassnahme bei grossem Unkraut gerechtfertigt. |  |

© alle Bilder: René Steiner, INFORAMA

Der Grundsatz beim Einsatz von Hackgeräten lautet: früh und flach! Bei einem frühen Einsatz werden Unkräuter besser bekämpft als bei einem späten, wenn die Unkräuter schon grösser sind. Zudem können Bodenverkrustungen mit Hackgeräten gut aufgebrochen werden. Wenn das (Schar-)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 Striegeln), 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 Fingerhacken angebaut werden, die in die Reihe eingreifen und Unkraut auch auf der Reihe bekämpfen.




**Abb. 156: Sternhackgerät im Mais. Im zweiten Hackdurchgang können die Hacksterne gegen die Maisreihe gerichtet werden (Anhäufeln). Damit wird ein gewisser Effekt durch Zuschütten der Unkräuter auf den Reihen erreicht.**

Heute geht die Tendenz zu Hackgeräten mit Kamerasteuerung, vor allem bei grossen zu hackenden Flächen und/oder überbetrieblichem Einsatz (siehe Abb. 157). 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.




**Abb. 157: Kameragesteuertes Hackgerät mit Fingerhacke im Einsatz in Zuckerrüben**

Ein spezielles Hackgerät ist die Amerikanische Rollhacke (Yetter).




**Abb. 158: Amerikanische Rollhacke im Einsatz in Mais**

Auf einer Achse sind sternförmig angeordnete löffelartige Werkzeuge angebracht, die in den Boden eindringen und die Erde mit den Unkräutern hochwerfen. Die Fahrgeschwindigkeit ist hoch (ca. 15 km/h) und damit auch die Flächenleistung. Die Wirkung ist vergleichbar mit dem Hackstriegel. Die amerikanische Sternhacke arbeitet reihenunabhängig (ganzflächig).

↗ Video Rollhacke: www.youtube.com > Hatzenbichler Rotor-Striegel.avi

### Hackroboter

Seit einigen Jahren werden autonome Maschinen entwickelt, die sogenannten Hackroboter, die das Hacken autonom übernehmen. Die meisten dieser Geräte arbeiten mit Kameras, die zwischen Unkraut und Kultur unterscheiden können und nur das Unkraut entfernen. Ein anderer Ansatz kommt beim System «Farmdroid» zum Einsatz. Der «Farmdroid» ist ein solarbetriebener Feldroboter, der auch die Saat übernimmt. Durch den Einsatz eines hochpräzisen RTK-GPS merkt sich der Roboter die genaue Position der Saatgutablage und führt anschliessend die Unkrautbekämpfung zwischen und in den Reihen durch und kann so das Unkraut nahe der Kulturpflanze bekämpfen. Seit dem 1. Januar 2025 werden in der Schweiz im Rahmen der Strukturverbesserungs-Verordnung neue selbstfahrende Roboter zur Unkrautbekämpfung mit 10 % des Anschaffungspreises gefördert. Diese Massnahme ist bis Ende 2030 vorgesehen.

### Abdecken

Auch durch Abdecken des Bodens können Pflanzen gegen Unkraut und andere Einflüsse geschützt werden. Plastikmulchfolien finden in verschiedenen landwirtschaftlichen Kulturen wie Gemüse, Spargel oder Erdbeeren 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 hauptsächlich der Unkrautunterdrückung. Zusätzlich ist aber auch die Verbesserung der Wassereffizienz bei Langzeitkulturen in Kombination mit Tropfbewässerung spürbar und die Ernteprodukte werden vor Verschmutzung durch Erde geschützt. Besonders im Frühjahr und bei Spargel 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. Im Kartoffel- und Gemüsebau mit längeren Kulturzeiten, z. B. Lagerkabis, hat sich mit einer Stroh-, resp. Grasabdeckung gezeigt, dass sich einjährige Unkräuter gut unterdrücken lassen. Zudem werden die Wasserverdunstung (Evaporation) und Bodenerwärmung vermindert, was sich in Trocken- und Hitzephasen sehr positiv auswirken kann.



© Gian Dietrich, Rohrer Gemüse

**Abb. 159: Folienabdeckung in Erdbeeren**



© Hans Ramseier, HAFL

**Abb. 160: Strohmulch in Kartoffeln**

## Hitze

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

### Abflammen

Das Abflammen mittels Flüssiggas ist eine Methode der rückstandsfreien Unkrautvernichtung. Bei der Abflammtechnik wird durch Wärmeeinwirkung 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. Die Abflammtechnik spielt in der Unkrautbekämpfung nur eine untergeordnete Rolle. Am häufigsten kommen Abflammgeräte in Spezialkulturen (z. B. Feldgemüse) des biologischen Landbaus zum Einsatz. Eine gewisse Rolle spielt auch die Vernichtung von Kartoffelkraut (Biolandbau, IP-Suisse), allerdings ist hier zu bemerken, dass für die Vernichtung grosser Pflanzenmassen, wie Kartoffelstauden, grosse Energiemengen nötig sind.

### 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.

### Saatgutbehandlung mit Dampf

Gewisse Krankheiten wie Schneeschimmel, Stink- und Zwergbrand sowie Flugbrand werden über das Saatgut übertragen. Durch eine Beizung mit chemisch-synthetischen Mitteln können diese Krankheiten an der Ausbreitung in der Pflanze gehindert werden, wodurch ein regelmässiger guter Feldaufgang und eine zügige Jugendentwicklung gewährleistet sind. Diese Methode ist im Biolandbau allerdings nicht erlaubt.

Als Alternative dazu gibt es die Möglichkeit einer Dampfbehandlung. Das Grundprinzip basiert auf einer selektiven Wirkung auf das Saatgut. Die Krankheitserreger auf dem Korn reagieren viel empfindlicher auf die Dampfbehandlung als das Saatgut selbst. Nach der Dampfbehandlung wird das Saatgut durch warme Luft getrocknet und anschliessend durch kalte Luft abgekühlt. Seit Herbst 2021 ist in der Schweiz die erste Anlage in Betrieb.

**Solarisation**

Bei der Solarisation wird der Boden mit einer durchsichtigen Plastikfolie abgedeckt. Durch die Sonnenstrahlung wird der Boden unter der Folie erwärmt und die Wärme durch die Plastikfolie zurückgehalten. Dabei wird der Boden so stark erwärmt, dass ein Teil der Unkrautsamen, Schädlinge und Krankheitserreger abgetötet wird. Solarisation wird aktuell in südeuropäischen Ländern praktiziert. Durch die Klimaerwärmung und die zunehmenden Hitzeperioden könnte diese Methode auch in der Schweiz interessant werden.

## 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 Klebetafeln 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. Bei der Vermehrung von Kartoffelsaatgut werden engmaschige Insektenschutznetze verwendet, um die Stauden vor virenübertragenden Blattläusen zu schützen.




**Abb. 161: 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:

- Im Saatkartoffelbau wird durch wiederholtes Ausreissen von viruskranken Stauden die Übertragung von Virosen auf gesunde Pflanzen verhindert.
- Die sorgsame Laubarbeit und die Reduktion der Traubendichte stellen eine wirksame Bekämpfung von Falschem und Echten Mehltau im Weinbau dar.
- Im Obstbau kann die Ausbreitung von Feuerbrand durch das Entfernen befallener Pflanzenteile unterbunden werden.

## Physikalische Methoden

In Obstanlagen muss der Baumstreifen unter den Bäumen während der Vegetationsperiode möglichst unkrautfrei gehalten werden, um die Gras- und Wasserkonkurrenz sowie das Mäuseaufkommen unter Kontrolle zu halten. Alternativen zum Herbizideinsatz in Obstanlagen bieten der Einsatz von Hack- oder Fadengeräten sowie die Abdeckung mit organischem Material.




**Abb. 162: Fadengeräte werden im Obstbau genutzt, um das Gras im Baumstreifen niedrig zu halten.**

Besonders das Auftreten der Kirschessigfliege Anfang der 2010er-Jahre hat die seitliche Einnetzung von Kirschen- und Beerenanlagen beschleunigt. Seitliche Netze bieten in Kombination mit einer guten Feldhygiene die Basis, um Insektizide gegen die Kirschessigfliege zu reduzieren oder vollständig auf diese zu verzichten. In Apfel- und Birnenanlagen reduzieren seitliche Netze den Druck durch die Marmorierte Baumwanze oder den Apfelwickler.

## Physikalische Methoden

Physikalische Methoden zielen darauf ab, Schaderreger durch Handarbeit oder mit Hilfe von Geräten und Einrichtungen aus dem Rebberg zu entfernen oder deren Eindringen zu verhindern.

Physikalische Methoden wie die mechanische Beikrautkontrolle sind meistens sehr wirksam:

### Mechanische Beikrautkontrolle

Wie bereits im Kapitel «Unkräuter, Beikräuter, Begleitflora» auf der Seite 142 dargelegt, darf die Begleitflora in gewissen Situationen (insbesondere im Unterstockbereich) keine Wasser- und Nährstoffkonkurrenz für die Reben darstellen. Zu diesem Zweck können zwei mechanische Arten von Pflegemassnahmen unterschieden werden:

**1. Begleitflora mit Schneidegeräten kürzen**

Mit Schneidegeräten wird die Begrünung gemäht oder gemulcht und dadurch kurzgehalten.

Folgende Geräte lassen sich hierfür nutzen:

Unterstockmulchgerät

Das Unterstockmulchgerät wird zum Mulchen in den Fahrgassen und im Unterstockbereich (an und zwischen den Stämmen) eingesetzt. Dank einer Tastersteuerung schwenken die Mulcharme im Unterstockbereich aus, sobald sie auf Widerstand (Rebstamm, Pfahl) stossen und schwenken wieder ein, wenn der Widerstand vorbei ist.

Das Unterstockmulchgerät besitzt Schneidevorrichtungen und hat dasselbe Funktionsprinzip wie ein Rasenmäher. In einem glockenförmigen, unten offenen Gehäuse befinden sich mehrere horizontal drehende Rotorarme, an denen Messer angebracht sind. Im Weinbau werden Unterstockmulchgeräte meist hinten am Traktor angebaut und über eine Zapfwelle mit hoher Drehzahl angetrieben.

«Mulchen» bezeichnet das Schneiden und Abdecken des Bodens mit dem Schnittgut. Nach einem Mulchdurchgang mit einem Unterstockmulcher liegt das Schnittgut (der sogenannte «Mulch») im Idealfall zerkleinert und gleichmässig verteilt in der Fahrgasse und im Unterstockbereich.

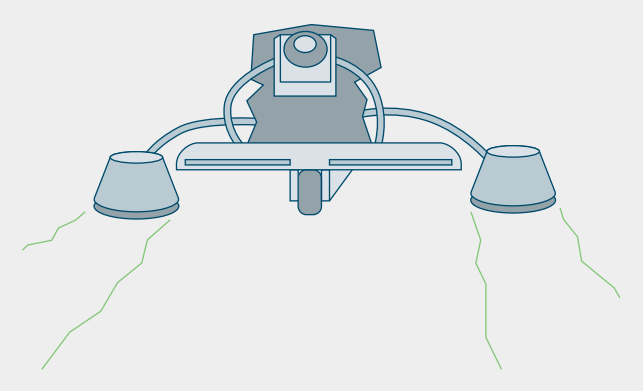


**Abb. 163: Schematische Zeichnung eines Unterstockmulchers: Ansicht von Hinten**

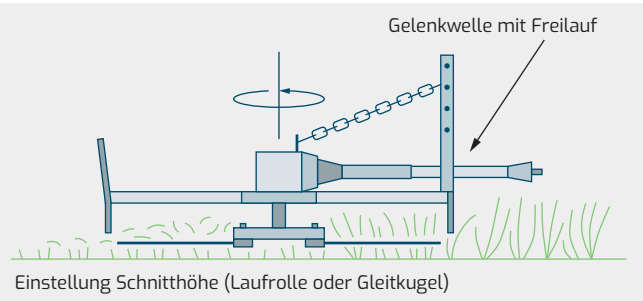



**Abb. 164: Schematische Zeichnung eines Unterstockmulchgerät: Seitenansicht**

Stammputzer (Stockbürste)

Bei diesen Geräten sind die Arbeitswerkzeuge je nach Ausführung kurze Lappen (in verschiedenen Dicken) oder lange Fäden. Sie rotieren horizontal mit einer sehr hohen Geschwindigkeit um die eigene Achse.

Die Beikräuter und Stockausschläge werden dadurch abgeschlagen, ohne dass dabei Stockinseln entstehen. Stockinseln sind Beikrauthorste rund um die Rebstämme, Pfähle und Anker, die entstehen, wenn die Pflanzen durch die Geräte nicht sauber erfasst werden.

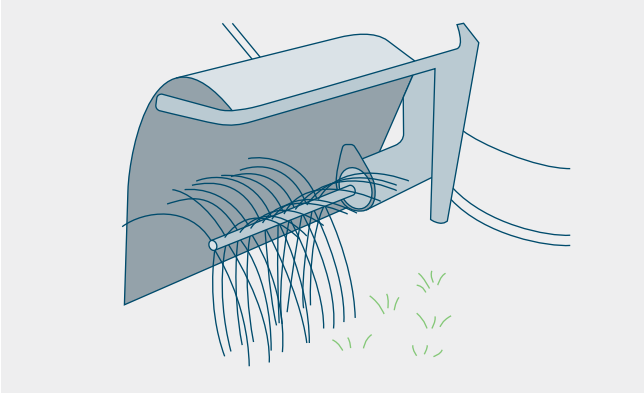


**Abb. 165: Schematische Zeichnung einer Stockbürste**

Freischneider

Freischneider (Synonyme: Fadenmäher, Motor- oder Elektrosense) kommen insbesondere in Junganlagen und in nicht mechanisierbaren Parzellen zum Einsatz. Es handelt sich um eine körperlich anstrengende Arbeit, die sich jedoch auszahlt: Es kann sehr genau gearbeitet werden, so dass kaum Stockinseln entstehen. Ausserdem können mit dem Freischneider gewisse Beikräuter (z. B. Kräuter für Insekten, stickstofffixierende Pflanzen) punktuell geschont werden. Achtung Rebstöcke nicht verletzen!

**2. Boden mit Bodenbearbeitungsgeräten bearbeiten**

Mit diesen Geräten wird der Boden im Unterstockbereich oberflächlich aufgebrochen, wodurch die Begleitflora in diesem Bereich über eine längere Zeit ausgeschaltet wird.

Stockräumgeräte (z. B. Flachschare)

Flachschare unterschneiden den Boden des Unterstockbereiches. Sie sind tastergesteuert und schwenken vor einem Hindernis (Rebstamm, Pfahl) aus und danach wieder ein.

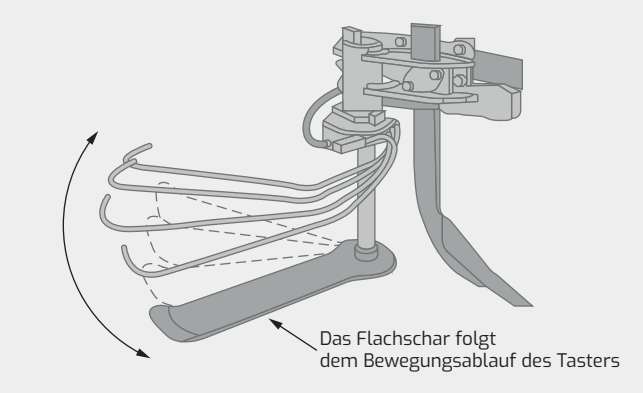



**Abb. 166: Schematische Zeichnung einer Flachschar**

Rollhacke mit Fingerhacke

Bei der Rollhacke rollen sich gebogene Zinken ab, die wenige Zentimeter vor den Rebstämmen schmale Furchen in den Boden hacken. Durch die Schrägstellung der Zinken wird der Boden gelockert und bewegt, wodurch die Entwicklung der Beikräuter gehemmt wird. Die Rollhacke wird in der Regel mit einer Fingerhacke kombiniert.

Die Fingerhacke besteht aus sternförmig angeordneten Kunststoff-Fingern. Sie hat vorrangig die Aufgabe, die Längsfurche, die durch die Rollhacke entsteht, weitgehend zu schliessen.

Weitere Vorteile dieser Kombination:

- Die Rollhacke hat die Tendenz, im Unterstockbereich Dämme zu bilden. Die Kombination mit der Fingerhacke wirkt dieser Dammbildung entgegen.
- Beikrautwurzeln werden durch die rotierenden Metalldorne, die unterhalb der Finger-Befestigungsplatte angebracht sind, besser freigelegt.

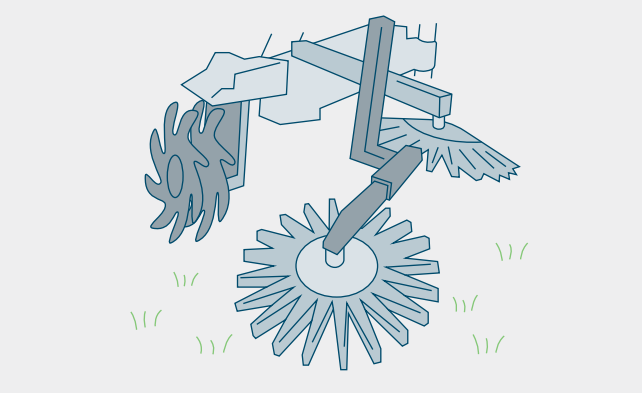


**Abb. 167: Schematische Zeichnung einer Rollhacke mit Fingerhacke**

Unterstock-Kreiselegge

Die Unterstock-Kreiselegge besteht aus horizontalen Kreiseln, an denen die Arbeitswerkzeuge, die sogenannten Zinken, vertikal befestigt sind. Die Kreisel sind nebeneinander an einer Trageachse montiert und drehen sich durch den Zapfwellenantrieb horizontal. Die daran befestigten Zinken drehen sich kreisförmig im Boden, zerkleinern die Bodenaggregate und mischen diese. Sie sind tastergesteuert und schwenken vor einem Hindernis (Rebstamm, Pfahl) aus und danach wieder ein.

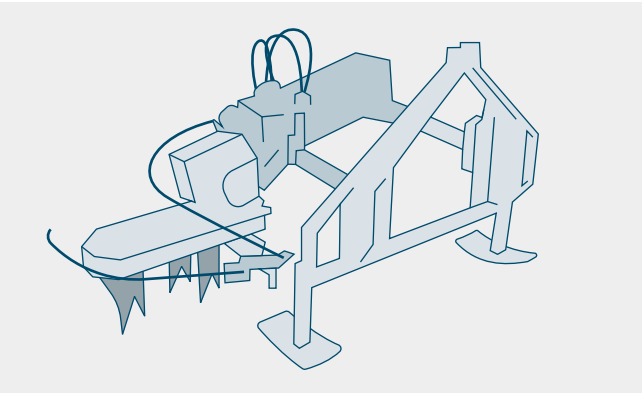


**Abb. 168: Schematische Zeichnung einer Unterstock-Kreiselegge**

Von Hand hacken

In Kleinflächen oder in nicht mechanisierbaren Parzellen wird die Handhacke eingesetzt. Dies ist eine körperlich anstrengende Arbeit, die viel Zeit beansprucht. Die Vorteile liegen darin, dass sehr genau gearbeitet werden kann, gewisse Beikräuter (z. B. Kräuter für Insekten, stickstofffixierende Pflanzen) punktuell geschont werden können und dass das Zeitfenster für den Einsatz der Handhacke grösser ist als bei den mechanisierten Alternativen.

Die mechanische Pflege und Regulierung im Unterstockbereich ist sehr anspruchsvoll, da es sich nicht um eine «Flächenbearbeitung», sondern um eine «Zwischenstockbearbeitung» handelt. Der Stockabstand kann sehr klein sein: Die Unterstockmaschine muss teilweise bereits nach einem knappen Meter aus dem Unterstock ausgeschwenkt und nach dem Rebstamm wieder eingeschwenkt werden. Auch sind nicht alle Geräte für jede Bodenart respektive Bodenfeuchtigkeit geeignet. Dementsprechend muss der Unterstockbereich mit grösster Aufmerksamkeit bearbeitet werden.

Bei den physikalischen Methoden ist die mechanische Beikrautkontrolle die am weitesten verbreitete Massnahme. Es gibt aber auch physikalische Möglichkeiten wie das ***Abdecken mit organischem Material***, das ***Auslauben***, das ***Einnetzen*** und das ***Vernichten von befallenen Pflanzenteilen***, die bei bestimmten Situationen eine Bedeutung haben.

## Abdecken der Begleitflora mit organischem Material

In sehr trockenen Lagen, wo keine Begrünung geduldet werden kann, sind organische Abdeckungen (im Unterstockbereich oder ganzflächig) eine Alternative zur Bodenbearbeitung. Mögliche Materialien sind Getreidestroh, Schilfstroh oder Ähnliches, Rinde oder Kompost. Dabei ist je nach Witterung grosse Vorsicht vor Bränden geboten, insbesondere bei Strohabdeckungen.

Da die organischen Materialien abgebaut werden, ist in unterschiedlichen Zeitabständen eine regelmässige Erneuerung nötig.

Verschiedene Arbeiten am Rebstock, sogenannte Stockpflegearbeiten, stellen ebenfalls physikalische Methoden dar, um Schaderreger aus dem Rebberg zu entfernen oder deren Eindringen zu verhindern.

## Auslauben und Ausgeizen der Traubenzone

Eine ausgelaubte Traubenzone gewährleistet einen besseren Schutz der Trauben durch PSM und ein besseres Abtrocknen der Trauben nach Niederschlägen. Damit sinkt das Infektionsrisiko von Pilzkrankheiten (z. B. von Botrytis und dem Falschen und Echten Mehltau).

Bei diesem Arbeitsgang werden Blätter und Geiztriebe in der Traubenzone entfernt. Das Auslauben bezieht sich auf die gezielte Teilentblätterung und die vollständige Entfernung der Geiztriebe in der Traubenzone. Das Augenmerk liegt dabei auf dem Entfernen von Blättern in der Laubwand, die der Hauptwindrichtung entgegengesetzt ist. Im Zentrum steht aber das Ausbrechen von Geiztrieben in der Traubenzone.

## Einnetzen der Laubwand (mit Fokus Traubenzone)

Schutznetze halten Schädlinge von den Reben fern und schützen die Trauben vor Hagelschäden.

### Vogelschutznetze

Das herbstliche Angebot an Trauben wirkt auf beerenfressende Vogelarten sehr attraktiv. Einige Vogelarten fressen ganze Beeren, andere wiederum picken die Traubenbeeren nur an. Dadurch kann Fäulnis (z. B. Essigbeeren) entstehen, die sich auf der ganzen Traube ausbreiten kann. Ziel des korrekten Anbringens von Rebnetzen ist es daher, dass die Vögel direkt am Frass behindert werden.

Es lässt sich leider kaum vermeiden, dass sich Tiere, z. B. Igel und Vögel, darin verfangen. Daher schreibt der Gesetzgeber regelmässige Kontrollgänge und die Behebung allfälliger Mängel vor (Art. 26 Tierschutzgesetz (TschG)).

Vogelschutznetze werden jährlich zu Beginn der Traubenreife als Seiten- oder Überzeilennetze montiert und nach der Ernte wieder demontiert. Vogelschutznetze haben eine weite Maschenbreite.

### Insektenschutznetze

Besonders das Auftreten der Kirschessigfliege anfangs der 2010er-Jahre hat die seitliche Einnetzung mit engmaschigen Insektenschutznetzen beschleunigt. Dadurch kann die gefährliche fäulnisbringende Eiablage in die Traubenbeeren behindert werden. Auch wird der Beerenfrass von Wespen und anderen Tieren stark reduziert.

### Hagelschutznetze

Immer mehr Winzerinnen und Winzer schützen ihre Reben heutzutage mit Seitenschutznetzen vor Hagel. Hagelschutznetze besitzen eine mittelgrosse Maschenweite. Aufgrund dieser Maschenweite kann als positiver Nebeneffekt weniger Wespen- und Rehfrass beobachtet werden.

## Vernichten von befallenen Pflanzenteilen

Durch das Vernichten befallener Pflanzenteile kann eine weitere Entwicklung und Ausbreitung von Schaderregern reduziert werden.

### Esca

Esca ist eine Rebenkrankheit, die durch verschiedene Pilzarten verursacht wird.

Um die weitere Verbreitung der Pilze auf gesunde Reben zu verhindern, markieren Sie im Sommer befallene Stöcke, reissen abgestorbene Stöcke aus und verbrennen diese.

Sind nur obere Stammteile befallen, werden lediglich diese vernichtet. Das ist möglich, indem Sie einen Rückschnitt bis in das gesunde Holz machen. Danach können Sie mithilfe eines Wasserschosses einen neuen Stockaufbau machen. Zudem sollten bei Schnittarbeiten unnötige Verletzungen am zweijährigen und älteren Holz möglichst vermieden werden, da dies Eintrittspforten für Schaderreger sein können.




**Abb. 169: Esca: Blattschäden bei Weissweinsorten**

### Faule Trauben entfernen

Während der Traubenreife kann die Ausbreitung von Grauschimmel und weiteren Fäulniserkrankungen durch das vorsichtige Entfernen von befallenen Trauben (bereichen) gehemmt werden.

# 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. Verwirrungstechnik gegen Wicklerarten im Obstbau)
- Farbfallen/Klebfallen für Flugüberwachung und Bekämpfung (z. B. Klebfallen gegen Thripse)
- Wachstums- und Entwicklungsregulatoren (z. B. Tebufenozid führt zu vorzeitiger Häutung des Kohlweisslings)

Teilweise werden auch physikalische Barrieren wie Insektenschutznetze, 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 (siehe Abb. 169). Zudem werden physikalische Barrieren teilweise auch zu den Repellents gezählt, wie etwa eine feine Gesteinsmehlschicht auf der Kulturpflanze.


© Andermatt Biocontrol Suisse

**Abb. 170: 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 Schadausmass zu verringern, beispielsweise bei der Anwendung gegen die Kirschessigfliege Drosohpila suzukii und den Himbeerkäfer Byturus 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.


© Andermatt Biocontrol Suisse

**Abb. 171: 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.

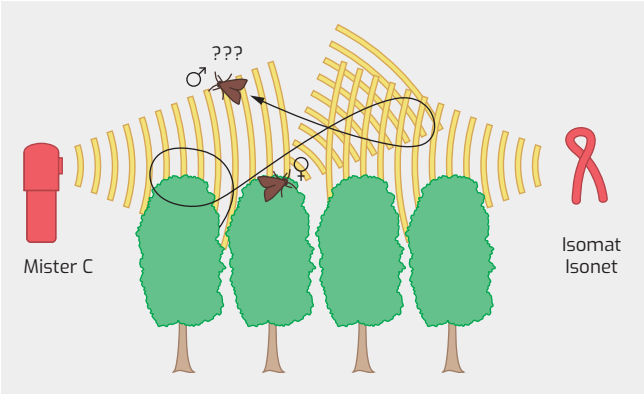



**Abb. 172: Pheromon-Dispenser sättigen die Luft mit artspezifischen Pheromonen**

Auf dem Markt gibt es zwei Haupttypen von Verwirrungstechnikprodukten: Die bewährten «Spaghetti-Dispenser» bestehen aus synthetischem oder biologisch abbaubarem Kunststoff und setzen je nach Temperatur und Wind Pheromone frei. Diese verbreiten sich zuverlässig über eine kurze Distanz. Je nach Typ werden 500–1000 Dispenser pro Hektare in regelmässigen Abständen aufgehängt.

Aerosol-Pheromon-Sprüher sind neuere Applikatoren, bestehend aus einer Sprühdose und einem elektronischen Emitter, der zeit- und temperaturgesteuert Pheromonspritzer abgibt. Es werden 2 bis 3 Dispenser pro Hektare aufgestellt. Dabei sollte die verwirrte Fläche mindestens 10–15 ha betragen. Ein Nachteil gegenüber dem «Spaghetti-System» ist, dass die Aerosol-Sprüher ein tendenziell heterogenes Pheromon-Lösungsmittel-Gemisch abgeben, das sich je nach Partikelgrösse, Windstärke und Parzellenneigung unterschiedlich weit verbreitet. So kann es zu pheromonfreien Zonen kommen.




**Abb. 173: Aerosol-Dispenser (links), Spaghetti-Dispenser (rechts)**

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. 174: 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:

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

## Insekten/Milben

Bekannte, im Handel erhältliche, räuberische Nützlinge sind unter anderem Marienkäfer, Raubmilben, Raubwanzen, Gallmücken und Florfliegen-Larven. Ebenfalls im Einsatz auf Schweizer Landwirtschaftsflächen sind parasitoide Erzwespen sowie Trichogramma-Schlupfwespen.

Nützlinge kommen vor allem in geschlossenen Systemen wie Gewächshäusern vermehrt zum Einsatz, weil sie dort 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, zum Beispiel Amblyseius-Raubmilben zur Bekämpfung von Spinnmilben in Gewächshäusern.

Wichtig beim Einsatz von Insektiziden ist, wenn möglich, nützlingsschonende PSM zu verwenden.

## Bakterien

Bakterien können zur natürlichen Bekämpfung von Insekten eingesetzt werden. Die bekannteste Art ist das Bodenbakterium Bacillus thuringiensis (Bt) (siehe Tab. 33). 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 nützlingsschonend. Unterschiedliche Stämme des Bt wirken gegen unterschiedliche Zielorganismen.

**Tab. 33: Unterschiedliche Bt-Stämme wirken gegen verschiedenste Schädlinge**

| Bt-Stamm | Schädling |
|---|---|
| B. thuringiensis kurstaki | Schmetterlingsraupen (z. B. Buchsbaumzünsler, Prozessionsspinner, Gespinstmotte , Trägspinner, Traubenwickler, Kohlweisslinge) |
| B. thuringiensis aizawai | Schmetterlingsraupen (diverse Arten, v. a. Eulenraupe) |
| B. thuringiensis israelensis | Trauermückenlarven |
| B. thuringiensis tenebrionis | Kartoffelkäferlarven |

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

Neben Bt gibt es noch andere in der Landwirtschaft eingesetzte Bakterien. 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 Pseudomonas-Stämme zur Saatgutbeizung bei Getreide und Kartoffeln 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 PSM. 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 erzielen die Viren bei jungen Larven. Baculoviren haben meist ein sehr enges Wirtsspektrum und sind deshalb für Nützlinge, andere Nichtzielorganismen und die Anwendenden unbedenklich.

Heute spielen Baculoviren insbesondere im Obstbau bei der Bekämpfung von Apfel- und Schalenwicklern eine zentrale Rolle. Weltweit werden Baculoviren aber auch im Gemüse- und Feldbau eingesetzt. Die Terminierung und die regelmässige erneute Applikation sind wichtige Faktoren, um eine gute Wirkung sicherzustellen.

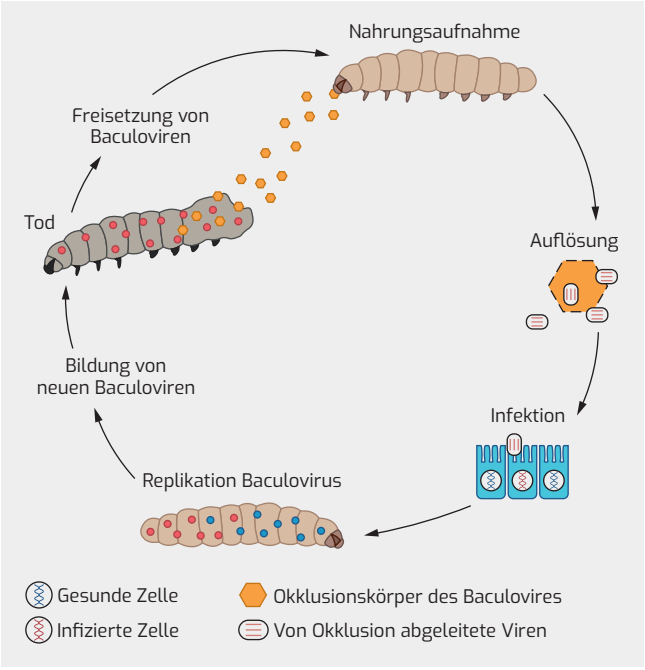



**Abb. 175: Baculoviren werden oral von den Larven aufgenommen, vermehren sich ausgehend vom Mitteldarm und führen zum Tod der Larve.**

## 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, und 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.

Wenn Maikäferengerlinge mit *Beauveria brongiartii* in Kontakt kommen, keimen die Sporen auf der Haut des Engerlings und durchdringen sie. Im Körper vermehren sich die Sporen und verteilen sich in allen Organen und der Engerling stirbt ab. Es entsteht ein neues Pilzfadengeflecht auf dem toten Engerling, aus dem wiederum neue Sporen entstehen, welche zu weiteren Infektionen von Engerlingen in der Umgebung führen können.

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*.

**Tab. 34: Im Schweizer Pflanzenschutz eingesetzte Pilze und ihre Zielorganismen**

| Pilze | Zielorganismen |
|---|---|
| Beauveria brongniartii | Maikäferengerlinge |
| Beauveria bassiana (Komplex) | Obst: Kirschenfliege, Gewächshäuser: Weisse Fliege, Mottenschildläuse |
| Metarhizium brunneum (Komplex) | Drahtwürmer |




**Abb. 176: Mit Beauveria brogniartii 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 festsitzende 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.

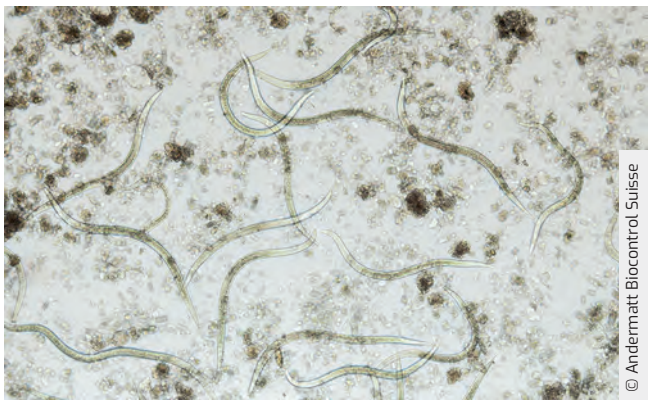



**Abb. 177: Mikroskopaufnahme von Nematoden**

Grösstenteils kommen die Gattungen Steinernema und Heterorhabditis zum Einsatz. Anders als pflanzenschadende Nematoden, wie 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.

Bei der Ausbringung von Nematoden sollte der Boden eine Temperatur von mindestens 12 °C (bei kältetolerantem Stamm mindestens 8 °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.

## Naturprodukte

Als Naturprodukte werden aus natürlichen Rohstoffen gewonnene PSM zusammengefasst. Sie lassen sich nach ihren Ursprungsrohstoffen respektive Stoffeigenschaften in mineralische Produkte, Pflanzenextrakte sowie Öle und Seifen kategorisieren.

### 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 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 austrocken, 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 vermindert und/oder die Häutung sowie 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.

> 💡 Die synthetischen Pyrethroide basieren auf dem natürlichen Pyrethrin, besitzen jedoch weitere Strukturen, welche die Produkte stabiler machen und Nichtzielorganismen somit stärker beeinträchtigen als das Naturpyrethrum.

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.

### 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.

Nur Produkte, die in Anhang 1 gelistet sind, dürfen zum Schutz der Kulturpflanzen eingesetzt werden. Für den Biolandbau zugelassene PSM sind in Anhang 1 der Verordnung des Eidgenössischen Departementes für Wirtschaft, Bildung und Forschung (WBF) über die biologische Landwirtschaft aufgeführt.

↗ Verordnung des WBF über die biologische Landwirtschaft: 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 nicht zum Erfolg geführt haben, können chemische PSM helfen, den Ertrag und die Qualität der Ernte zu sichern. Im Folgenden werden unter «chemischen PSM» klassische chemisch-synthetische Produkte, aber auch biologisch-synthetische Produkte wie 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.

↗ Mehr Informationen dazu finden Sie im Kapitel «5. Monitoring» unter dem Titel «Informationsquellen, Entscheidungshilfen und Prognosesysteme» auf der Seite 99.

Oberziel bei einem Einsatz von chemischen PSM (dazu zählen auch biologische Produkte wie Spinosad):

***Gute und sichere Wirkung mit minimalen Auswirkungen auf die Umwelt, die Anwendenden und die Konsumierenden (Rückstände).***

Voraussetzungen für einen angepassten und erfolgreichen Einsatz chemischer Mittel:

- Auswahl eines angepassten Produktes
- richtige Dosierung der Wirkstoffe
- richtige Kombination von Wirkstoffen (wenn Kombinationen eingesetzt werden)
- Spritzgeräte verwenden, die den Spritzentest bestanden haben
- richtige Düsen
- richtige Wassermenge (Aufwandmenge)
- richtige Fahrgeschwindigkeit
- passende Wetterbedingungen
- richtige Einstellung der Balkenhöhe, Luftstromlenkung, Luftmenge
- Anwenderin bzw. Anwender mit Fachbewilligung und Sachverstand

↗ Mehr Informationen dazu finden Sie im Kapitel «8. PSM-Anwendung» unter dem Titel «Pflanzenschutzgeräte einstellen» auf der Seite 193.

↗ Mehr Informationen zur Düsenwahl finden Sie im Kapitel «8. PSM-Anwendung» unter den Titeln «Düsenwahl im Feldbau» auf der Seite 194 und «Düsenwahl in Raumkulturen» auf der Seite 197.

### 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 notwendig ist.

- ***Teilflächenbehandlungen:*** Diese sind zum Beispiel angebracht, wenn verschiedene Vorfrüchte auf einer Parzelle vorhanden waren und dementsprechend die Unkrautdichte oder die Leitunkräuter unterschiedlich sind. In Zukunft wird es dank «Precision Farming» wohl auch möglich sein, PSM durch intelligente digitale Technik genau dort auszubringen, wo sie gebraucht werden und sehr zielgerichtet gegen Unkräuter, Schädlinge und Krankheiten vorzugehen.
- ***Randbehandlungen:*** Bei Herbizidbehandlungen gegen die Quecke reicht oftmals eine Randbehandlung aus, weil die Quecke vor allem dort auftritt. Das gleiche gilt für den Einsatz von Schneckenkörnern in empfindlichen Kulturen wie Raps und Zuckerrüben, die an eine Wiese angrenzen.
- ***Bandspritzung:*** In Kulturen mit breiten Reihenabständen wie Zuckerrüben und Mais können mit einer Bandbehandlung in der Kulturreihe 60 bis 75 % der Mittel eingespart werden.

- ***Einzelpflanzenbehandlungen (Spot Spraying):*** Eine neue Technologie nutzt Kameras, um Unkräuter zu identifizieren und gezielt nur die betroffenen Bereiche zu behandeln, anstatt grossflächig vorzugehen. Dadurch können im Vergleich zu einer Flächenbehandlung bis über 90 % an PSM eingespart werden. Auch für den Gemüsebau wurden kameragesteuerte Pflanzenschutzroboter entwickelt, die gezielt nur die kleinen Kulturpflanzen gegen Schädlinge und Krankheiten behandeln. Dies ermöglicht eine Einsparung von über 50 % an Fungiziden und Insektiziden.
- ***Einzelstockbehandlungen/Nesterbehandlungen:*** Bei Einzelstockbehandlungen werden einzelne Pflanzen mit einem speziellen Gerät (Handspritze (z. B. Sobidos-Gerät, Rodoss-Gerät), Docht-/Streichgerät oder Rückenspritze) bekämpft. Das klassische Problemunkraut für Einzelstockbehandlung ist die Blacke. Nesterbehandlungen werden zum Beispiel gegen Ackerkratzdisteln und Winden durchgeführt, diese Problemunkräuter treten normalerweise auf Flächen von wenigen Quadratmetern auf.

## Selektiv vor breit wirksam

Wenn immer möglich sollten selektiv wirkende PSM breit wirksamen vorgezogen werden. Wenn ein Insektizid nur gegen den zu bekämpfenden Schädling wirkt und die Nützlinge schont, unterstützt dies die Selbstregulation des Agrarökosystems. Nebenwirkungen auf die Umwelt werden auf diese Weise möglichst gering gehalten. Breit wirksame Herbizide erfassen die meisten Unkräuter, womit auch ihr positiver Effekt der Nützlingsförderung, z. B. durch das Vorhandensein blühender Pflanzen, verschwindet. Wenn also zum Beispiel in einem Weizenfeld Klebern vorhanden sind, sonst jedoch eine breite schwache Unkrautpopulation mit problemlosen Unkräutern auftritt, sollte ein Herbizid eingesetzt werden, welches die Klebern gezielt und sicher erfasst. 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 anderen 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.

↗ Mehr Informationen dazu finden Sie im Kapitel «5. Monitoring» unter dem Titel «Feldbeobachtungen und Feldkontrollen» auf der Seite 98.

## Resistenzen

Resistenz ist die erblich bedingte Fähigkeit von Biotypen/Stämmen einer Schadorganismen-Population, Pflanzenschutzmittelanwendungen zu überstehen, die normalerweise zum Absterben der Individuen dieser Schadorganismen führen. Dabei handelt es sich um einen Selektionsvorgang. Die resistenten Individuen entstehen nicht neu, sondern sind bereits mit einer gewissen Ausgangsfrequenz in den Schadorganismen-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 bestimmte Schadorganismen entwickeln, die gegen den Wirkstoff resistent sind. Diese resistente Population vermehrt sich dann weiter und breitet sich aus. Dies verringert die Wirksamkeit eines PSMs oder hebt seine Wirkung im Extremfall auf. 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 wenig Selektionsdruck (Wirkstoffwechsel, wenn möglich keine langwirkenden Substanzen, keine Unter- oder Überdosierungen) ausgesetzt sind, um ihre Wirksamkeit langfristig zu erhalten. In diesem Kapitel wird auf die Resistenzproblematik eingegangen.

Resistente Stämme von Insekten, Pilzen oder Unkräutern 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 vermehrter 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)
- Mischungen von Wirkstoffen mit verschiedenen Wirkungsmechanismen verwenden
- 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. 178).

**Wichtige Resistenzen im Ackerbau**

Insektizide

Im Ackerbau ist der Selektionsdruck grundsätzlich gering, weil wenig Insektizide eingesetzt werden. Es gibt aber bestimmte Schädlinge (z. B. Erdfloh im Raps), für die nur Mittel aus einer einzigen Wirkstoffgruppe bewilligt sind. In diesen Fällen ist das Risiko einer Resistenzentwicklung hoch. Im ***Rapsanbau*** nehmen Probleme mit Resistenzen beim Rapsglanzkäfer und beim Rapserdfloh zu. Glanzkäfer sind resistent gegen Pyrethroide der Gruppe 3A.

Antiresistenzstrategie Insektizide:

- wenn möglich Extenso-/Bio-Raps anbauen
- nur behandeln, wenn die Bekämpfungsschwelle tatsächlich überschritten ist
- ab der zweiten Behandlung gegen Rapsglanzkäfer unbedingt die Wirkstoffgruppe abwechseln

Fungizide

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

Im ***Kartoffelbau*** ist gegen die Phenylamide (Gruppe 4) verbreitet Resistenz vorhanden, weshalb ihr Einsatz nur eingeschränkt möglich ist. Im ***Getreidebau*** sollten, wenn auf der gleichen Parzelle zweimal ein Fungizid eingesetzt wird, nicht zweimal hintereinander Mittel der gleichen Resistenzgruppe eingesetzt werden. In ***Zuckerrüben*** sind Resistenzen des Cercospora-Pilzes gegenüber der Resistenzgruppe 11 (Strobilurine) vorhanden.

Antiresistenzstrategie Fungizide:

- Anwendungseinschränkungen im Kartoffelbau beachten: systemische Mittel nur vorbeugend einsetzen, nie wenn schon Befall im Bestand vorhanden ist; Spritzabstand bei aufeinanderfolgenden Anwendungen max. 10–12 Tage; Spritzabstand bei der Umstellung auf Kontaktfungizide 7–10 Tage
- Getreide: Extenso-Getreide anbauen; resistente Sorte wählen; Bekämpfungsschwellen berücksichtigen; maximal eine Behandlung pro Parzelle und Jahr aus der gleichen Resistenzgruppe
- in Zuckerrüben Strobilurine, wenn überhaupt nur noch bei der ersten Behandlung einsetzen

Herbizide

In einem Unkrautbestand gibt es immer einzelne Pflanzen, die durch eine natürliche Mutation plötzlich eine Resistenz gegen ein Herbizid entwickeln. Kommt auf einem solchen Feld immer dieselbe Wirkstoffgruppe zum Einsatz, wird das resistente Unkraut herausselektioniert und breitet sich dadurch immer stärker aus. Bekannte Beispiele hierfür sind Hirsen oder Weisser Gänsefuss im Mais sowie Windhalm im Getreide. Weltweit sind 272 Unkrautarten mit Herbizidresistenzen bekannt. Für die Schweiz sind Ackerfuchsschwanz, Windhalm, Raigras und Weisser Gänsefuss von Bedeutung, wobei die beiden Erstgenannten am häufigsten resistent sind. Darüber hinaus breiten sich hier allmählich Raigras-Resistenzen aus. Insgesamt sind in der Schweiz Resistenzen von 5 Herbizidgruppen bekannt.

Antiresistenzstrategie Herbizide:

Um Herbizidresistenzen zu verhindern, sind, soweit möglich, Mittel mit unterschiedlichem Wirkungsmechanismus einzusetzen, wodurch der Selektionsdruck gesenkt wird. Zusätzlich beugen mechanische Unkrautbekämpfungsverfahren sowie indirekte Massnahmen wie eine vielfältige Fruchtfolge und der Anbau von konkurrenzstarken Sorten der Entwicklung von Resistenzen vor. Bei Verdacht auf Resistenzen sollte der kantonale Pflanzenschutzdienst angefragt werden.

↗ Internationale Datenbank von Unkrautarten mit Resistenzen: www.weedscience.org

## 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 Buchsrabensystem darunter aufgeführt.

| Gruppe/HRAC | 1 | 2 | 3 | 4 | 5–6 | 9 | 12, 13, 27, 32 | 14 | 15 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| HRAC Alt | A | B | K1 | O | 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 «Brenner» | Langkettige Fettsäuren Hemmer (VLCFA) |
| Beispiele für Wirkstoffgruppen | FOPs, DIMs, DEN | Sulfonylharnstoffe | Dinitroaniline Benzamide | Benzoesäuren Phenoxy-Carbonsäure | Triazinone, Triazine, Phenylharnstoffe | Glycine | Diphenylether, Triketone | Phenylpyrazole, Triazolinone | Benzofuran, Thiocarbamate Oxyacetamide |
| Restistenz-Risiko | sehr hoch | sehr hoch | gering | gering | mittel | gering-mittel | gering | gering | gering |
| Beispiel Wirkstoff Produkt | Pinoxaden Derux | Mesosulfuron Atlantis Flex | Pendimethalin Stomp Aqua | Dicamba Banvel 4S | Chlorotoluron 5 Arlit | Glyphosate Roundup | Aclonifen 32 Bandur | Pyraflufen-ethyl Firebird Plus | Ethofumesate Oblix 200 EC |
| Beispiel Wirkstoff Produkt | Clethodim Select | Rimsulforon Titus | Propyzamid Kerb Flo | MCPB Divopan | Metribuzin 5 Zepter | | Mesotrione 27 Callisto | Carfentrazone Spotlight Plus | Prosulfocarb Boxer |
| Mehr Informationen zu HRAC-Gruppen, Wirkmechanismen und Wirkstoffgruppen unter: www.weedscience.org | | | | | | | | | Flufenacet Heroid SC |

Fungidzide (Auswahl):

| Gruppe/FRAC | 3 | 4 | 5 | 7 | 11 | M3 | 21 | 27 | 29 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Wirkmechanismus | SB-Hemmer Triazole | Phenylamide | SB-Hemmer Morpholine | SDH-Hemmer Carbox-, Benzamide | Zellatmungs-Hemmer Strobilurine | Kontaktwirkung Dithiocarbamat | Zellatmungshem. c-Imidazole | verschiedene Carbonsäureamid | Zellatmungshem. Dinitro Aniline |
| Restistenz-Risiko | mittel | sehr hoch | gering-mittel | mittel-hoch | sehr hoch | gering | gering-mittel | gering | gering |
| Beispiel Wirkstoff Mittel | Prothioconazol Proline | Metalaxyl Fonganil | Spioxamin Input | Boscalid Cantus | Azoxistrobin Amistar | Metriam Polyram DF | Cyazofamid Ranman Top | Cymoxanil Cymoxanil WG | Fluazinam Mapro |
| Beispiel Wirkstoff Mittel | Metconazol Sirocco | Benalaxyl Fantic F | Fenpropidin Astor | Fluopyram Propulse | Pyraclostrobin Signum | | Amisulbrom Leimay | | |

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 |
| Restistenz-Risiko | mittel-hoch | mittel-hoch | mittel-hoch | gering | gering | gering | gering-mittel | gering |
| Beispiel Wirkstoff Mittel | Pirimicarb Pirimor | Pyrethrum Parexan N | Cypermethrin Cypermethrin | Acetamiprid Gazelle SG | Spinosad Audienz | Spirotetramat Movento | Chlorantraniliprol Coragen | Flonicamid Teppeki |

**Abb. 178: Übersicht über die Resistenzgruppen**

**Resistenzmanagement im Gemüsebau**

Das Resistenzmanagement sowie die Massnahmen, um die Resistenzbildung hinauszuzögern, sind allgemeingültig und somit auch für den Gemüsebau anzuwenden. Ausführliche Informationen für ein erfolgreiches Resistenzmanagement im Gemüsebau veröffentlicht das Agroscope in dem Dokument «Pflanzenschutzmittel im Gemüsebau: Erfolgreiches Resistenzmanagement durch Berücksichtigung der Wirkstoffgruppen». Die Publikation ist online verfügbar.

- Resistenzmanagement im Gemüsebau: ira.agroscope.ch > Publikationssuche «Pflanzenschutzmittel im Gemüsebau» > «Pflanzenschutzmittel im Gemüsebau: Erfolgreiches Resistenzmanagement durch Berücksichtigung der Wirkstoffgruppen – 2024.»
- Mehr Informationen zu wichtigen Aspekten von erfolgreichen Antiresistenzstrategien für die Produktkategorien der Insektizide, Fungizide und Herbizide finden Sie im Kapitel «7. Direkte Bekämpfung» unter dem Titel «Resistenzen» auf der Seite 174.

Insektizide

Im Gemüsebau werden auf Grund der aktuellen Bewilligungssituation vermehrt PSM der IRAC-Gruppe 5 und 3A eingesetzt. Aus diesem Grund besteht ein erhöhtes Risiko für Resistenzen.

Antiresistenzstrategien Insektizide:

- Alternativen prüfen, z. B. Bewässerung gegen Thripse in Lagerzwiebeln, Repellent gegen Möhrenfliege in Karotten
- Schadschwelle anwenden wenn vorhanden, z. B. 100 Thrips pro Falle und Woche in Zwiebeln, 1 Möhrenfliege pro Falle und Woche
- Wirkstoffwechsel bei mehrfacher Behandlung, vor allem Folgegenerationen eines Schädlings mit Insektiziden aus unterschiedlichen Wirkstoffgruppen behandeln

- Die Publikationen «Schadschwellen im Deutschschweizer Gemüsebau, Teil 1 und Teil 2» vom Agroscope sind online verfügbar: ira.agroscope.ch > Publikationssuche «Schadschwellen im Deutschschweizer Gemüsebau».

Fungizide

Insbesondere bei den Fungiziden ist wichtig, dass neben dem Wirkstoffwechsel zusätzlich die Wirkstoffgruppe (FRAC Nr.) gewechselt wird. Falls eine pilzliche Krankheit eine Resistenz gegenüber einem Wirkstoff entwickelt, können bei Wirkstoffen aus derselben Wirkstoffgruppe (FRAC Nr.) Kreuzresistenzen entstehen.

Antirestenzstrategien Fungizide:

- Kombination von Kontaktmitteln und systemischer Wirkstoffe in der Strategie
  z. B. Wirkstoff Azoxystrobin (FRAC C3) (systemische und translaminare Eigenschaften) mit Fluazinam (FRAC C5) (Kontaktmittel) gegen Falschen Mehltau in Zwiebeln
- hoch resistente (HR), intermediäre (IR) Sorten wählen
- Auflagen für die PSM des BLV beachten, z. B. SPe1: «Zur Vermeidung einer Resistenzbildung maximal 2 Behandlungen pro Kultur mit Produkten aus der Wirkstoffgruppe FRAC C3 (u. a. Strobilurine)»

Herbizide

Durch die Vielfältigkeit von botanischen Familien bei den Gemüsekulturen sind in der Regel Wirkstoffe aus unterschiedlichen Wirkstoffgruppen zugelassen. Ein weiterer Vorteil bei der Bekämpfung der Unkräuter sind die kurzen Kulturdauern vieler Gemüsekulturen und der verbreitete Einsatz der mechanischen Bekämpfung im Gemüsebau. Aus diesen Gründen ist das Resistenzrisiko im Gemüsebau gering. Nachfolgend sind einige Aspekte für ein erfolgreiches Resistenzmanagement angeführt.

Antiresistenzstrategie Herbizide:

- auf Auswahl der Nachfolgekulturen achten , möglichst nicht auf Herbizide der Wirkstoffgruppe zurückgreifen, die zur Bekämpfung des Unkrautes in der Vorkultur angewendet wurden
- Kombination von chemischer Unkrautbekämpfung mit mechanischen Massnahmen (z. B. falsches Saatbett und Hacken in Kohl- und Salatkulturen)
- Wirkungslücken von Wirkstoffen gegen einzelne Unkräuter beachten (z. B. Pendimethalin gegen Kreuz- und Franzosenkraut), ergänzende Massnahmen einplanen

- Hinweise zur Unkrautbekämpfung im Gemüsebau, Nr. 231/2018 online bei Agroscope verfügbar: ira.agroscope.ch > Publikationssuche «Hinweise zur Unkrautbekämpfung im Gemüsebau».

### Resistenzmanagement im Weinbau

Resistenzmanagement bedeutet das konsequente und regelmässige Abwechseln zwischen Mitteln mit unterschiedlichem Wirkungsmechanismus. Die unterschiedlichen Wirkungsmechanismen werden in Resistenzcodes eingeteilt, bei den Fungiziden heissen diese Codes FRAC-Codes.

Die FRAC-Codes werden jedes Jahr von Agroscope, der Schweizer Forschungsanstalt für Landwirtschaft, Ernährung und Umwelt, in der Publikation «Pflanzenschutzmittel für den Rebbau» veröffentlicht, die online für alle verfügbar ist.

Pestizide mit demselben Code sind Teil derselben Resistenzgruppe und müssen bezüglich der maximalen Anzahl von Anwendungen gemeinsam behandelt werden. Die Beschränkungen zur Anzahl der Anwendungen sind angegeben. Die Tab. 35 zeigt eine vereinfachte Darstellung dieser Angaben. Die Tabelle ist in der jährlichen Publikation «Pflanzenschutzmittel für den Rebbau» enthalten, wobei für das Resistenzmanagement die Codes und nicht die Produktenamen zu beachten sind.

**Tab. 35: Empfohlene Fungizide im Rebbau, vereinfachte Darstellung**

| | |
|---|---|
| **1 Strobilurine (QoI-Hemmer und Produkte mit gleichem Wirkmechanismus, FRAC-Code: 11), max. 3 Behandlungen/Jahr,** nicht bewilligt gegen Echten Mehltau (verbreitete Resistenz), nur in Mischung mit Folpet (FRAC-Code: M04) oder einem anderen geeigneten Multi-Site-Fungizid (erhöhtes Resistenzrisiko beim Falschen Mehltau) | |
| Produktname AA | |
| Produktname BB | |
| Produktname CC | |
| **2 ISS (Sterolsynthesehemmer, FRAC-Code: 3), max. 3 Behandlungen/Jahr** | |
| Produktname DD | |
| Produktname EE | |
| Produktname FF | |
| **3 Piperidine (FRAC-Code: 5), max. 3 Behandlungen/Jahr** | |
| Produktname GG | |
| **4 Azanaphthalene (FRAC-Code: 13), max. 3 Behandlungen/Jahr** | |
| Produktname HH | |

Resistenzmanagement bei pilzwiderstandsfähigen Rebsorten (Piwis)

Immer wieder wird von Praktikern und Praktikerinnen die Meinung vertreten, dass Piwis keinen Pflanzenschutz benötigen. Züchtende wie auch Forschende unterstützen diese Ansicht nicht.

Auch Piwis sind bei entsprechender «Pilzwitterung» einem sehr hohen Befallsdruck von Schadpilzen ausgesetzt. Sie werden fortwährend von unzähligen Pilzsporen angegriffen. Da die Rebe für die Sporenabwehr sehr viel Energie benötigt, kann ohne Pflanzenschutzmassnahme unter Umständen der Zeitpunkt X eintreffen, bei der die Energiereserven für die Abwehr ausgeschöpft sind. Dann werden empfindliche Stellen (junges Blattgewebe, Gescheine, zarte Traubenbeeren) vom Schadpilz befallen und zerstört.

Überdies kann sich die Population der schädlichen Pilzsporen ohne Pflanzenschutzmassnahme rasant und exponentiell aufbauen, wodurch neue genetische Pilzvarianten entstehen. Im schlimmsten Fall entwickelt sich eine Pilzvariante, welche die Fähigkeit hat, die Resistenzmechanismen der Piwis zu durchbrechen.

Zu Recht lauten deshalb die Empfehlungen von Züchtenden und Forschenden, mindestens eine Pflanzenschutzbehandlung vor und mindestens eine Behandlung nach der Blüte durchzuführen. Dadurch wird die Rebe während der anfälligen Blütephase in ihrer Sporenabwehr unterstützt. Ebenso reduzieren korrekt platzierte Pflanzenschutzmassnahmen die enorm hohe Population der Schadpilze und vermindern dadurch das Risiko, dass sich der Schadpilz in einem Evolutionsprozess an die Abwehrmechanismen der Rebe anpassen kann.

# 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 gegenüber dem PSM zusammen.

↗ Mehr Informationen dazu finden Sie im Kapitel «3. Pflanzenschutzmittel, Öko- und Humantoxikologie» unter dem Titel «Humantoxikologie» auf der Seite 40.

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

### Exposition gegenüber PSM

#### Exposition bei den verschiedenen Arbeitsschritten

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

**Tab. 36: Expositionspotenzial während der verschiedenen Arbeitsschritten bei der Anwendung von PSM**

| Tätigkeit | Exposition | Einflussfaktoren Expositionsrisiko | Beispiele |
|---|---|---|---|
| Lagerung | ⚠ | Bei korrekter Lagerung von PSM besteht nur eine geringe Exposition. | PSM müssen im Originalgebinde in einem separaten, für die Lagerung von PSM vorgesehenen Raum oder Sicherheitsschrank und für Unbefugte nicht zugänglich gelagert werden. Dabei sind die Bedingungen für die Zusammenlagerung zu beachten. Flüssige PSM sind über Auffangwannen zu lagern. |
| Transport | ⚠ | Beim korrekten Transportieren von PSM vom Lager zum Vorbereitungsbereich besteht eine geringe Exposition. | Beim Transport von PSM ist darauf zu achten, dass Gebinde gut verschlossen sind. Beim Transport von grösseren Mengen von PSM kann z. B. eine geschlossene Kiste aus nicht saugfähigem Material als Transporthilfsmittel verwendet werden. |
| Anmischen der Spritzbrühe | ⚠⚠⚠⚠ | Es besteht ein sehr hohes Expositionsrisiko aufgrund der Arbeit mit Konzentraten. | Spritzer auf Haut oder in Augen, verstärkte 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 Konzentraten. Bei der Anwendung von PSM in Innenräumen (z. B. in Gewächshäusern oder Lager- und Produktionsräumen) kann es zusätzlich zur Exposition über die Haut auch noch zu einer erheblichen Exposition über die Atemwege kommen. | Exposition ist bei manueller Anwendung (z. B. mit Rückenspritze, Gun oder Atomiseur) höher als beim Ausbringen von PSM im Feldbau mit Spritzbalken und geschlossener Traktorkabine mit Aktivkohlefilter. In Raumkulturen ist die Exposition beim Einsatz von 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 kontaminierter PSA zu vermeiden. |

Ausmass der Exposition: ⚠ schwach ⚠⚠ mittel ⚠⚠⚠ stark ⚠⚠⚠⚠ sehr stark

**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.

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

### Allgemeine Verhaltensgrundsätze beim Umgang mit Pflanzenschutzmitteln

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

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

↗ Mehr Informationen dazu finden Sie im Kapitel «3. Pflanzenschutzmittel, Öko- und Humantoxikologie» auf der Seite 34.

## STOP-Prinzip

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

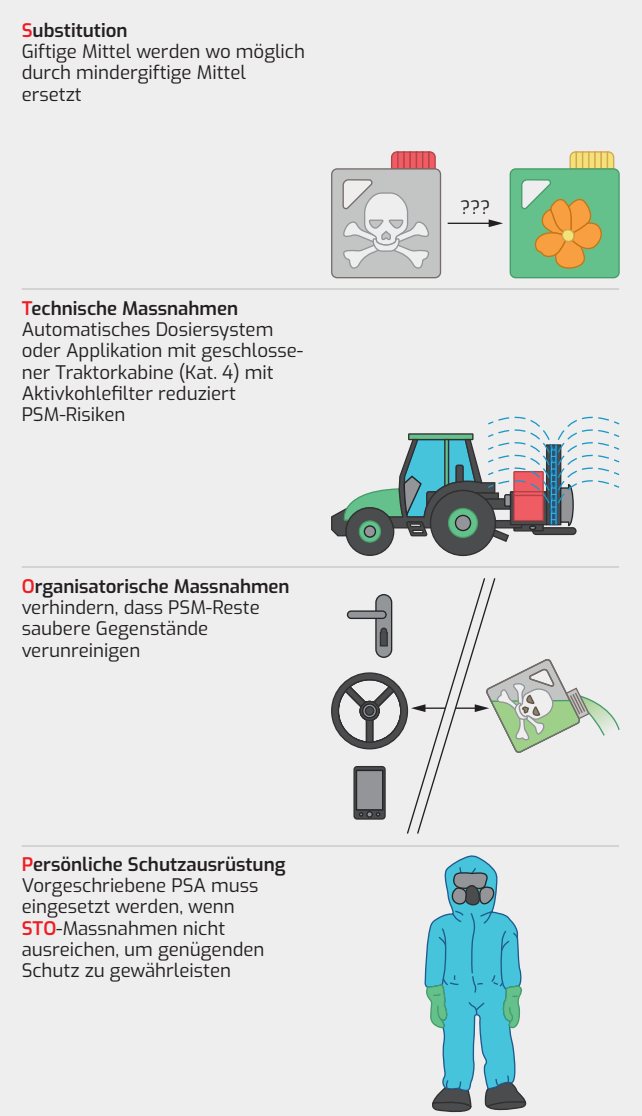



**Abb. 179: Veranschaulichung des STOP-Prinzips**

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

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

***Technische Massnahmen:*** Dazu gehören u. a.

- 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) und
- driftreduzierende Düsen

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

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

## Persönliche Schutzausrüstung

### Anwenderschutzauflagen

Die notwendige PSA wird während des PSM-Zulassungsverfahrens gefahrenbasiert für akute Wirkungen und expositionsbasiert für chronische Wirkungen abgeleitet.

Anwenderschutzauflagen werden für die folgenden drei Arbeitsschritte festgelegt:

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

Auflagen beim Anmischen und Ausbringen beinhalten meist Vorschriften zum Tragen von PSA. Darüber hinaus kann in bestimmten Fällen auch die Ausbringung mit Rückenspritze verboten werden, d. h. das Mittel darf nur mit dem Traktor ausgebracht werden. Auflagen bei Nachfolgearbeiten (z. B. Laubarbeiten) beinhalten das Tragen von Arbeitskleidung und Handschuhen. Zusätzlich können auch Auflagen zum Zeitpunkt des sicheren Wiederbetretens der Parzelle gemacht werden. Wiederbetretungsfristen werden festgelegt, falls an den Tagen nach der Spritzung trotz Arbeitskleidung und Handschuhen keine sicheren Nachfolgearbeiten möglich sind. 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 entsprechenden 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 Grundausrüstung. Um optimalen Schutz zu bieten, sollte die PSA den vorgegebenen Normen entsprechen und nur für den Umgang mit PSM benutzt werden.

Grob gesagt setzt sich PSA aus Folgendem zusammen:

- Chemikalienresistente, möglichst langärmlige ***Schutzhandschuhe***. Solche sind mit einem Erlenmeyersymbol und darunter aufgedruckten Buchstaben versehen.
- Insbesondere bei der Zubereitung der Spritzbrühe respektive 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 zunächst der richtige Filtertyp (gegen Aerosole oder gegen Dämpfe und Gase) bestimmt werden.
- Zur Ausrüstung gehören auch ***feste Arbeitsschuhe oder Stiefel***.

↗ Sicheres Arbeiten mit PSM: www.seco.admin.ch > Publikationen & Dienstleistungen > Publikationen > Arbeit > Arbeitsbedingungen > Broschüren und Flyer > Sichere Arbeiten mit Pflanzenschutzmitteln.

## Verwendung und Wartung der Persönlichen Schutzausrüstung

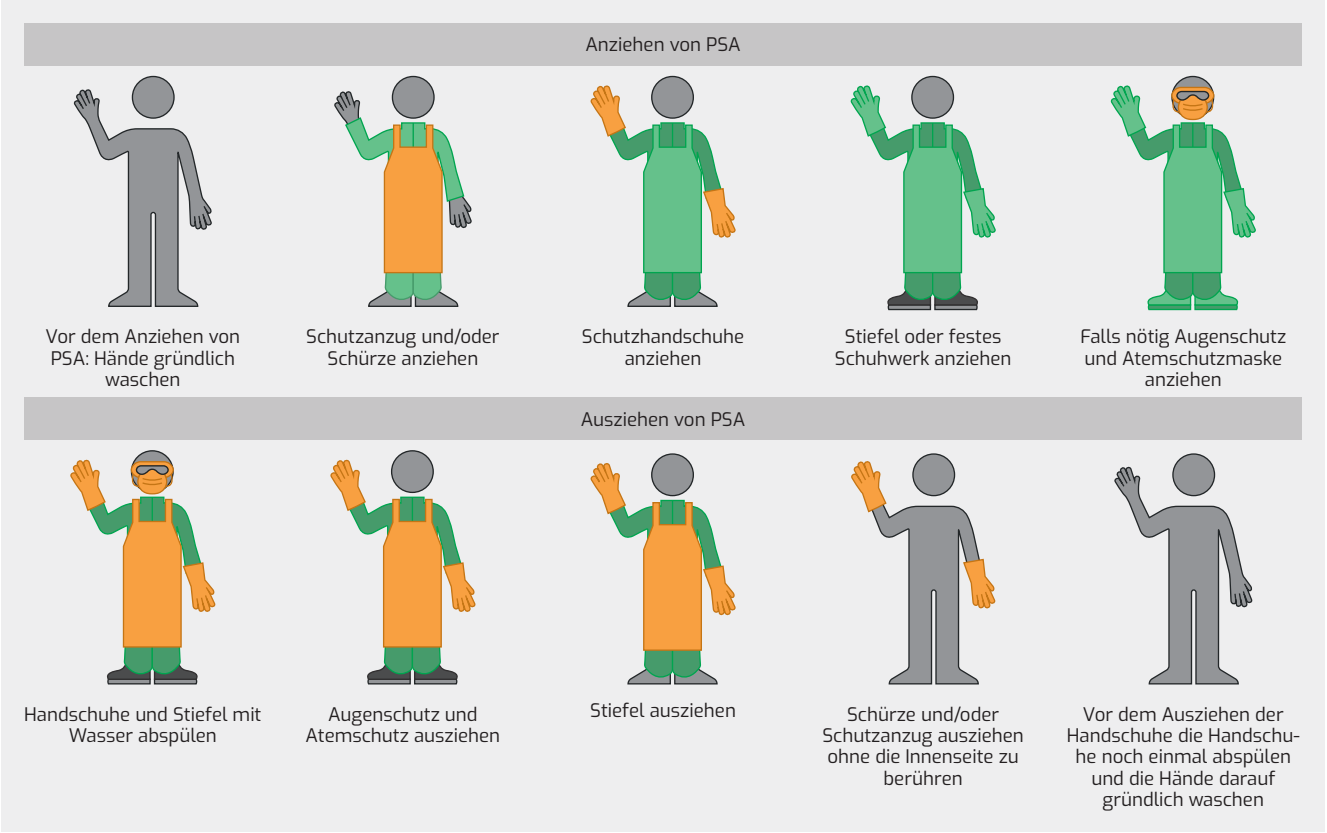



**Abb. 180: Ablauf des korrekten An-, und Ausziehens von Persönlicher Schutzausrüstung**

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 der PSA sollten die Hände gründlich gewaschen werden. Es gilt, die PSA in richtiger Reihenfolge an- beziehungsweise auszuziehen. Beim Anziehen der PSA sollten Handschuhe, je nach Länge, unter oder über die Ärmel des Schutzanzugs gelegt werden. Beim Ausziehen der PSA sollte darauf geachtet werden, dass Handschuhe immer als Letztes ausgezogen werden. Einweg-PSA sollte sofort nach Gebrauch entsorgt werden. Mehrweg-PSA sollte sofort nach Gebrauch separat von Alltagskleidern und nach den Angaben des Herstellers gewaschen werden. PSA sollte regelmässig kontrolliert und, falls beschädigt, ersetzt werden.

### Notfall – Was tun?

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

↗ Ampelschema: www.samariter.ch > Grundlagen > Ampelschema.

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

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

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

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

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

**Tab. 37: Die wichtigsten Notfallnummern**

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

**Tab. 38: Die wichtigsten zu kommunizierenden Informationen, die bei einem Unfall zu übermitteln sind**

| Zu kommunizierende Informationen |
|---|
| ▶ Wer alarmiert (Name)?<br>▶ Wo sind die Verletzten, wo ist der Unfall passiert?<br>▶ Was ist passiert?Wann hat sich der Unfall ereignet?<br>▶ Wie viele Personen wurden verletzt?<br>▶ Andere Gefahren, gefährliche Substanzen?<br>▶ 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 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 98.

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, ÖLN, 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.

## 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 stehen eine Vielzahl an Publikationen und Hilfsmittel zur Verfügung (siehe «Exkurs: Pflanzenschutzmittellisten und Einschränkungen» auf der Seite 191). 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 Fruchtfolge oder eines Zeitintervalls eingeschränkt. Zulassung (PSM-Verzeichnis), Pflanzenschutzmittellisten und Packungsbeilage 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 Fruchtfolge 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 vor der Anwendung die entsprechende Bewilligung eingeholt werden.

↗ DLG Merkblatt: www.dlg.org > MediaCenter > DLG-Merkblätter > Ackerbau > Resistentmanagement im Ackerbau > DLG-Merkblatt 432.

↗ Weitere Informationen zu Resistenzmanagement und Resistenzen finden sich in den Datenblättern Ackerbau von Agridea 1.0.1

## 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 vorbereiteten Boden), Vorauflauf- (bevor die gesäte oder gepflanzte Kultur aufgelaufen ist) und Nachauflaufbehandlungen (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 Zielunkraut 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 Unkrauts 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 verminderten Effekt haben.
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. Wartefristen berücksichtigen

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

## 6. Nachbaueignung

Falls eine Kultur frühzeitig umgebrochen werden muss, gibt es gerade bei Herbiziden Einschränkungen für die Wahl der Nachfolgekultur und Empfehlungen für die Saatbettvorbereitung.

- Informationen hierzu finden sich auf der Etikette des jeweiligen Pflanzenschutzmittels.

## 7. Sortenverträglichkeit

Je nach PSM können einzelne Sorten negativ auf deren Einsatz reagieren.

Beispiel: Herbizideinsatz bei Kartoffeln.

## 8. 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 Überfahrt geplant werden. Bei Unklarheit sind unbedingt die Herstellerfirmen zu konsultieren. Zudem ist bei Tankmischungen die Kulturverträglichkeit abzuklären.

***Umwelt- und Nützlingstoxizität:*** Einige PSM 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 (SPe1, SPe2), von Bodenorganismen (SPe1), Gewässerorganismen (SPe 2, SPe3, SPe4) oder anderen Tieren und Pflanzen (SPe3, SPe4, SPe5, SPe6, SPe7) oder wegen einer erhöhten Nützlings- oder Bienentoxizität (SPe8) 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 werden. Weiter bietet die Firma Biobest, die unter anderem mit Nützlingen und Biostimulanzien handelt, eine App zur Beurteilung der Nützlingstoxizität der PSM an.

- Biobest Side Effects app: www.biobestgroup.com > Biobest Side Effects app.

## 9. Risikoreduktion bei der Anwendung von PSM

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

- Wie die Pufferstreifen gemessen und angelegt werden, ist im Agridea-Merkblatt beschrieben: agridea.abacuscity.ch > Produktetyp > Publikationen > Pflanzenbau, Umwelt, Natur, Landschaft > Beiträge und Bedingungen im Ökoausgleich > Pufferstreifen richtig messen und bewirtschaften.

***Reduktion der Drift (SPe3 (D)):*** Drift wird reduziert, wenn bei schwachem Wind oder Windstille behandelt wird (Wind <18 km/h) und der Spritzbalken maximal 50 cm über der Zielfläche geführt wird. Die Pufferzonen hinsichtlich Driftauflagen der PSM können gemäss den untenstehenden Tabellen reduziert werden. Zur Drift gibt es zwei verschiedene Arten von Auflagen:

1. Die Auflage der Bewilligung (Pflanzenschutzmittel-Verordnung - PSMV): SPe3-Driftreduktion in Meter zu Oberflächengewässer zum Schutz der Wasserorganismen und zum Schutz von Nichtzielorganismen in Biotopen nach Natur- und Heimatschutzgesetz (NHG). Dies gilt für alle Personen, die PSM einsetzen, auch diejenigen, die keine DZ erhalten müssen entlang von Oberflächengewässern die Drift gemäss Auflage auf der Etikette reduzieren (SPe3 (D).
2. Auflagen, die aus der DZV kommen: Drift immer und überall um 1 Stufe (1 Punkt) reduzieren. Bei der Drift-Reduktion nach DZV gibt es 2 Systeme: Das «vereinfachte System BLW» und das «System nach JKI-Tabelle». Die Anwenderin / der Anwender kann entscheiden, nach welchem System er arbeiten will.

**Tab. 39: 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.<br>**gelb** = 50 % Driftreduktion<br>**blau** = 75 % Driftreduktion = 1 Stufe (1 Punkt)<br>**grün** = 90 % Driftreduktion = 2 Stufen (2 Punkte)<br>**hellgrün** = 95 % Driftreduktion = 3 Stufen (3 Punkte) |

**Tab. 40: Verringerung der Drift: Massnahmen und Anzahl Punkte im Feldbau**

| Punkte | Düsen | Gerätschaften | Parzelle |
|---|---|---|---|
| 0,5 | Injektordüsen<br>**oder**<br>Driftreduktion 50 % gemäss JKI-Tabelle | Spritzbalken mit Luftunterstützung (TWIN) | – |
| 1 | Injektordüsen bei max. 3 bar Druck<br>**oder**<br>Driftreduktion 75 % gemäss JKI-Tabelle | Unterblattspritzung (Dropleg) ab Stadium «Reihenschluss» | Zusammenhängender Vegetationsstreifen von mind. 3 m Breite und mind. so hoch wie die behandelte Kultur<br>**oder**<br>vertikale Barriere (Beschattungsmatte oder Driftschutzhecke) mit optischer Deckung von mind. 75 %, 1 m höher als die Kultur |
| 1,5 | – | Herbizid-Bandspritzung, Düsen max. 50 cm über Boden | – |
| 2 | Injektordüsen bei max. 2 bar Druck<br>**oder**<br>Driftreduktion 90 % gemäss JKI-Tabelle | – | – |
| 3 | Driftreduktion 95 % gemäss JKI-Tabelle | Einzelpflanzenbehandlung mit Kameraerkennung und vollständiger Abschirmung | – |

Quelle: Agripedia 2024

| Tab. 41: 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. 42: Notwendige Punkte (Stufen) zur Reduktion des Abstands zu Wohnflächen und öffentlichen Anlagen, Biotopen und Nachbarparzellen gemäss Driftauflagen (nur SPe 8: Bienenschutz) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Abstand** | **3 m** | **6 m** | **20 m** | **50 m** | **100 m** |
| **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

***Reduktion der Abschwemmung SPe3 (A) – Punktewertung Abschwemmung:*** Erfordert ein Wirkstoff einen grösseren Abstand als der Abstand vom normalen Pufferstreifen, ist dies in den SPe3-Sätzen auf den Produktetiketten und im Pflanzenschutzmittelverzeichnis des BLV vermerkt. Auf allen Feldern mit mehr als 2 % Gefälle zum Gewässer und bis 100 m Abstand zu Oberflächengewässern müssen Massnahmen zur Reduktion der Abschwemmung (Punktewertung) gemäss folgender Tabelle getroffen werden.

↗ agridea.abacuscity.ch > Produktetyp > Publikationen > Pflanzenbau, Umwelt, Natur, Landschaft > Ackerbau > Drift und Abschwemmung im Pflanzenschutz.

**Tab. 43: Reduktion des Abschwemmungsrisikos, Massnahmen und Anzahl Punkte im Feldbau**

| Punkte | Bewachsener Pufferstreifen zwischen Parzelle und Gewässer oder entlang entwässerter Strasse | Bodenbearbeitung | Massnahmen innerhalb der Parzelle | Reduktion der behandelten Fläche |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 6 m | | Querdämme in Dammkulturen<br>Begrünte Fahrgassen<br>Begrünte Streifen in der Parzelle, wo Abschwemmung entsteht (min. 3 m breit)<br>Begrünung des Vorgewendes<br>Untersaat<br>Mulch- oder Strohstreifen<br>Beetanbau mit bewachsenen Fahrspuren im Gemüsebau | Behandlung auf weniger als 50 % der Fläche (z. B. Bandspritzung oder Teilflächenbehandlung) |
| 2 | 10 m | Streifensaat/ Streifenfrässaat, Mulchsaat | Beetanbau mit bewach- senen Fahrspuren im Gemüsebau quer zum Hang | Einzelpflanzenbehandlung mit Kameraerkennung auf weniger als 25 % der Fläche |
| 3 | 20 m | Direktsaat | | Einzelpflanzenbehandlung mit Kameraerkennung auf weniger als 10 % der Fläche |

Quelle: Agripedia 2024

***Direktzahlungsverordnung (DZV):*** Beim Einsatz von PSM auf einem Feld mit >2 % Gefälle zu einer entwässerten Strasse/Weg oder einem Bach muss das Risiko einer Abschwemmung um 1 Punkt reduziert werden. Reduktion gemäss Punktewertung Tabelle oben.

Werden die verlangten Vorkehrungen zur Verminderung von Drift und Abschwemmung getroffen, können die Abstände reduziert werden.

- Im Detail wird dies in den Merkblättern der Agridea erklärt:
  - im Obstbau: agridea.abacuscity.ch > Produktetyp > Publikationen > Pflanzenbau, Umwelt, Natur, Landschaft > Spezialkulturen > Reduktion der Drift und Abschwemmung im Obstbau und in Strauchbeeren.
  - im Weinbau: agridea.abacuscity.ch > Produktetyp > Publikationen > Pflanzenbau, Umwelt, Natur, Landschaft > Ackerbau > Abdrift und Abschwemmung im Pflanzenschutz > Reduktion der Drift und Abschwemmung im Weinbau.

## 10. 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 Alltagshektik Gedanken zur Pflanzenschutzmittelwahl zu machen und so genügend Zeit für Abklärungen über den Einsatz und die Verfügbarkeit bleibt.

**Exkurs:**
**Pflanzenschutzmittellisten und Einschränkungen**

- ↗ Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen BLV – «Pflanzenschutzmittelverzeichnis»: alle in der Schweiz zugelassenen Pflanzenschutzmittel: www.psm.admin.ch.
- ▶ Informationen über Produktkategorie, Wirkstoffe, Wirkstoffgehalte, Formulierungshinweise, Kulturzulassung, Wirkungsspektrum, Dosierungshinweise, zusätzliche Auflagen und Bemerkungen sowie Gefahrenkennzeichnung.
- ▶ «Pflanzenschutzmittel im Feldbau»: jährliche firmenunabhängige Publikation für den Futter- und Ackerbau, Herausgeber: Pflanzenschutzdienste Aargau (Liebegg), Thurgau (Arenenberg) und Zürich (Strickhof), im Ackerbauordner der Agridea enthalten.
- ▶ «Zielsortiment»: jährliche Publikationen für Futter-, Acker-, Gemüse-, Obst- sowie Beerenbau des herstellerübergreifenden Pflanzenschutzmittelhändlers Agroline, in Französisch und Deutsch.
- ▶ «Pflanzenschutzmittelliste für den Beerenbau»: Publikation für den Beerenbau in der Schweiz, Herausgeber: Agroscope.
- ↗ Pflanzenschutzmittelliste für den Rebbau»: Publikation für den Weinbau in der Schweiz, Herausgeber: Agroscope.
  Pflanzenschutzmittelliste für den Erwerbsobstanbau: www.agroscope.admin.ch > Publikationen > Publikationssuche > Agroscope Transfer.
- ↗ KIP-Richtlinien, Vollversion: agridea.abacuscity.ch > Produktetyp > Publikationen > Aufzeichnungen, Nachweis > Ökologischer Leistungsnachweis ÖLN > KIP-Richtlinien.
- ↗ Richtlinien IP-SUISSE: Labeleinschränkungen IP-Suisse, verbotene Wirkstoffe, Anbauformen mit allgemeinen Pflanzenschutzmitteleinschränkungen: www.ipsuisse.ch.
- ↗ FiBL – Downloads & Shop: www.fibl.org > Praxispublikationen > Volltextsuche «Betriebsmittelliste» > Betriebsmittelliste für den biologischen Landbau in der Schweiz.
- ▶ Liste ist nicht abschliessend. Eigenverantwortung des Produzenten, Abklärungen mit Abnehmer.

# 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.

- ↗ Vollzugshilfe PSM in der Landwirtschaft: www.blv.admin.ch > Zulassung Pflanzenschutzmittel > Anwendung und Vollzug > Vollzugshilfen.

**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 (≠ Holz, Brandverzögerung von ½ h)
  Entzündliche Produkte müssen in einem feuerfesten Schrank (= Metall) aufbewahrt werden.
- ▶ kein Anschluss an das Wassernetz und die Kanalisation im Lagerraum (= kein Wasserhahn und kein Abfluss)
- ▶ flüssigkeitsdichter Boden mit Bordüre oder Wanne mit Rückhaltevermögen von mind. 110 % des grössten darin gelagerten Gebindes

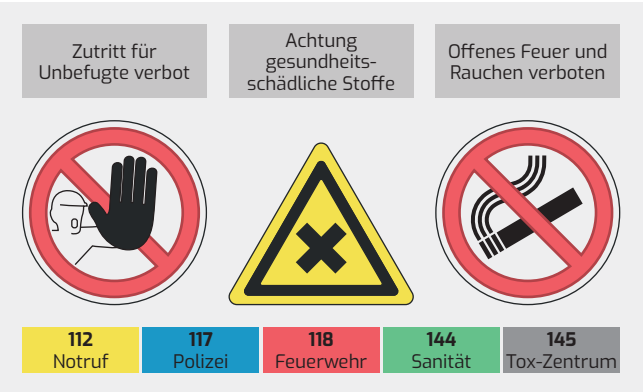



**Abb. 181: Warnhinweise (Zutritt verboten, Schutzausrüstung, Rauchverbot) und Notrufnummern sind aussen an der Tür und im Lagerraum von PSM anzubringen**

**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!
- Feste bzw. trockene Produkte (Pulver, Granulate) befinden sich über flüssigen Mitteln.
- PSM sollen wenn möglich auf Regalen und nicht am Boden gelagert werden. Lagergestellen sind aus nicht brennbarem, rostbeständigem, nicht saugfähigem und leicht zu reinigendem Material (≠ Holz).
- Saugfähiges Bindemittel (Katzenstreu, Sägemehl, Ölbinder) sowie Besen, Kehrschaufel und Abfallsäcke zur Beseitigung von verschütteten PSM stehen bereit.
- Hilfsmittel zur Herstellung der Spritzbrühe (Waage, Literbecher, Trichter etc.) sollen im Lagerraum aufbewahrt und ausschliesslich für diesen Zweck benutzt werden.
- In unmittelbarer Nähe zum Lagerraum steht ein Abfallbehälter für leere und gespülte Gebinde bereit.
- Persönliche Schutzausrüstung und Arbeitskleider sollten ausserhalb des Lagerraumes aufbewahrt werden.

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

- Leere und mindestens 3x gespülte Pflanzenschutzmittelgebinde (das Spülwasser darf nicht in die Kanalisation gelangen!) dürfen mit dem Hauskehricht entsorgt werden, ansonsten gilt es als Sonderabfall
- Mit verschütteten Mitteln kontaminiertes Saug- und Einwegmaterial (Handschuhe etc.) sowie Pflanzenschutzmittelreste, die abgelaufen oder nicht mehr gebraucht werden, müssen gesondert von den restlichen PSM gelagert und als Sondermüll entsorgt werden. Üblicherweise bieten die Gemeinden an ihren Entsorgungsstellen diese Möglichkeit, eine vorgängige Rücksprache ist empfehlenswert. Befinden sich die Mittelreste in der Originalverpackung, können sie auch bei den Verkaufsstellen oder dem PSM Berater zurückgegeben werden.

**Haltbarkeit von Pflanzenschutzmitteln**

Die Haltbarkeit der PSM beträgt üblicherweise mindestens zwei Jahre ab Herstellungsdatum. Bei Unklarheiten sollte die Packungsbeilage, der Pflanzenschutzmittelhändler oder -hersteller konsultiert werden. Wichtig für die Haltbarkeit ist eine fachgerechte Lagerung entsprechend den Empfehlungen des Herstellers. Gerade bei biologischen PSM kann die Haltbarkeit stark reduziert 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

Die Herstellung der Spritzbrühe erfolgt auf einem dichten Spritzenbefüllplatz. Dieser muss mit einem ausreichend grossen Auffangvolumen ausgestattet sein, sodass alle PSM-haltigen Flüssigkeiten aufgefangen werden können. Ebenso muss er gross genug sein, um das zu befüllende Gerät vollständig darauf abstellen zu können. Stationäre Befüllplätze müssen überdacht sein.

Weitere Informationen:

- Befüll- und Waschplatz für Spritzgeräte: agridea.abacuscity.ch > Produktetyp > Publikationen > Pflanzenbau, Umwelt, Natur, Landschaft > Ressourcenschutz (Boden, Wasser, Luft) > Befüll- und Waschplatz für Spritzgeräte - worauf ist zu achten? (Merkblatt).
- Interkantonale Empfehlung zu Befüll- und Waschplätzen: pflanzenschutzmittel-und-gewaesser.ch > Dokumente > Informationen zur guten landwirtschaftlichen Praxis und Gewässerschutz > Interkantonale Empfehlung zu Befüll- und Waschplätzen.

Die benötigte Brühmenge muss vor der Befüllung der Spritzgeräte möglichst präzise berechnet werden, um unnötige Brühreste zu vermeiden. Genaue Kenntnisse über die zu behandelnde Fläche bzw. das Volumen bei Raumkulturen, eine genaue Fahrgeschwindigkeitsanzeige, präzise Manometer und Düsen sind für eine genaue Arbeitsweise und Vermeidung von Brühresten unerlässlich.

Hilfsmittel wie Durchflussmesser mit Abstellautomatik ermöglichen ein präzises Befüllen der Pflanzenschutzgeräte.

Vor dem Anmischen der Spritzbrühe muss die Pflanzenschutzspritze mindestens mit der halben Wassermenge befüllt werden. PSM sollten nie in den leeren Brühetank gegeben werden.

Anschliessend wird das Mittel bei eingeschaltetem Rührwerk in den Tank gegeben und das restliche Wasser eingefüllt. Bei Tankmischungen mit mehreren Komponenten sind unbedingt die Empfehlungen der Hersteller zur Mischbarkeit und Mischreihenfolge zu berücksichtigen. Werden keine konkreten Angaben über die Reihenfolge der Zugabe gemacht, ist folgendermassen vorzugehen:

1. Wasserkonditionierungsmittel je nach Wasserhärte, Antischaummittel, pH-Korrektur des Wassers
2. Feste Dünger und Mikronährstoffe
3. Pulverförmige Produkte (WP, SP)
4. Granulierte Produkte (WG, SG)
5. Suspensionen, flüssig, wasserbasiert (SC)
6. Emulsionen, Öldispersionen, flüssig, lösungsmittelbasiert (EC, OD)
7. Flüssigdünger
8. Restliche Wassermenge

↗ Erklärvideo von Agridea: www.youtube.com > Befüllen auf dem Hof.

Es ist darauf zu achten, dass die Komponenten vollständig im Wasser gelöst sind, bevor weitere Mittel zugegeben werden. Die Spritzmittelgebinde mit Restmengen müssen nach Gebrauch unverzüglich wieder verschlossen werden. Leere Behälter und Messeinrichtungen können bei einer entsprechenden Vorrichtung in der Einspülschleuse des Pflanzenschutzgeräts gereinigt werden. Fehlt eine solche Einrichtung, müssen die Behälter mindestens dreimal mit Frischwasser gespült werden. Das dabei kontaminierte Spülwasser wird in den Brühbehälter des Spritzgeräts entleert.

**pH-Wert und Wasserhärte**

Die Eigenschaften des Spritzwassers beeinflussen die Wirkung der PSM. In hartem Wasser (> 14°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 (pH > 7) fördert den Abbau einiger PSM (u. a. Pyrethroide).

Ist die Spritzbrühe einmal angesetzt, sollte sie zügig in der Zielkultur ausgebracht werden. Dabei ist es wichtig, dass das Rührwerk eingeschaltet bleibt und so eine Entmischung oder Ausfällung vermieden wird. Muss die Spritzarbeit witterungsbedingt unterbrochen werden, sollten die Leitungen und Filter mit Frischwasser gespült werden, um ein Ansetzen der Spritzbrühe und Tropfenverluste in die Umwelt zu vermeiden. Neue Spritzen sollten technisch so konstruiert sein, dass diese Massnahme bei vollem Brühetank ausgeführt werden kann.

## Pflanzenschutzgeräte einstellen

Um die Einsatzsicherheit von Pflanzenschutzgeräten sicherzustellen, müssen diese korrekt eingestellt und regelmässig gewartet werden. Alle selbstfahrenden und zapfwellenbetriebenen Pflanzenschutzmittelgeräte müssen alle 3 Jahre den Spritzentest bestehen (Ausnahme: Schlauchspritzen (Gun)). Trotzdem empfiehlt es sich, die Spritzen vor jeder Saison zu überprüfen und nötigenfalls einzustellen resp. zu warten. Die Anwenderin bzw. der Anwender ist verpflichtet, sicherzustellen, dass das verwendete Spritz- oder Sprühgerät eine fachgerechte und gezielte Verwendung der PSM ermöglicht.

### Geschwindigkeit

Als Erstes sollte die Fahrgeschwindigkeit des Zug- bzw. Trägerfahrzeuges überprüft werden. Dafür kann im Feld eine 100 Meter lange Strecke abgemessen und markiert werden. Anschliessend wird sie mit der gewünschten Fahrgeschwindigkeit abgefahren und dabei die Zeit gemessen. Aus dieser gemessenen Zeit lässt sich die Fahrgeschwindigkeit in km/h berechnen:

$$\text{km/h} = \frac{360}{\text{gemessene Zeit in Sekunden}}$$

Weicht die gemessene Geschwindigkeit von der gewünschten oder vom Tachometer angezeigten Geschwindigkeit ab, müssen Gangwahl und Motorendrehzahl entsprechend angepasst werden. Auch bei einem Ausbringcomputer sollte so die Fahrgeschwindigkeit am Anfang der Saison kalibriert werden. Bei einer GPS-basierten Geschwindigkeitserkennung erübrigt sich dieser Schritt.

## Düsenausstoss

Als Nächstes sollte, wie beim periodischen Spritzentest, der Einzeldüsenausstoss überprüft werden. Dabei wird die Spritze mit Wasser befüllt und beim gewünschten Betriebsdruck der Ausstoss zweier Düsen je Teilbreite in einer Minute gemessen («Auslitern»). Weicht der Ausstoss der Düsen von den Werten der Düsentabelle ab, sollte mit dem Einsetzen einer fabrikneuen Ersatzdüse ein möglicher Verschleiss der alten Düsen überprüft werden. Weicht die Ausbringmenge der alten Düsen um mehr als 15 % von den neuen Düsen ab, sollten alle Düsen ersetzt werden. Ist der Ausstoss der neuen und der alten Düsen derselbe, so sollte das Manometer überprüft und allenfalls ersetzt oder der Computer neu kalibriert werden.

## Düsenwahl im Feldbau

Einen massgeblichen Beitrag zu einer erfolgreichen Spritzarbeit leisten die Düsen. Die Farbcodierung folgt dabei seit 2020 einem ISO-Standard, der sich an den Tropfengrössen orientiert und weltweit gültig ist. Grundsätzlich gibt es keine Düse, die gleichermassen für jede Arbeit, Menge, Druck, optimal zu verwenden wäre.

Folgende Faktoren entscheiden über die Düsenwahl:

- Welches Mittel, welche Spritzbrühmenge soll ausgebracht werden (l/ha)?
- Welcher Zieldruck wird für eine optimale Anwendung benötigt (bar)?
- Welche Geschwindigkeit leitet sich aus dieser Wahl ab (km/h)?
- Welche Wetterbedingungen (Delta-T-Wert (Differenz zwischen der aktuellen Lufttemperatur und dem Taupunkt), Luftfeuchte und Temperatur, Wind) herrschen?

### Das gewünschte Arbeitsresultat verlangt die richtigen Düsen

Entscheidend für den Spritzmitteleinsatz sind die Vorgaben für die eingesetzten Produkte (Aufwandmenge, Temperatur, Mischpartner). Im Grundsatz stimmt es, 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.

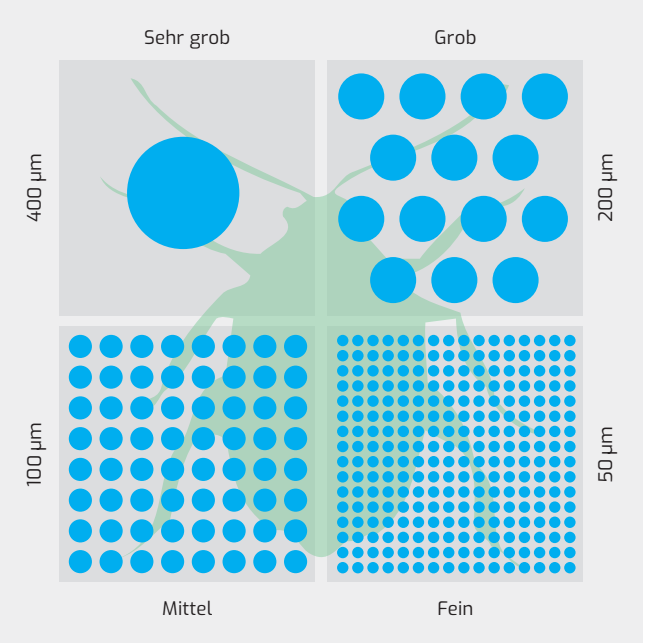



**Abb. 182: Feine Tropfen = bessere Benetzung, aber auch höhere Drift**

Balken mit Luftunterstützung drücken den Spritznebel in Richtung Boden und durchdringen den Bestand wesentlich besser. Düsenhersteller lassen ihre Produkte bei Instituten wie dem JKI (Julius-Kühn-Institut, Braunschweig) prüfen. Die Institute definieren für jeden Düsentyp die mögliche Driftminderung bei jeweils spezifischem Druck.

### 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. 183: Düsengrössen von ganz fein bis grob**

Dabei besteht der Düsenkörper in der Regel aus Kunststoff und die Öffnung aus Kunststoff, Keramik oder Metall. Die Düsen selbst sind meist für eine Halterung mit Bajonettverschluss oder als Vollkörper mit Bajonettverschluss gefertigt.




**Abb. 184: 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. Meist sind die Öffnungen so konzipiert, dass der Abstrahlwinkel 80° bis 120° beträgt. Spezialdüsen mit noch grösserem oder kleinerem Winkel z.B. für Bandspritzungen (auch asymmetrisch) sind auch möglich. Die Haltbarkeit der Düsen hängt vom Düsenwerkstoff (Kunststoff, Edelstahl, Keramik) der Pflege, den verwendeten Mitteln und Zusatzstoffen ab. Für noch genauere Applikationen können Droplegs oder bodengeführte Düsenstöcke eingesetzt werden. Für eine gezielte Anwendung ist der Einsatz von Haubenspritzen und Abdeckungen möglich. Mit der PWM (Puls-Weiten-Modulation) kann durch sehr schnelles Öffnen/Schliessen der einzelnen Düsen über einen weiten Geschwindigkeitsbereich das gewünschte Tropfenspektrum (Druck) eingehalten werden.




**Abb. 185: Dropleg Verband an Spritzbalken**

### Anbringung, Balkenhöhe, Mehrfachdüsenträger

Der Abstrahlwinkel der Düsen definiert die richtige Balkenhöhe beim Einsatz. Standardmässig ist hier eine Balkenhöhe von 50 cm über der Zielfläche einzuhalten. Bei grossen, breiten Spritzfächern kann dieser Abstand noch geringer sein. (Merke: Die Verringerung des Abstands zwischen Balkenhöhe und Zielfläche um 1/3 kann die Drift um 1/2 reduzieren).




**Abb. 186: Mehrfachdüsenträger für schnellen Wechsel**

**Anwendung einer Düsentabelle**

Um die richtige Düse zu wählen, muss zunächst die Brühmenge/ha (a) und dann der optimale Arbeitsdruck (b) festgelegt werden. Danach kann die optimale Geschwindigkeit abgelesen werden (c).

***Beispiel:*** Herbizidanwendung mit 200 l/ha mit einem Druckbereich von 2,0 bar bis 3,5 bar.

***Lösung 1:*** Brühmenge von 206 l/ha könnte mit einer gelben Düse der Grösse -02 mit Druck von 3,5 bar bei 5 km/h gefahren werden.

***Lösung 2:*** Brühmenge von 233 l/ha könnte mit einer blauen Düse der Grösse -03 mit Druck von 2,0 bar bei 5 km/h gefahren werden. (Bessere Driftminderung, diese Lösung ist vorzuziehen.)

Die Düsenwahl beeinflusst die Wirksamkeit und den Erfolg der Behandlung. Der dabei angewandte Druck ist entsprechend den Vorgaben zur Driftminderung zu wählen, die Arbeitsgeschwindigkeit ist anzupassen.

- Verschiedene Düsenhersteller haben nützliche und intuitive Anwendungen entwickelt wie z. B. die Lechler App für Apple, TeeJet und andere.

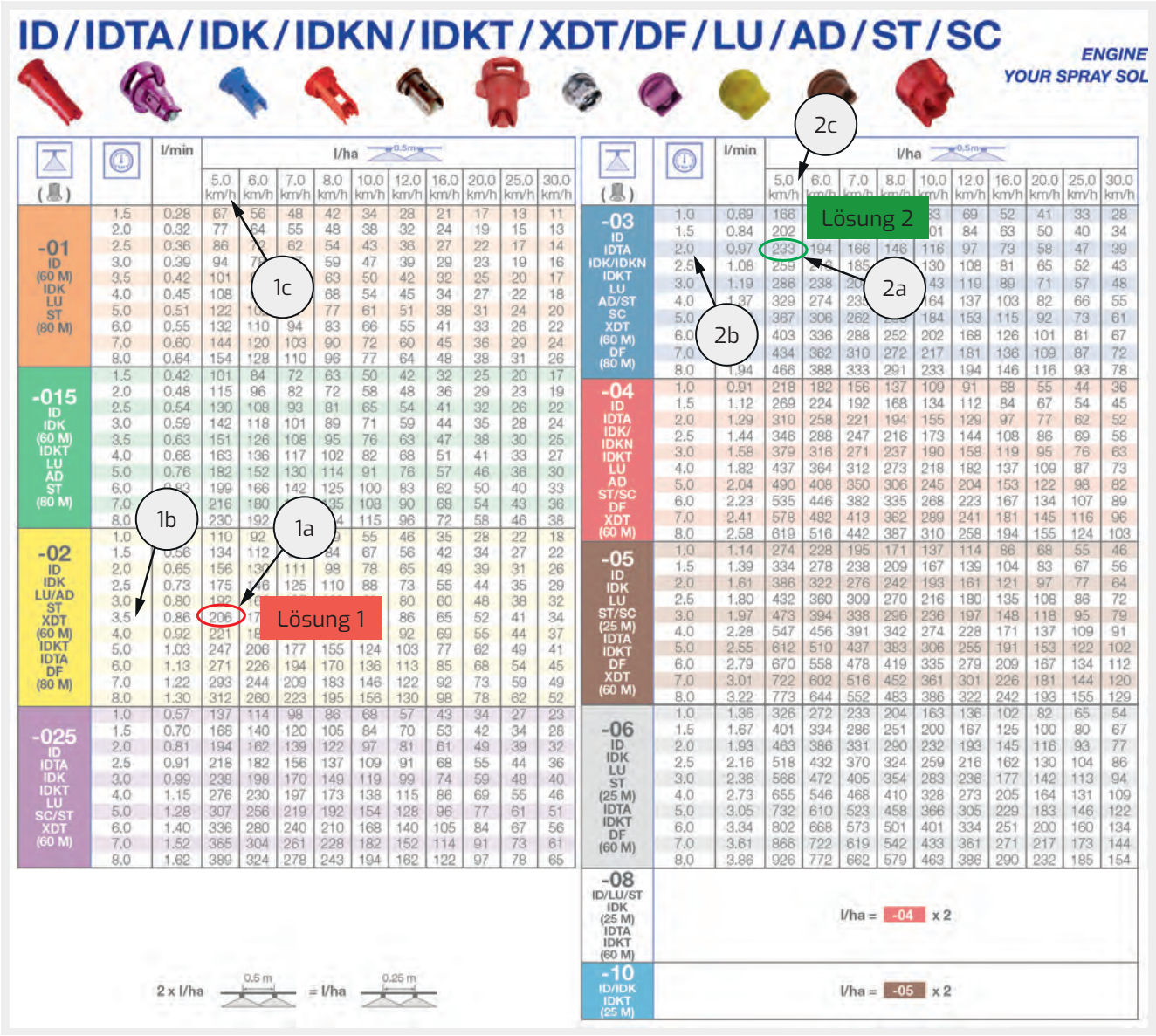



**Abb. 187: Düsentabelle Lechler ID/IDK (Prilinger.com)**

## Düsenwahl in Raumkulturen

Für eine erfolgreiche Spritzarbeit müssen die richtigen Düsen ausgewählt werden, denn diese beeinflussen die Kronendurchdringung und Benetzung der Blätter massgeblich. Die Farbcodierung der Düsen folgt dabei seit 2020 einem ISO-Standard, der sich an den Tropfengrössen orientiert und weltweit gültig ist.

### Das gewünschte Arbeitsresultat erfordert die richtigen Düsen

Entscheidend für die Auswahl der Düsen sind die Vorgaben für die eingesetzten Produkte (Aufwandmenge, Temperatur, Mischpartner). Im Grundsatz stimmt es, dass grosse schwere Tropfen bei gleicher Ausbringmenge bedeutend weniger driftanfällig sind als kleine feine Tropfen. 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.

Geräte mit Luftunterstützung drücken den Spritznebel 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 Düsentyp die mögliche Driftminderung bei jeweils spezifischem Druck. Für die Anwendung von Herbiziden auf dem Baumstreifen gelten die Vorgaben der Feldkulturen. Spezielle Bauformen der Spritzbalken und Rekuperationseinrichtungen (Rückgewinnung der Brühmenge) sind kulturspezifisch.

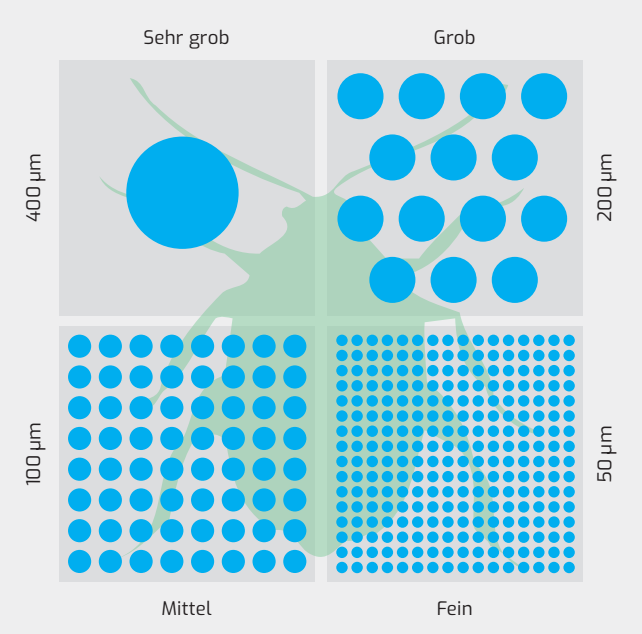



**Abb. 188: Feine Tropfen = bessere Benetzung, aber auch höhere Drift**

### 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. 189: Düsengrössen von ganz fein bis grob**

Dabei besteht der Düsenkörper in der Regel aus Kunststoff und die Öffnung aus Kunststoff, Keramik oder Metall. Die Düsen selbst sind meist für eine Halterung mit Bajonettverschluss oder als Vollkörper mit Bajonettverschluss gefertigt. Auch Düsenkörper aus Metall sind anzutreffen.

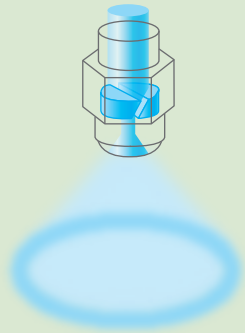
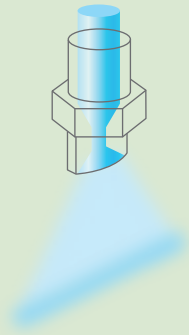
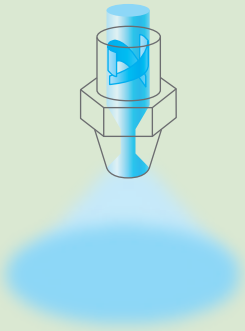



**Abb. 190: Düse IDK, Lechler. Beispiele für Düsenkennzeichnung: IDK 90-01C, Flachstrahl-Air-Injektordüse Kompakt mit Keramiköffnung**

### Bauform

In Raumkulturen werden meist Hohlkegeldüsen, Flachstrahldüsen, Flachstrahldüsen mit Vorzerstäuber oder Air-Injektordüsen (mit Luftbeimischung) verwendet.

**Tab. 44: Übersicht der geläufigen Düsenbauformen**

| Hohlkegeldüse | Flachstrahldüse | Injektordüse (Luftbeimischung) |
|---|---|---|
|  |  |  |
| ▶ feine Zerstäubung<br>▶ wenig verstopfungsanfällig<br>▶ anfälliger auf Drift | ▶ Vorzerstäuber erhöht den Anteil der groben Tropfen.<br>▶ verstopfen häufiger<br>▶ weniger anfällig auf Drift als normale Flachstrahldüsen, da grösserer Anteil grober Tropfen | ▶ hoher Anteil grober Tropfen<br>▶ verstopfen häufiger<br>▶ viele grobe Tropfen vermindern die Anfälligkeit auf Drift<br>▶ Grobe Tropfen werden weiter in Bestand hineingetragen. |
| | ▶ Driftminderung 0,5 Pkt. | ▶ 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 Spritzarbeit 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.




**Abb. 191: Mehrfachdüsenträger für schnellen Wechsel**

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 Marcelin getestet: Gemäss den Testergebnissen sind Air-Injektordüsen gleichwertig oder besser bezüglich Spriztqualität als normale Düsen. Der Einsatz der driftmindernden Düsen wird empfohlen und mit 0,5 bis 1,0 Punkten anerkannt.

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 Pflanzenschutzspritzgeräte fachgerecht zu spülen und reinigen. Brühreste, Spül- und Reinigungswasser dürfen keinesfalls in die Abwasserkanalisation oder Entwässerungen in Oberflächengewässer gelangen oder im Boden versickern! Um zu verhindern, dass mit Regenwasser Wirkstoffrückstände auf der Spritze abgewaschen werden und in die Gewässer gelangen, ist die Spritze überdacht abzustellen.

↗ Mehr Informationen: Befüll- und Waschplatz für Spritzgeräte: agridea.abacuscity.ch > Produktetyp > Publikationen > Pflanzenbau, Umwelt, Natur, Landschaft > Ressourcenschutz (Boden, Wasser, Luft) > Befüll- und Waschplatz für Spritzgeräte - worauf ist zu achten? (Merkblatt).

## Vor Saisonstart

Vor der Verwendung der Pflanzenschutzspritze muss diese zuerst fachgerecht ausgewintert werden:

1. Frostschutzmittel aus Brühetank, Frischwassertank, Einspülschleuse, Leitungen, Filter und Pumpen ablassen und in geeignetem Gefäss auffangen und bis in den Herbst zwischenlagern. Das Frostschutzmittel kann mehrere Male wiederverwendet werden, die Frostschutzwirkung ist aber regelmässig zu überprüfen, da das Mittel durch Restwasser nach der Reinigung zunehmend verdünnt wird.
2. Spritze mit Frischwasser auf Spritzenwaschplatz gründlich spülen. Frostschutzmittel darf nicht in die Kanalisation oder in Gewässer gelangen.
3. Spritze bei Arbeitsdruck auf Funktionstüchtigkeit überprüfen, wenn notwendig defekte Teile ersetzen.

## Nach jeder Behandlung

### Spülung

Das Spritzgerät muss direkt nach der Anwendung auf der behandelten Fläche gespült werden. Die unvermeidbaren Brühreste werden mit dem Spülwasser ausgestossen, indem sie mit einer erhöhten Fahrgeschwindigkeit in der behandelten Kultur auf einer möglichst grossen Fläche ausgebracht werden. Kann bei einem Gerät der Inhalt des Spritzenbehälters aus technischen Gründen nicht vollständig über die Düsen entleert werden, hat die Spülung in mehreren Durchgängen zu erfolgen, damit der am Schluss im Gerät verbleibende, verdünnte Rest maximal noch rund 10 % der ursprünglichen Konzentration aufweist.

Ablauf

1. Ausbringen der Brühreste auf die bereits behandelte Fläche: Es ist darauf zu achten, dass bei der Restmengenausbringung die Mittelmenge pro ha maximal 30 % (20 % bei Wachstumsregulatoren und Herbiziden, um Kulturpflanzenschädigung zu vermeiden) der ursprünglichen Dosierung entspricht. Dies kann durch die Reduktion des Spritzdrucks und Erhöhung der Fahrgeschwindigkeit erreicht werden. Bei Pflanzenschutzspritzen mit geschwindigkeitsabhängiger Druckregelung kann die Ausbringmenge pro ha direkt im Bordrechner reduziert werden. Die Menge ist durch eine möglichst genaue Berechnung auf ein Minimum zu reduzieren. Technische Einrichtungen wie eine geschwindigkeitsabhängige Druckregelung und Section Control helfen dabei und sollten bei einer Neuanschaffung berücksichtigt werden.
2. Verdünnen der in der Spritze verbleibenden Restmenge: Die unvermeidbare technische Restmenge (= baulich bedingt) muss anschliessend mindestens im Verhältnis von 1:10 verdünnt werden. Dafür steht das Reinigungswasser des Spülwassertanks zur Verfügung.
   a. Im kontinuierlichen Innenreinigungsverfahren wird mit Hilfe von Reinigungsdüsen im Brühetank Wasser eingespült und gleichzeitig ausgebracht. Dieses Verfahren spart Zeit, weist eine höhere Verdünnung der Spritzbrühe auf und ist deshalb für Spritzen mit Tanks über 400 l Füllmenge obligatorisch.
   b. Im abgesetzten Verfahren werden in drei Schritten je ein Drittel des Wassers in den Brühetank gegeben, die Leitungen gespült und das Wasser anschliessend auf der bereits behandelten Fläche ausgebracht.

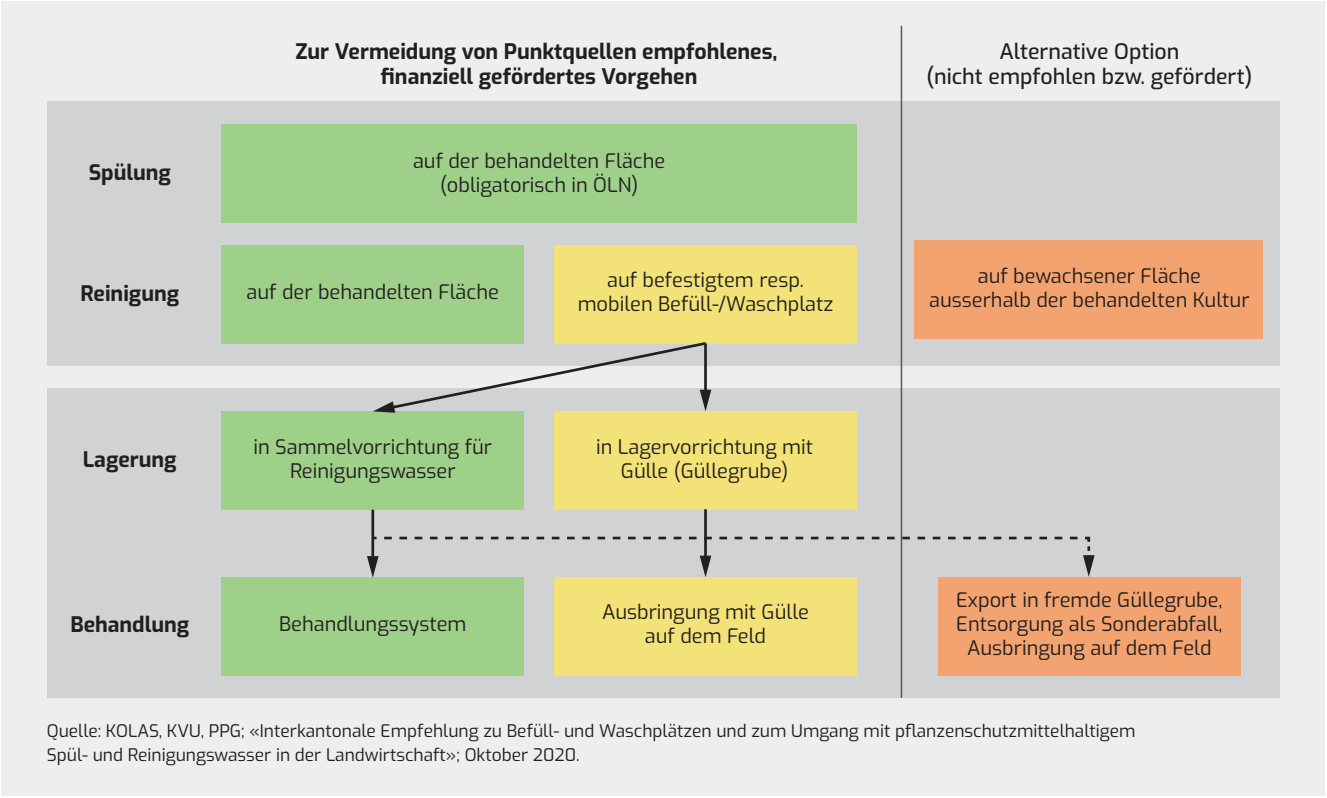
### Reinigung

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

Die Aussenreinigung (nicht jedoch die Innenreinigung) des Spritzgeräts darf auch auf einer anderen bewachsenen Fläche oder auf einem abgeernteten Feld erfolgen. Dies ist jedoch aus Sicht der Minimierung der Umweltrisiken nicht empfehlenswert. Pro Standort darf eine solche Aussenreinigung nur einmal jährlich erfolgen. Dabei darf kein Reinigungswasser in Oberflächengewässer oder in die Kanalisation gelangen. Die Fläche muss ausserhalb der Schutzzonen S1 und S2 und in einem Mindestabstand von 10 m zu Oberflächengewässern, Einlaufschächten und zu über die Kanalisation entwässerten Strassen liegen. Zudem muss sichergestellt sein, dass ein intakter Pflanzenbestand auf gewachsenem Boden vorliegt und dass auf dieser Fläche kein allgemeines Anwendungsverbot für PSM oder Herbizide besteht.

- Nach Herbizidbehandlungen und vor Behandlungen von heiklen Kulturen kann eine zusätzliche Reinigung mit Spritzenreinigungsmittel auf dem Spritzenwaschplatz sinnvoll sein, damit die Behandlung der Folgekultur keine Schäden nach sich zieht.
- Nach der Reinigung sollten die Düsenfilter und die Hauptfilter stichprobenweise auf ausgefällte Mittelrückstände oder sonstige Verschmutzungen überprüft und bei Bedarf gereinigt werden. Durch eine gründliche Reinigung der Pflanzenschutzgeräte nach jeder Behandlung werden Probleme in Bezug auf anhaftende PSM, Ausfällungen, Filterverstopfungen und Kulturschäden weitgehend vermieden.

↗ Weitere Informationen: Merkblatt Pflanzenschutzspritzen korrekt reinigen: agridea.abacuscity.ch > Produktetyp > Publikationen > Pflanzenbau, Umwelt, Natur, Landschaft > Ressourcenschutz (Boden, Wasser, Luft) > Pflanzenschutzspritzen korrekt reinigen (Merkblatt).




Quelle: KOLAS, KVU, PPG; «Interkantonale Empfehlung zu Befüll- und Waschplätzen und zum Umgang mit pflanzenschutzmittelhaltigem Spül- und Reinigungswasser in der Landwirtschaft»; Oktober 2020.

**Abb. 192: Übersicht Reinigen des Spritzgerätes**

Das empfohlene und aktuell noch finanziell geförderte Vorgehen mit bestmöglicher Risikominderung (grün) ist anzustreben. Ebenfalls finanziell unterstützt wird ein Vorgehen mit akzeptabler Risikoreduktion (gelb). Demgegenüber stehen alternative Vorgehensweisen, die zwar im Sinne der Vorschriften zulässig sind, von Bund und Kantonen jedoch keine finanzielle Förderung erhalten und aus Sicht der Risikominderung grundsätzlich nicht empfohlen werden (orange).

Neben den normalen Instandhaltungsarbeiten (schmieren der beweglichen Teile, Ölstandkontrolle allfälliger Getriebe etc.) gibt es bei Pflanzenschutzspritzen einige zusätzliche Aspekte zu berücksichtigen, die im Folgenden erläutert werden.

## 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 befüllt 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 Druckspitzen 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. 45: 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, Bärfischenhaus

**Abb. 193: Überprüfung des Druckes im Windkessel**

## Einwintern

Die Pflanzenschutzspritze sollte mit dafür vorgesehenem Spülmittel innen wie auch aussen auf einem dafür vorgesehenen Spritzenwaschplatz gründlich gereinigt werden. Dazu wird die Spritze mit ca. 20 % des Füllvolumens befüllt und anschliessend bei eingeschalteter Pumpe das Spülmittel zugegeben. Einspülschleusen und Befüllsysteme sowie Druck-, Saug- und Düsenfilter dürfen bei der Reinigung nicht vergessen gehen. Gerade bei den Düsen und deren Filter kann sich der Einsatz eines Ultraschallreinigungsgeräts lohnen, da sich so auch hartnäckige Anlagerungen in den Düsen lösen lassen.

Wichtig beim Einsatz von Spritzenreinigungsmitteln ist die ausreichende Einwirkzeit, je nach Mittel kann diese wenige Minuten oder bis zu einer Stunde betragen. Anschliessend wird das Spritzgerät mit Frischwasser gespült und wie folgt eingewintert:

1. Wasser in der Feldspritze komplett ablassen. Dafür können auch die Leitungen und das Filtergehäuse aufgeschraubt und wieder verschlossen werden.
2. Frostschutzmittel (Kühlerfrostschutz oder spezielle Frostschutzmittel für Pflanzenschutzspritzen) in ausreichender Menge in die Feldspritze geben, so dass alle Leitungen damit gespült werden können. Dabei dürfen der Spülwassertank und die allfällige Pumpe sowie die Leitungen der Innenreinigungsanlage nicht vergessen gehen. Auch bei einer vermeintlich frostsicheren Unterbringung der Feldspritze während den Wintermonaten hilft das Frostschutzmittel, Leitungen und Dichtungen zu pflegen und vermeidet vorzeitiges Altern und Pröswerden der Gummis.
3. Bei laufender Hauptpumpe alle Leitungen der Pflanzenschutzspritze bis zu den Düsen mit Frostschutzmittel spülen. Unnötiges Versprühen des Forstschutzmittels ist dabei zu vermeiden.

Auch hier ist stets darauf zu achten, dass kein Waschwasser oder Frostschutzmittel in die Kanalisation oder Gewässer gelangt.

## Spritzentests

Selbstfahrende oder zapfwellenbetriebene Pflanzenschutzspritzen (ohne Spritzen mit Hochstammaufsatz oder Gunspritzen) müssen gemäss der Pflanzenschutzmittelverordnung alle drei Jahre bei einer vom Kanton anerkannten Prüfstelle einem Spritzentest unterzogen werden.

▶ Die zugelassenen Prüfstellen sind auf der Webseite des Schweizerischen Verbandes für Landtechnik (SVLT) aufgelistet: www.agrartechnik.ch > Technik > Spritzentests.

### Spritzgeräte für den Test bereitstellen (SVLT)

Um einen effizienten Test der Spritzgeräte zu gewährleisten sind folgende Massnahmen im Betrieb oder in einer Fachwerkstatt auszuführen:

1. Gerät innen und aussen gründlich reinigen
2. Beleuchtung und Signalisation überprüfen (Strassenverkehr)
3. Gelenkwelle und -schutz überprüfen (Maschinensicherheit)
4. Spritzgestänge: Gradlinigkeit, Verstrebungen und Gelenke prüfen, richten
5. Siebe, Filter, Filtereinsätze und Düsen reinigen, eventuell ersetzen
6. Nachtropfverhinderung prüfen, Membranen ersetzen
7. Behälter, Pumpe, Druckregler, Schläuche, Leitungen und Verschraubungen auf Dichtheit kontrollieren
8. Funktionskontrolle

↗ Weitere Informationen über die Spritzentests: www.agrartechnik.ch > Verband > Technik > Spritzentests

# 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 mit temporären Angestellten aus organisatorischen Gründen nicht möglich, dürfen auch Personen ohne Fachbewilligung PSM anwenden, sofern sie vor Ort von einer Inhaberin oder einem Inhaber einer gültigen Fachbewilligung angeleitet werden (VFB-L, Art. 1, Abs. 3). Die Fachbewilligungsinhaberin resp. der Fachbewilligungsinhaber trägt dabei die Verantwortung für die Handlungen der angeleiteten Person, haftet bei Verstössen gegen die Vorschriften der Umwelt- und Gesundheitsschutzgesetzgebung und kann in diesem Fall gemäss Art. 11 ChemRRV sanktioniert werden. Liegt eine Grobfahrlässigkeit vor, hat die angeleitete Person die Konsequenzen selbst zu tragen.

## Vorgehen bei der Anleitung

**1. Instruktion vor Ort und Dokumentation**

Bei der ersten PSM-Anwendung demonstriert die Fachbewilligungsinhaberin bzw. der Fachbewilligungsinhaber, im Folgenden die «anleitende Person», vor Ort das korrekte Vorgehen beim Mischen, Befüllen, Anwenden, Spülen und Reinigen des Spritzgerätes und informiert die angeleitete Person über Gefahren und Sicherheitsvorkehrungen. Wer wann von wem über was instruiert worden ist, wird schriftlich festgehalten (siehe «Vorlage Protokoll: Anleitung von Drittpersonen zum Ausbringen von PSM» auf der Seite 206).

**2. Begleitung der angeleiteten Person**

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

**3. Selbständiges Ausführen der Spritzarbeiten**

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

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

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

| Tab. 46: Übersicht fachgerechtes Vorgehen | | |
|---|---|---|
| **Erstanwendung:**<br>**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 bzw. demonstriert. Die Instruktion wird protokolliert und von beiden Parteien unterschrieben. | |
| **Zweitanwendung:**<br>**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. | Jährliche Wiederholung |
| **Ab der 3. PSM- Anwendung:**<br>**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 instruierenden Person eine wichtige Rolle. Dazu gehören u. a. das eigene Auftreten, Verantwortungsbewusstsein, Zuverlässigkeit, Selbstsicherheit, Empathie und positive Haltung, um für eine lernfreundliche Umgebung und Stimmung zu sorgen.

## Fragen zur Überprüfung der erworbenen Kompetenzen

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

**Wie lautet dein Auftrag?**

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

**Wie löst du den Auftrag?**

- Welches Mittel verwendest du?
- In welcher Konzentration setzt du das Mittel ein?
- Welche Applikationstechnik wendest du an?
- Welche Materialien / Geräte / Hilfsmittel benötigst du?
- Wie und wo befüllst, spülst und reinigst du das Spritzgerät?
- Welche Sicherheitsabstände beachtest du?
- Welche weiteren Schutzmassnahmen triffst du?
- Hast du abgeklärt, ob es in deinem Einsatzgebiet Grundwasserschutzzonen gibt?
- Weiteres …

**Was machst du, wenn…? (sich mit Unvorhergesehenem auseinandersetzen!)**

- … du Pflanzenschutzmittel verschüttest?
- … du Pflanzenschutzmittel ins Auge bekommst?
- … du zu viel Spritzbrühe angemischt hast?
- … zu wenig Pflanzenschutzmittel vorhanden ist?
- Weiteres …

# Vorlage Protokoll: Anleitung von Drittpersonen zum Ausbringen von PSM

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

Name der angeleiteten Person: .....

Ort, Datum der Anleitung: .....

1. Schaderreger und eingesetzte PSM

| Schaderreger/Problematik | Eingesetzte PSM | Wirkung | Dosierung | Auflagen |
|---|---|---|---|---|
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

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

.....

3. Datum und Uhrzeit der Behandlung

.....

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

.....

5. Mögliche Gefahren für Mensch und Umwelt

.....

6. Schutz- und Sicherheitsmassnahmen (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.

Fachbewilligungsinhaber/Fachbewilligungsinhaberin (Ort, Datum, Unterschrift):

.....

Angeleitete Person (Ort, Datum, Unterschrift):

.....

Quelle: Kt. VS

**Anwendung von Pflanzenschutzmitteln in der Landwirtschaft –**
Grundlagen zum Erwerb der Fachbewilligung